

ISBN: 978-9907-821-01-7



STEAM

INMERSIVO

REALIDAD VIRTUAL e INTELIGENCIA ARTIFICIAL
para la TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA



Elena Marisol Martínez Gavilánez, Diana Del Pilar Iglesias Cruz,
Elina Elizabeth Viracocha Rosero, Linda Maryuri Toaquiza Iglesias,
Jenny Mireya García Fonseca, Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta
y David Fernando Albarrasín Reinoso



TINTA SABIA EDITORIAL

Mg. Judith Viviana Cando Pilatasig
GERENTE GENERAL

Mg. Nancy Maritza Montoya Ramírez
DIRECTORA OPERACIONES GENERALES

Ing. Mónica Jeanneth Pincha Chiguano
DIRECTORA DE PUBLICACIONES

Título:

“STEAM INMERSIVO: REALIDAD VIRTUAL E INTELIGENCIA
ARTIFICIAL PARA LA TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA”

Primera Edición, abril 2026.

ISBN: 978-9907-821-01-7

Diseño y Diagramación:

Greguis Reolón Ríos

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del autor. El préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso de este ejemplar requerirá también la autorización el autor o de sus representantes.

Reservados todos los derechos.

© 2026 Tinta Sabia

Dirección: Latacunga y Caranqui S9-10 — Quito

Correo: comunicacion@tinta-sabia.com

Teléfono: (+593) 981242150



AUTORES

Elena Marisol Martínez Gavilánez

Diana Del Pilar Iglesias Cruz

Elina Elizabeth Viracocha Rosero

Linda Maryuri Toaquiza Iglesias

Jenny Mireya Garcia Fonseca

Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta

David Fernando Albarraán Reinoso

La educación ha sido siempre un campo que evoluciona continuamente, reflejando los retos y necesidades de cada periodo. En el siglo XXI, la sociedad entera, incluida la educación, está siendo redefinida por una transformación impulsada por los avances tecnológicos. La educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) son fuerzas que pueden generar nuevas oportunidades e innovar en los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Este libro analiza cómo el enfoque STEAM se ve fortalecido por la integración de la IAG en el ámbito educativo y cómo esta fusión puede mejorar el aprendizaje en áreas como las matemáticas, la ciencia, la tecnología, el arte y la ingeniería. Los autores analizan el papel de la tecnología en las aulas, enfatizando que es fundamental emplearla como un instrumento para optimizar el aprendizaje y no como un propósito en sí mismo. Lo llevan a cabo mediante ejemplos prácticos y reflexiones profundas.

La habilidad de unir la teoría con la práctica es un valor adicional de este trabajo, ya que brinda tácticas específicas que los maestros pueden aplicar en sus clases. Estas propuestas prácticas son muy importantes en un momento en el que los educadores tienen el desafío de incorporar tecnologías cada vez más complejas. Los autores, además de mostrar los beneficios de estas herramientas, invitan a una reflexión crítica sobre su aplicación.

En un mundo en el que la tecnología progresa rápidamente, es fundamental que, como educadores, entendamos no solo cómo implementar estas innovaciones, sino también cómo garantizar que realmente contribuyan al proceso educativo. El texto resalta lo relevante que es emplear la IAG de manera ética y responsable, un punto esencial para asegurar que las herramientas tecnológicas fomenten un desarrollo completo en nuestros alumnos.

Es necesario tener confianza en el futuro de la instrucción y el aprendizaje en esta época digital. Este libro no solo brinda una guía útil para afrontar los retos tecnológicos en la educación, sino que además motiva a los profesores a continuar investigando, probando e innovando en sus

clases. No obstante, nos recuerda que el éxito de estas tecnologías depende igualmente de nuestra habilidad para incorporarlas a los entornos educativos de forma consciente y reflexiva.

El lector, que puede ser profesor, estudiante o persona interesada en los avances mundiales de la educación y los nuevos enfoques relacionados, está invitado a explorar a fondo las ideas expuestas y a pensar acerca de cómo la tecnología afecta la educación de los ciudadanos del futuro. Estoy seguro de que, con esta acción, ayudaremos a crear una educación más rica, inclusiva y acorde con las exigencias del siglo XXI.



AUTORES



ELENA MARISOL MARTÍNEZ GAVILÁNEZ

Magíster en Gerencia y Liderazgo Educacional
Abogada de los Juzgados y Tribunales de la República del Ecuador
Licenciada en Ciencias de la Educación Especialidad
Informática y Computación

marisol.martinez@educacion.gob.ec / mariselenahotmail.com

Unidad Educativa Vicente León

Elena Marisol Martínez Gaviláñez es una destacada educadora y abogada ecuatoriana, originaria de Latacunga. Con una sólida formación como Licenciada en Ciencias de la Educación (Informática) y Abogada por la Universidad Técnica de Ambato, ha integrado la técnica y el derecho en su visión pedagógica. Magíster en Gerencia y Liderazgo Educacional por la UTPL, se especializa en la implementación de metodologías activas y el desarrollo de competencias digitales. Actualmente, su labor docente se centra en transformar el aprendizaje a través de la innovación y el pensamiento crítico, preparando a sus estudiantes para los retos de la era digital.



DIANA DEL PILAR IGLESIAS CRUZ

Magíster en Educación Básica
Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Cultura Física

diana.iglesias@educacion.gob.ec / anaidic_@hotmail.com

Unidad Educativa “Primero de Abril”

Diana Del Pilar Iglesias Cruz cuenta con una amplia trayectoria en el ámbito pedagógico, con especialidad en Ciencias de la Educación, mención Cultura Física, por la Universidad Técnica de Cotopaxi. Magíster en Educación Básica por la Universidad Bolivariana del Ecuador, su práctica docente se caracteriza por una formación continua y la aplicación de metodologías activas. Su labor profesional se centra en el desarrollo integral del estudiante, vinculando la actividad física con la innovación digital. En su propuesta educativa, destaca el uso estratégico de la IA para modernizar los procesos de enseñanza y fortalecer el desarrollo de competencias del siglo XXI.



ELINA ELIZABETH VIRACOCHA ROSERO

Magíster en Educación Básica

Licenciada en Ciencias de la Educación Especialización Cultura Física

elina.viracocha@educacion.gob.ec / gatitarosero@hotmail.com

Unidad Educativa “Primero de Abril”

Elina Elizabeth Viracocha Rosero es una destacada especialista en Ciencias de la Educación y líder en el ámbito de la Cultura Física en Ecuador. Magíster en Educación Básica por la Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE) y Licenciada por la Universidad Técnica de Cotopaxi, su perfil profesional integra de manera estratégica los fundamentos científicos del movimiento humano con metodologías pedagógicas de vanguardia.

Su trayectoria se distingue por un sólido compromiso con la formación de valores y la salud integral. A su formación académica se suma una notable carrera en el deporte de élite, habiendo representado a su provincia como seleccionada de Cotopaxi y formado parte de la preselección nacional de fútbol del Ecuador. Esta combinación de experiencia técnica y disciplina competitiva le permite promover con autoridad el desarrollo motor y el bienestar como pilares de la transformación educativa.



LINDA MARYURI TOAQUIZA IGLESIAS

Licenciada en Ciencias de la Educación Inicial

maryuritoaquiza@gmail.com

Investigador Independiente

Linda Maryuri Toaquiza Iglesias es especialista en Educación Inicial por la Universidad Técnica de Cotopaxi, con un enfoque profesional centrado en la innovación pedagógica y la transformación de la primera infancia. Su perfil destaca por la integración estratégica de herramientas tecnológicas y metodologías lúdicas diseñadas para potenciar el desarrollo integral en entornos globales.

Experta en el diseño de ambientes de aprendizaje creativos e inclusivos, promueve una educación participativa que prioriza la atención a la diversidad y el pensamiento crítico desde los primeros años. Su visión ejecutiva se orienta a responder a las demandas del contexto educativo actual, liderando procesos de enseñanza que fusionan la excelencia académica con la innovación disruptiva.



JENNY MIREYA GARCIA FONSECA

Magíster en Educación Básica
Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Educación Básica
Profesora en Educación Primaria - Nivel Tecnológico
mireya.garcia@docentes.educacion.edu.ec
jennygarcia2017@outlook.com
Unidad Educativa “19 de Septiembre”

Jenny Mireya Garcia Fonseca es una especialista en el ámbito pedagógico con una sólida trayectoria dedicada a la elevación de los estándares de la educación en Ecuador. Magíster en Educación Básica por la Universidad Estatal de Milagro y Licenciada por la Universidad Estatal de Bolívar, su perfil profesional se ha consolidado a través de una formación continua iniciada en el prestigioso Instituto Superior “Pujilí”.

Su gestión se centra en el diseño e implementación de estrategias que promueven la calidad educativa mediante un enfoque de formación integral. Experta en el desarrollo de competencias y habilidades críticas, Jenny lidera procesos de enseñanza orientados a la excelencia académica y el fortalecimiento de valores, respondiendo con visión estratégica a las necesidades actuales del sistema educativo nacional.



DORIS ELIZABETH CHICAIZA TOAPANTA

Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Cultura Física
doris.chicaiza@docentes.educacion.edu.ec
dorisliam0903@gmail.com
Unidad Educativa Vicente León

Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta es especialista en Ciencias de la Educación con mención en Cultura Física, reconocida por su enfoque estratégico en la formación integral y el bienestar estudiantil. Como docente en la Unidad Educativa Vicente León, ha liderado procesos pedagógicos orientados a la convergencia entre el desarrollo físico de alto impacto y la formación en valores.

Su trayectoria se distingue por la implementación de prácticas educativas innovadoras que promueven estilos de vida saludables y el fortalecimiento de competencias motrices, se posiciona como una referente en la gestión de programas de actividad física diseñados para transformar el entorno educativo, priorizando la excelencia académica y el equilibrio bio-psicosocial de sus estudiantes.



DAVID FERNANDO ALBARRASÍN REINOSO

Ingeniero Electromecánico
Magíster en Energías Renovables
dabys1706@gmail.com
Investigador Independiente

David Fernando Albarrasín Reinoso, ingeniero electromecánico y magíster en Energías Renovables, cuenta con una sólida trayectoria profesional de más de 14 años en el ámbito de la electromecánica. A lo largo de su carrera, ha participado en diversas áreas y departamentos del sector industrial, fortaleciendo sus competencias técnicas y su capacidad para la resolución de problemas en entornos complejos.

Actualmente, se desempeña como operador en una central hidroeléctrica, donde participa en el control y monitoreo de sistemas energéticos, contribuyendo al uso eficiente y sostenible de los recursos. Su perfil se caracteriza por la responsabilidad, el compromiso y un constante interés por la actualización profesional, especialmente en temas relacionados con la innovación energética y el desarrollo sostenible.

ÍNDICE

PRÓLOGO	4
AUTORES	6
ÍNDICE DE TABLAS	14
ÍNDICE DE FIGURAS	14
INTRODUCCIÓN	16
Capítulo 1. STEAM en la educación del siglo XXI	19
1.1. De la alfabetización tradicional a la alfabetización integral	19
1.2. La evolución del STEM al STEAM: El papel crítico de las Artes	25
1.3. El contexto actual: Competencias para un mundo volátil (VUCA).....	27
1.4. La transición al entorno virtual.....	30
1.5. Fundamentos Pedagógicos en la Era Digital.....	31
1.6. Perspectivas y Futuro Inmediato	33
Capítulo 2. Aprendizaje inmersivo: bases pedagógicas y cognitivas	36
2.1. Definición y Dimensiones de la Inmersión	36
2.2. Fundamentos Cognitivos	39
2.3. Bases Pedagógicas: Modelos que sustentan la inmersión	41
2.4. El Modelo STEAM Inmersivo: Sinergias Metodológicas.....	44
2.5. Beneficios Psicológicos y Motivacionales.....	46
2.6. Desafíos y Consideraciones Éticas	47
Capítulo 3. Inteligencia artificial aplicada a la educación	50
3.1. La convergencia entre IA y STEAM.....	50
3.2. IA Generativa y la Creatividad en la “A” de STEAM.....	52
3.3. Personalización y adaptabilidad del tutor inteligente en la virtualidad	54
3.4. Aplicaciones Prácticas de la IA en las Disciplinas STEAM	56
3.5. Ética y Pensamiento Crítico en el uso de la IA integrada al STEAM	58
3.6. El Futuro de la IA en la Educación Virtual	59

Capítulo 4. Realidad virtual y aumentada en proyectos STEAM	64
4.1. El Ecosistema de la Realidad Extendida (RX) en Educación	64
4.2. Realidad Aumentada (RA): Enriqueciendo el Entorno Físico.....	68
4.3. Realidad Virtual (RV): inmersión y experimentación sin riesgos	71
4.4. Diseño de Proyectos STEAM con Tecnologías Inmersivas.....	73
4.5. Integración Curricular: Casos de Uso por Disciplina	75
4.6. Desafíos en la Implementación de Proyectos RX.....	76
Capítulo 5. Diseño instruccional para STEAM inmersivo	79
5.1. Evolución del diseño instruccional: Del aula física al metaverso educativo	79
5.2. Marcos de Trabajo (<i>Frameworks</i>) para STEAM Inmersivo	83
5.3. El “ <i>Scripting</i> ” Pedagógico: Guionización de la Experiencia	86
5.4. Elementos Clave del Diseño de Ambientes STEAM	88
5.5. Evaluación en Entornos Inmersivos: Más allá del Examen	90
5.6. El rol del “Arquitecto de Aprendizaje” (Docente)	91
Capítulo 6. Evaluación en entornos STEAM con tecnologías inteligentes	94
6.1. Redefiniendo la Evaluación: Del Examen a la Analítica de Aprendizaje.....	94
6.2. <i>Learning Analytics</i> (Analítica de Aprendizaje) en Proyectos STEAM	100
6.3. Herramientas de IA para una Evaluación Personalizada.....	101
6.4. Rúbricas Dinámicas y Portafolios Digitales Inteligentes.....	104
6.5. La Ética de la Evaluación Algorítmica.....	105
6.6. Marco Práctico: Diseño de una Estrategia de Evaluación STEAM	106
Capítulo 7. Formación docente para STEAM inmersivo	109
7.1. El Nuevo Perfil del Docente STEAM	109
7.2. Dimensiones de la Formación Docente	115
7.3. Estrategias de Capacitación: “Aprender haciendo”	119
7.4. Superando las Barreras Psicológicas y Actitudinales.....	124
7.5. Marcos de Referencia Internacionales	126
7.6. Plan de Acción: Ruta de Implementación en una Institución	129
Capítulo 8. Casos y experiencias aplicadas	133
8.1. De la Teoría a la Acción en el Aula Virtual	133

8.2. Nivel Primaria	139
8.3. Nivel de educación secundaria.....	140
8.4. Implementación del STEAM a nivel superior	145
8.5. Proyectos Transversales: “IA y Arte Generativo” (T-A)	147
8.6. Lecciones Aprendidas de las Experiencias Aplicadas	150
Capítulo 9. Ecosistemas educativos inteligentes y prospectiva	153
9.1. El enfoque STEAM en la virtualidad	153
9.2. Ecosistemas Educativos Inteligentes (IES - Intelligent Educational Ecosystems)	157
9.3. Prospectiva 2030: El Horizonte de la Educación STEAM.....	158
9.4. Desafíos éticos y sociales de STEAM.....	162
9.5. Recomendaciones para Líderes Educativos y Docentes.....	166
9.6. Epílogo: Hacia una nueva Ilustración Tecnológica.....	168
BIBLIOGRAFÍA.....	171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aplicaciones de IA en las disciplinas STEAM.....	57
Tabla 2. Taxonomía Revisada de Bloom.....	86
Tabla 3. Comparación evaluación tradicional vs evaluación con IA y analítica del aprendizaje.....	99
Tabla 4. Dimensiones y categorías emergentes de los tecno-imaginarios pedagógicos de la Inteligencia Artificial	114
Tabla 5. Ejemplo de Plan estratégico de lineamientos para la incorporación del enfoque STEAM.....	137
Tabla 6. Rúbrica de evaluación para el proyecto STEAM a nivel secundario	144
Tabla 7. Desafíos Éticos de la integración IA y enfoque STEAM	167

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. IAG integrada en la educación con modelo STEAM.....	54
Ilustración 2. Mapa de la disponibilidad de los recursos de la IA con STEAM.....	62
Ilustración 3. Pirámide del aprendizaje de Edgar Dale	68
Ilustración 4. Principios pedagógicos y metodológicos de STEAM	134



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) es un nuevo enfoque educativo, que integra las disciplinas fundamentales de manera creativa y significativa. En contraste con los métodos tradicionales que dividen las disciplinas, STEAM hace hincapié en la interrelación entre ellas, fomentando un aprendizaje contextualizado que capacita a los alumnos para solucionar problemas reales por medio de la integración de habilidades y conocimientos.

Este libro examina cómo se ha desarrollado el enfoque STEAM en todo el mundo, prestando particular atención a su implementación en la enseñanza, tanto a nivel primario como secundario y universitario. Asimismo, se estudiarán las sinergias entre la Inteligencia Artificial Generativa y STEAM, lo que permitirá nuevas oportunidades para el aprendizaje y la enseñanza.

El enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) proviene de la intención del siglo XX de fusionar la ciencia con la tecnología en el ámbito educativo para poder cubrir las demandas de una sociedad y economía que se encuentran cada vez más dominadas por la industria y la tecnología. En el transcurso de las décadas de 1950 y 1960, en medio de la Guerra Fría, los progresos tecnológicos y científicos se volvieron un objetivo estratégico para los países, sobre todo para Estados Unidos. Las políticas educativas que fomentaban la enseñanza de las materias STEM como una cuestión de seguridad nacional fueron instauradas debido a los retos científicos y a la carrera espacial en relación con la Unión Soviética.

En la década de 2010, el enfoque STEM se vio modificado hacia STEAM (Maeda, 2013) debido a las críticas que recibió por su perspectiva exclusivamente técnica. La inclusión de las artes en esta perspectiva no solo abarcaba las bellas artes, sino también la creatividad, el diseño y la innovación como elementos fundamentales para resolver problemas y aprender. STEAM tiene como objetivo avanzar no solo las habilidades técnicas, sino también la habilidad de los alumnos de pensar creativamente, innovadoramente y críticamente, promoviendo un aprendizaje más integral que puede aplicarse a una variedad extensa de situaciones.

Desde la enseñanza de las matemáticas hasta la resolución de problemas en el campo del arte y la ingeniería, los capítulos siguientes brindan diferentes puntos de vista acerca de cómo integrar la IAG en diversas disciplinas. Enseñar de manera interdisciplinaria no solamente mejora la enseñanza en cada campo, sino que además enfatiza lo importante que es preparar a

los alumnos para un mundo donde las fronteras entre las diferentes áreas del saber son cada vez más difusas.

De esta manera, el **Capítulo 1** hace una caracterización general del enfoque STEAM en la educación del siglo XXI. Seguidamente, el **Capítulo 2**, se refiere a las bases pedagógicas y cognitivas asociadas al aprendizaje inmersivo vinculado al STEAM. A continuación, el **Capítulo 3** abordará el tema de la Inteligencia artificial aplicada a la educación.

El **cuarto Capítulo** explicará los avances de la Realidad virtual y aumentada en proyectos STEAM, para continuar con el **Capítulo 5**, con el tema del Diseño instruccional para STEAM inmersivo, seguido por el **Capítulo 6**, que desarrolla la evaluación en entornos STEAM con tecnologías inteligentes. El **séptimo capítulo** expondrá los tópicos de la formación docente para STEAM inmersivo

Cierra el volumen con el **Capítulo 8**, que explicará varios casos de experiencias aplicadas y el **Capítulo 9**, en el que exponen los ecosistemas educativos inteligentes y prospectiva.



1

CAPÍTULO

STEAM EN LA EDUCACIÓN
DEL SIGLO XXI

CAPÍTULO 1.

STEAM EN LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI

1.1. De la alfabetización tradicional a la alfabetización integral

Elena Marisol Martínez Gavilánez, Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero, Linda Maryuri Toaquiza Iglesias, Jenny Mireya Garcia Fonseca, Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta y David Fernando Albarrasín Reinoso.

La transición hacia la sociedad del conocimiento ha revelado que muchos de los fundamentos de la educación moderna tradicional son obsoletos. De esta manera, el modelo educativo de la época industrial, creado con una lógica de producción masiva que daba prioridad a la estandarización, la división del conocimiento en materias independientes y la obediencia a procedimientos, llega a su fin. En el marco de ese sistema relacional, se consideraba al alumno como un receptor pasivo de información, cuyo éxito se evaluaba por su habilidad para reproducir datos y acatar instrucciones lineales. No obstante, la complejidad y volatilidad del siglo XXI requieren el desplazamiento del anterior paradigma: el cambio de una pedagogía orientada a la respuesta a otra centrada en la pregunta y la solución de problemas (E. Pérez, 2024).

La desconexión entre el aula tradicional y la realidad laboral y social actual es el principal impulsor de este cambio. La era digital exige ciudadanos con la capacidad de navegar en la incertidumbre, manejar el exceso de información y trabajar en ambientes multidisciplinarios; en cambio, la industria del siglo XX necesitaba empleados especializados en labores repetitivas. En una época en la que la información está disponible al instante, el aprendizaje por memoria no es suficiente; lo que se valora actualmente es la habilidad para sintetizar, para hacer un análisis crítico y para usar ese conocimiento de forma creativa.

En este escenario, el enfoque STEAM (siglas en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) no aparece únicamente como una combinación de asignaturas, sino que es un ecosistema integrado para aprender. Para comprender STEAM como una filosofía educativa fundamentada en la transdisciplinariedad, se necesita ir más allá de la interpretación literal de sus elementos (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2024).

La incorporación de las artes al modelo STEAM, en contraposición al modelo STEM original, impulsa la absorción de la sensibilidad como un catalizador esencial. El componente artístico

no se restringe a la estética, como el cultivo de la sensibilidad, sino que también incluye alentar cualidades creativas tales como la empatía, el pensamiento divergente, el diseño centrado en las personas y la habilidad para expresar ideas complejas de manera eficaz. Así, la valoración del arte y la fuerza de creación construyen un puente que une y articula el ingenio técnico con la innovación creativa.

El modelo toma un atributo principal de cada uno de sus componentes para guiar la pedagogía contemporánea. De esta forma, de la Ciencia (Science, la S del acrónimo) destaca el método de investigación y la curiosidad por comprender el mundo natural; de la T de Tecnología toma los sistemas y herramientas para solucionar problemas y aumentar las habilidades humanas; de la Ingeniería (Engineering, la E del acrónimo) desarrolla el procedimiento de diseño, prototipado y aplicación práctica de soluciones; y de las Artes utiliza el diseño, la ética, la creatividad y una perspectiva humanista. Por último, en cuanto a las matemáticas, valora el análisis de datos, la lógica y el lenguaje del patrón.

Por lo tanto, el ecosistema STEAM propone una ruptura con los compartimentos estancos del conocimiento, en línea con la perspectiva transdisciplinaria. Desde la perspectiva pedagógica, le plantea al alumno retos reales en los que tiene que emplear al mismo tiempo principios de física, instrumentos digitales, lógica matemática y sensibilidad artística, así como promover habilidades transversales. Esta combinación sistemática tiene como meta superar las barreras rígidas de la educación de ingenieros o científicos, con el fin de guiar a personas que sean capaces de desarrollar un pensamiento crítico sólido, que puedan aprender y sobrepasar sus fallos, así como liderar procesos innovadores desde una perspectiva ética y social.

El enfoque STEAM ha motivado iniciativas como el proyecto internacional UMA-UNESCO RIUMA, que tiene como destinatarios a estudiantes, docentes y profesionales. Se comenzó implementando en universidades con la idea de extenderlo a otros campos. Sus metas principales son fomentar un conocimiento innovador mediante el desarrollo de habilidades digitales en diversos sectores para facilitar su integración al ecosistema 4.0. Además, colaborar con la creación de habilidades innovadoras a través de la capacitación de docentes y profesionales. Asimismo, el proyecto tiene como meta concientizar a los directivos de las instituciones involucradas para que conozcan la metodología STEAM (Del Río et al., 2022).

Otra propuesta guiada por el modelo STEAM que puede servir de ejemplo, es la presentada por la tesis doctoral de la profesora Carolina Manriquez, referida al STEAM como ruta metodológica (Manriquez, 2023). Tuvo el objetivo general de fundamentar una ruta metodológica a partir del construccionismo que permita a estudiantes de media vocaciones, la integración de los campos del conocimiento mediante el desarrollo de competencias STEAM en el marco de un laboratorio vivo como ecosistema abierto de innovación.

Se revisaron sistemáticamente investigaciones acerca de metodologías como aprendizaje basado en proyectos, problemas, indagación y/o metodologías activas, buscaron propiciar los procesos transdisciplinarios, la generación de respuestas a problemáticas del entorno, el fomento de una formación científica continua, la contribución a la disolución entre las fronteras de aprendizaje formal e informal, empresas e investigación y el trabajo hacia la construcción global de la sociedad.

El trabajo colaborativo entre los equipos de investigación y los profesores, como se evidenció en el análisis documental, ayudó a involucrar, entender y comprometer a otros actores activos en los entornos de los alumnos, como la comunidad. De este modo, se generaron interacciones dentro de un contexto social y espacios para aprender de manera significativa. Además, lo anterior permitió un proceso ininterrumpido de retroalimentación y de ideas que se nutrieron de la experiencia individual de cada miembro.

Así mismo, en el estudio comentado se estableció que el diseño de actividades STEAM, tiene como características y objetivos:

- Centrar el trabajo en un problema real y relacionado con el entorno del estudiante.
- Aumentar la motivación y el interés del estudiante para participar en esta clase de actividades.
- Desarrollar habilidades, competencias científicas, ciudadanas y tecnológicas como herramientas para afrontar los retos y oportunidades del presente siglo.
- Solucionar un problema del entorno por medio de actividades contextualizadas utilizando herramientas científicas y tecnológicas.
- Trabajar desde diferentes metodologías, como la resolución de problemas, aprendizaje activo, aprendizaje basado en proyectos, y basarse en la teoría del Aprendizaje Construccionista.

- Presentar como resultado del trabajo una alternativa de solución a un problema inicial, planteando una maqueta, prototipo o simulación.
- Centrar el trabajo en el estudiante, quien a su ritmo y a través del trabajo colaborativo va acompañado del docente, quien actúa como un orientador, guía y retroalimentador del proceso.
- Priorizar que el aprendizaje se dé en todo el proceso y que a este se le preste más atención que a los resultados.
- Integrar las áreas STEAM para que actúen dentro de las propuestas de forma Transdisciplinar.
- Permitir que el docente, mediante un trabajo colaborativo entre pares, actualice sus conocimientos relacionados con tecnología, competencias digitales y científicas.
- Propiciar que el docente desarrolle habilidades y competencias para generar espacios de aprendizaje motivadores y respetuosos que les brinden a los estudiantes seguridad para manifestar dificultades y superarlas.

La estrategia no solo fomenta que los alumnos desarrollen competencias técnicas, sino también habilidades blandas como la creatividad, el trabajo en equipo y la comunicación, capacitándolos para afrontar de forma integral los retos del mundo actual. En esa línea, se reconoce un proceso que tiene como objetivo potenciar otras habilidades en los alumnos mediante el uso de herramientas, la escucha atenta, la inteligencia emocional y la toma de decisiones (E. Pérez, 2024).

Es esencial reflexionar acerca de la puesta en marcha de la estrategia para que esta se mejore continuamente: si se considera lo que ha sucedido y la experiencia de poner en práctica la estrategia STEAM en robótica educativa, es posible detectar las áreas a mejorar y los ajustes requeridos para perfeccionar los procedimientos de enseñanza y aprendizaje en implementaciones posteriores. En ese sentido, es fundamental que los alumnos se conviertan en participantes activos de su proceso educativo, identificando sus fortalezas y debilidades como puntos de reflexión para lograr un aprendizaje más óptimo desde diferentes puntos de vista.

La lógica, vista desde las perspectivas de Frege (Soames, 2019) y Peirce (Preyer et al., 2018), aparece como una herramienta esencial no solamente para entender la semiótica en el arte y para el razonamiento matemático, sino también para organizar ideas y argumentos de forma coherente en todos los ámbitos académicos o creativos. Su incorporación en la educación

fomenta la solución de problemas y el pensamiento crítico, competencias transferibles que son fundamentales para desarrollar a los alumnos de manera integral y para prepararlos ante retos en cualquier campo de estudio o profesión.

La lógica surge como un instrumento útil para discernir la verdad y promover una educación significativa, que capacite a los alumnos para involucrarse activamente en la sociedad democrática, en un contexto contemporáneo donde la información es abundante y frecuentemente contradictoria, tal como lo destacó el filósofo pragmático norteamericano Dewey (Lobo, 2026). La incorporación de la lógica en las estrategias metodológicas no sólo reta a los alumnos a poner en práctica principios lógicos en una variedad de situaciones, sino que además fomenta su capacidad analítica y su creatividad, lo que mejora su experiencia educativa y los capacita para afrontar eficientemente los retos del mundo contemporáneo.

Se presenta la combinación de electricidad y electrónica en proyectos pedagógicos STEAM como un instrumento potente para brindar a los alumnos una perspectiva práctica y experiencial del aprendizaje. Esta perspectiva no solo promueve la resolución de problemas y el descubrimiento activo, sino que además conduce a un aprendizaje más duradero y significativo. En un mundo donde la tecnología está presente en todas partes, es esencial entender los conceptos básicos de la electricidad y la electrónica para poder alfabetizarse tecnológicamente y tener posibilidades de empleo en el futuro.

En un contexto STEAM, es fundamental implementar metodologías que promuevan la creatividad, la colaboración y la experimentación para enseñar estos conceptos de manera efectiva. Un ejemplo de esto es el aprendizaje basado en retos. Asimismo, los sentimientos tienen un rol relevante en este proceso; por ende, los educadores necesitan identificar y respaldar los sentimientos de sus alumnos para establecer un entorno de aprendizaje positivo que promueva la resolución de problemas y la experimentación.

La enseñanza de programación en MakeCode no solo proporciona a los alumnos competencias tecnológicas esenciales, sino que además promueve el desarrollo de capacidades socioemocionales y cognitivas mediante la retroalimentación constructiva y el aprendizaje fundamentado en desafíos. Esto los capacita para afrontar retos en un mundo que se vuelve cada vez más tecnológico. El método de aprendizaje en MakeCode (2026) fomenta roles colaborativos y dinámicos, en los que los alumnos desempeñan las funciones de programación, diseño y

solución de problemas, mediante el trabajo en equipo que además permite la investigación y la experimentación a través de una práctica interactiva de los conceptos de programación.

Además, el enfoque de aprendizaje basado en problemas fomenta que los alumnos enfrenten problemas difíciles y hallen soluciones, lo cual promueve la resolución de problemas, la autonomía, la resiliencia y la persistencia. En este proceso, la retroalimentación tiene un rol fundamental porque ofrece a los alumnos información importante acerca de su progreso y les asiste en el perfeccionamiento constante de sus capacidades. Gracias a la tecnología, se les brinda una retroalimentación inmediata y personalizada que les ayuda a modificar sus métodos de aprendizaje con eficacia.

La incorporación de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM) en la educación es un método pedagógico potente que fomenta el pensamiento crítico, la innovación y la creatividad. El enfoque le brinda la formación necesaria a los estudiantes para que los alumnos puedan afrontar y resolver los desafíos actuales, eficaz y globalmente. De acuerdo con Howard Gardner, el arte y el diseño en STEAM estimulan la creatividad del alumnado, lo que les permite buscar soluciones novedosas a los problemas y apreciar distintas maneras de inteligencia (Ríos R. , 2026).

Integrar la ciencia en un proyecto STEAM promueve el pensamiento crítico y la solución de problemas desde un enfoque interdisciplinario. Esto posibilita que los alumnos utilicen nociones científicas en situaciones prácticas y creativas, desarrollando capacidades esenciales para este siglo. Un proyecto pedagógico STEAM se beneficia de la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, ya que estas disciplinas posibilitan que los estudiantes aprendan interactivamente, exploren con creatividad, enfrenten problemas complejos y apliquen principios matemáticos para resolver dificultades y crear soluciones innovadoras (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2024).

Superar el modelo de educación fragmentada es uno de los retos más importantes de la pedagogía actual. Históricamente, el sistema educativo ha funcionado en base a la lógica de las "materias estancas", un legado del racionalismo cartesiano que buscaba entender la realidad dividiéndola en partes que se pudieran manejar. No obstante, esta simplificación pedagógica crea una desconexión decisiva: el alumno ve el conocimiento como un conjunto de islas que no están conectadas entre sí, y es incapaz de aplicar lo aprendido en matemáticas a una

cuestión biológica o de comprender el contexto histórico detrás de un progreso tecnológico (Basarab et al., 1994).

La interdisciplinariedad no debe verse únicamente como la presencia simultánea de varias disciplinas en un mismo espacio curricular, sino como una interacción dinámica y una mejora recíproca entre las mismas. Cuando se rompen las barreras de las materias aisladas, surge un eje integrador que desplaza la atención del contenido específico hacia el fenómeno o problema. En este nuevo contexto, las fronteras entre ámbitos como la sociología, el diseño o la física se tornan porosas, lo que facilita un flujo orgánico del conocimiento para enfrentar retos que, debido a su naturaleza, son intrínsecamente híbridos.

Este cambio estructural facilita la capacidad cognitiva conocida como pensamiento holístico, que permite al sujeto ver los sistemas no solo como la concatenación de sus partes, sino como entidades integrales. El pensamiento holístico en el salón de clases promueve una perspectiva "gran angular", que permite al alumno entender que cada acción técnica conlleva una expresión estética, un fundamento lógico y una implicación ética.

El modelo tradicional se enfocaba en el análisis (separación), pero el enfoque holístico le da prioridad a la síntesis (unificación) para descubrir soluciones sistémicas. Por ello es fundamental la contextualización del aprendizaje, con lo cual el conocimiento deja de ser abstracto y se ancla en la realidad, donde los problemas no vienen etiquetados como "de química" o "de literatura". Al entender las interconexiones, los estudiantes desarrollan una mayor flexibilidad para adaptar sus habilidades a entornos cambiantes, reconociendo patrones comunes en áreas aparentemente disímiles.

El nacimiento de una educación con propósito se inicia con la transición hacia la interdisciplinariedad. Como se abandonan los compartimentos disciplinarios estancos, el ecosistema educativo comienza a reflejar la complejidad del mundo real. El pensamiento holístico se convierte así en la herramienta, no solo para acumular información, sino, que es lo más importante, con el fin de tejer una red de significados que les permita intervenir en la sociedad de manera consciente, crítica y creativa.

1.2. La evolución del STEM al STEAM: El papel crítico de las Artes

El paso del modelo STEM al enfoque STEAM no es simplemente un agregado superficial, sino una transformación significativa del proceso de innovación. El incorporar las Artes (A) tiene

lugar debido a que se requiere dar a la rigurosidad científica un aspecto creativo y humano, asumiendo que la tecnología es una herramienta inerte si no cuenta con un objetivo enfocado en el diseño funcional y en la experiencia del usuario. En este contexto, el diseño y la creatividad son los motores reales de la innovación tecnológica. Esto posibilita que las soluciones técnicas superen la eficacia operacional para transformarse en productos o sistemas que se conecten con la sociedad a nivel cultural y emocional (Aguilera & Vílchez-González, 2024).

La tecnología se humaniza al incluir las artes y las humanidades en la solución de problemas técnicos. Este procedimiento supone que la ingeniería civil, el desarrollo de software o la biotecnología no se analicen solamente por su viabilidad técnica o económica, sino también mediante perspectivas críticas como son la comunicación, la ética y la estética.

La convergencia entre la ética, la estética y la comunicación constituye el pilar fundamental sobre el cual se edifica la innovación contemporánea. Lejos de ser conceptos aislados, estos tres ejes actúan de manera sinérgica para transformar el avance técnico en progreso humano real y sostenible.

En primer lugar, la ética significa la conciencia crítica del desarrollo. En un ecosistema global cada vez más tecnificado, la ética obliga a los desarrolladores y pensadores a cuestionar sistemáticamente el impacto social y ambiental de cada hallazgo. Su función es garantizar que la innovación sirva como un medio eficaz para asegurar la equidad y proteger la privacidad ciudadana, evitando que el avance de unos pocos comprometa el bienestar de la colectividad.

Como complemento importante, la estética se manifiesta no como un simple ornamento superficial, sino como una dimensión funcional esencial. En los ámbitos del diseño industrial y digital, lo estético es un catalizador de la usabilidad y la claridad. Una interfaz o un objeto estéticamente resuelto permite una interacción intuitiva entre el hombre y la máquina, eliminando fricciones y convirtiendo la complejidad técnica en una experiencia accesible y ergonómica.

Por último, pero no menos importante, hay que considerar la comunicación que actúa como el vehículo integrador que dota de sentido a la innovación. Sin una narrativa comprensible, los datos complejos y los algoritmos permanecen alienados de la sociedad. La capacidad de traducir el lenguaje técnico en historias humanas es, en última instancia, el factor determinante para que una tecnología sea adoptada, comprendida y valorada por el público general (OEA PORTAL EDUCATIVO, 2026).

La base del ecosistema STEAM se encuentra en la armonía entre dos procesos mentales que se complementan: el pensamiento divergente y el pensamiento convergente. A diferencia de la educación técnica convencional, que tiende a favorecer el pensamiento convergente (el cual se enfoca en hallar la única solución "correcta" a través del análisis de datos y la lógica lineal), las artes promueven el pensamiento divergente. Esta última es la habilidad de generar una gran cantidad de ideas, investigar caminos no convencionales y crear conexiones entre conceptos que, a primera vista, parecen desconectados (Aguilera & Vílchez-González, 2024).

El arte educa el cerebro para que acepte la ambigüedad y el error como elementos de un proceso iterativo. Al promover soluciones "fuera de la caja" (out of the box), el aspecto artístico disuelve la rigidez del método científico convencional, posibilitando que la imaginación funcione como una hipótesis de trabajo. La "A" en STEAM es el elemento que convierte a un técnico en un innovador. Se crean profesionales con la capacidad de abordar problemas complejos de manera integral al combinar la agudeza del diseño con la audacia de la creación artística y la precisión técnica de la ingeniería. La tecnología futura no solo será más poderosa, sino también más intuitiva, ética y hermosa, dado que habrá sido creada a partir de un pensamiento que no distingue límites entre la ciencia y el arte (Espinoza et al., 2025).

1.3. El contexto actual: Competencias para un mundo volátil (VUCA)

En los años noventa del siglo XX, se inventó la palabra VUCA (volátil, incierto, complejo y ambiguo) con el propósito de caracterizar al mundo. Hoy, dejó de ser una palabra para convertirse en un contexto que abarca todas las áreas, incluida la educativa. El coaching ontológico, en general, y el coaching educativo, específicamente, surgen para asumir lo que este mundo nos plantea y nos desafía como educadores: capacitarnos y preparar a los estudiantes, además de adquirir conocimientos sobre la gestión emocional, identificar y visibilizar los cambios y retos que presenta el mundo VUCA. Proporcionándoles herramientas, habilidades y competencias que les fortalezcan para navegar este milenio y lograr el futuro anhelado (Baldevenites et al., 2022).

Un reto que surge es dejar de transmitir los conocimientos como si el alumnado fuera solo un receptor, incapaz de reflexionar o hacer preguntas para que pueda ser el protagonista de su propio aprendizaje. La educación que estimula el aprendizaje abre nuevas puertas y transita otros senderos. Fomentar el pensamiento crítico, observar desde una perspectiva diferente no

solo en los alumnos, sino también en los maestros, y dar preferencia a las preguntas en vez de las respuestas, tal como lo mencionamos antes. Ubica al estudiante en el centro.

El término VUCA se origina en el ejército de Estados Unidos, posterior a la conclusión de la Guerra Fría. Luego se fue expandiendo al ámbito empresarial y hoy en día incluye a toda la sociedad, lo que indica que estamos viviendo en un mundo de cambio permanente. El término VUCA proviene de las siglas en inglés:

V: Volátil (volatilidad): una situación específica está conformada e interrelacionada por múltiples componentes, en la que intervienen numerosas variables. Por esto, en ocasiones es complicado controlar el origen y el efecto de ese suceso.

U: Incertidumbre (Uncertainty): algo que no se puede prever y que sorprende. Incierto no solo en su aparición, sino también en su duración y a dónde nos conduce. Por ejemplo, el surgimiento de COVID-19.

C: Complejidad: Hay una gran variedad de fuerzas, una combinación de asuntos, una ruptura del vínculo causa-efecto y un desconcierto generalizado.

A: Ambigüedad (Ambiguity): Se producen malentendidos y hay una distorsión de la realidad. Confusión entre la causa y el efecto que resulta de esta. En la relación entre las variables que participan no hay transparencia.

En un mundo VUCA, es necesario trabajar y concentrarse en:

V: La visión, que implica un cambio de observador y la capacidad de ver la situación desde múltiples perspectivas. Dejar de percibir a los educadores como simples portadores de conocimiento y a los estudiantes únicamente como receptores. El cambio de rol del educador al líder y la ampliación de la perspectiva pueden posibilitar que tengamos una visión más precisa y contrarrestemos esa volatilidad. Promover y generar espacios para la innovación, impulsar la creatividad y la imaginación entre el alumnado y los profesores. Además, sería relevante trabajar para que cada miembro del sistema educativo reconozca su propia fragilidad y vulnerabilidad; esto es el primer paso para fomentar la resiliencia y la aceptación de quienes están siendo.

U: La comprensión, como una habilidad para navegar la ola y hallar oportunidades en lugares donde antes, como educadores, veíamos amenazas. La comprensión y el entendimiento nos posibilitan dejar atrás la incertidumbre y empezar a asumir riesgos

a corto plazo, creando ambientes donde los estudiantes pueden experimentar esto. Estimular a los estudiantes a planificar y diseñar su futuro, comenzando desde el presente en que están. Fomentar la intuición y el oído del maestro interno que cada persona tiene simplemente por ser humana. Promover la cooperación y la competencia en los estudiantes mediante la generosidad, la confianza y la empatía.

C: la transparencia. Frente a lo complejo, desarrollar y crecer en medio del desorden que trae la complejidad. Ofrecer a los estudiantes un método que les ayude a desarrollar orden y claridad con respecto a su aprendizaje y los resultados que desean alcanzar. Trabajar con los alumnos más allá del por qué y el para qué. Proporcionarles preguntas que puedan actuar como un punto de apoyo o una linterna que les permita expandir su perspectiva y el observador que están siendo. La eficacia y la eficiencia son dos indicadores a tener en cuenta, entendiendo que somos una coherencia, como mencionamos en párrafos previos, entre lo que hacemos, lo que sentimos y lo que pensamos. Liberarnos de estructuras antiguas, especialmente en nuestra labor docente; esforzarnos mucho en ser flexibles y previsores.

A: La agilidad mediante el fomento de la capacidad de diálogo, una comunicación fluida y habilidades relacionales entre alumnos y docentes, así como con la comunidad en general, en los estudiantes y los profesores (Baldevenites et al., 2022). Además de la rapidez, podríamos contar con la transparencia y la honestidad. Fomentar una escucha activa que no solo incluya a nosotros mismos, sino también al otro y al entorno, y que ayude con el proceso de tomar decisiones. Comprendemos que es fundamental cambiar el modo de actuar y de cómo, además de reconocer los desafíos a los que se enfrenta la educación en el siglo XXI, tal como lo indica el mundo VUCA (Baldevenites et al., 2022).

En este contexto VUCA, es fundamental fomentar la administración de las emociones para comprender cómo funcionamos bajo la influencia de las emociones que nos dominan y cómo evitar que nos asalten para poder enfrentar los retos del mundo actual.

La educación moderna afronta el reto sin precedentes de preparar a personas que sean capaces de desenvolverse en un ambiente de inestabilidad económica e incertidumbre tecnológica. En este contexto, el paradigma educativo ha evolucionado de la simple transmisión de conocimientos enciclopédicos a reforzar las llamadas habilidades del siglo XXI. El pensamiento

crítico, la colaboración, la comunicación eficaz y la creatividad son parte de este conjunto de competencias que forman el fundamento de la alfabetización moderna. La colaboración y la creatividad promueven que se aborden problemas complejos de manera sinérgica y desde múltiples disciplinas, mientras que el pensamiento crítico posibilita que el alumno distinga la veracidad y relevancia de los datos en la época de la posverdad.

Es esencial esta reformulación pedagógica para eliminar la disparidad de habilidades que actualmente existe entre el ámbito académico y el mundo laboral. La velocidad de la innovación tecnológica conlleva que el objetivo de las entidades educativas no es únicamente preparar a los alumnos para el mercado actual, sino también brindarles la plasticidad cognitiva requerida para trabajar en profesiones que todavía no han sido creadas.

Esto exige una perspectiva que vaya más allá de la inflexible especialización técnica, poniendo en primer plano el "aprender a aprender" y la capacidad de adaptación como elementos estratégicos frente a la inteligencia artificial y la automatización. En estas circunstancias, STEAM constituye un camino eficaz y probado para la integración del conocimiento.

No obstante, su puesta en marcha no es integral sin una visión equitativa que asegure el acceso a estas áreas para todos. Para fomentar la inclusión y reducir la disparidad de género en campos técnicos, se necesita un deber ético y económico. Al diversificar el talento en los campos STEAM, no solo se aboga por la justicia social, sino que también se mejora el ecosistema de innovación al incorporar una gama más amplia de puntos de vista. Finalmente, una formación que mezcle el rigor técnico con la sensibilidad humanística y la equidad es el único camino para edificar una sociedad resiliente, capaz de afrontar exitosamente los desafíos futuros.

1.4. La transición al entorno virtual

Para que se produzca el tránsito hacia la digitalización de la educación, es necesario, en primer lugar, desmitificar profundamente la virtualidad, superando la fase de "enseñanza remota de emergencia" que definió las últimas crisis mundiales. Si bien aquella fue una reacción apresurada y reactiva, la educación virtual con propósito está basada en un diseño instruccional intencionado, en el que la tecnología no reemplaza al aula física, sino que se convierte en un ecosistema ampliado que fortalece el aprendizaje. En este contexto, la virtualidad pasa de ser un obstáculo a ser una ventaja competitiva, particularmente dentro del enfoque STEAM (Peña, 2007).

El acceso a simuladores y laboratorios digitales es uno de los principales puntos fuertes del entorno digital en cuanto a las disciplinas técnicas. Estas herramientas posibilitan que los alumnos investiguen fenómenos complejos, desde reacciones químicas de alto riesgo hasta el comportamiento de estructuras físicas, dentro de contextos seguros, controlados y económicos. La globalización de la cooperación potencia esta habilidad para experimentar, dado que las plataformas digitales hacen posible llevar a cabo proyectos internacionales en tiempo real. La eliminación de las barreras geográficas promueve una inteligencia colectiva en la que alumnos de distintos entornos culturales colaboran para crear soluciones, lo que los capacita para el funcionamiento laboral de la economía global interconectada.

Además, la virtualidad posibilita una personalización del aprendizaje sin igual a través de la analítica de datos. Los profesores, al monitorear el avance del alumno de manera detallada, tienen la posibilidad de detectar vacíos cognitivos y ajustar el contenido o la velocidad a las demandas individuales, convirtiendo así la evaluación en un proceso que es continuo y formativo. Sin embargo, este modo de trabajo enfrenta retos particulares, siendo el mayor de ellos la percepción de que se pierde el componente "hands-on" o contacto directo con instrumentos y materiales.

La formación digital de avanzada induce a la integración, tanto híbrida como tecnológica, a la manera de una compensación por la falta del trabajo manual tradicional. El alumno sostiene un contacto práctico con la materia a través del uso de kits programables de robótica a distancia, la inspección de elementos mediante realidad aumentada y el modelado 3D avanzado. Así las cosas, el "manos a la obra" no se extingue, sino que se convierte en una vivencia de prototipado digital y físico mediada por herramientas que son, al fin y al cabo, las mismas que caracterizan la industria actual.

1.5. Fundamentos Pedagógicos en la Era Digital

Una de las estrategias más eficaces fue el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que, desde un enfoque multidisciplinario, enfrentó a los alumnos con problemas auténticos. La aplicación de esta metodología no solo requirió el uso de conocimientos técnicos, sino también la mejora de habilidades analíticas, comunicativas y cooperativas (Espinoza et al., 2025).

El ABP considera al grupo como la unidad esencial para abordar un problema real y multidisciplinario. Así, se incentivó una participación activa en el proceso de aprendizaje. En el contexto

de la enseñanza de la programación, no se considera a la integración de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas como un agregado sino como una necesidad. Resolver problemas supone enfrentar contextos complejos y entender sus diversas dimensiones. El desafío es ser parte de ese entorno, comprenderlo en profundidad y crear soluciones innovadoras y contextualizadas (Calduch, 2021).

En este proceso, el aprendizaje colaborativo es fundamental. Estos métodos implican que los alumnos colaboren para aprender, asumiendo la responsabilidad de su propio aprendizaje y el de los demás. Esta dinámica modifica los papeles tradicionales del educador y el alumno, y demanda la utilización de herramientas que fomenten la colaboración, el razonamiento y el aprendizaje autónomo.

En la evaluación formativa, se utilizan portafolios digitales como herramienta. En estos, los alumnos registran sus progresos mediante informes, presentaciones y códigos, lo que posibilita la reflexión personal y el seguimiento por parte del docente. Esta práctica fomenta una mejora constante, fundamentada en la evaluación crítica del proceso de aprendizaje propio (Ocampo, 2025).

Otra herramienta pedagógica eficaz es el empleo de analogías, que contribuyen a relacionar ideas abstractas de programación con circunstancias específicas y comprensibles. Por ejemplo, se equipara la programación modular a la creación de estructuras físicas, lo que simplifica la comprensión y estimula a los alumnos a cultivar un razonamiento analítico más organizado.

Los foros fomentan una gran participación estudiantil, teniendo en cuenta las actividades asíncronas. Estos espacios les ofrecen más oportunidades de expresar su perspectiva sobre la relación entre STEAM y programación. Asimismo, al tener en cuenta tanto las plataformas como las herramientas digitales, se establece un uso activo, especialmente en entornos de simulación y desarrollo (Aguilera & Vílchez-González, 2024).

Los alumnos tratan problemas reales como parte de los proyectos integradores, lo que implica una participación multidisciplinaria en un ambiente colaborativo. Esto es esencial para fomentar el trabajo en equipo y poner en práctica los conocimientos obtenidos, favoreciendo el desarrollo de habilidades fundamentales para afrontar retos contemporáneos.

Sin embargo, el eje vertebrador de la educación técnica contemporánea se expresa de manera más clara en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que se establece como el núcleo

metodológico del método STEAM. El ABP facilita que los alumnos encaren problemas del mundo real al integrar de manera orgánica las ciencias, la tecnología y las artes, en contraste con los métodos de enseñanza fragmentada. Al sugerir la creación de productos palpables o soluciones prácticas, esta metodología va más allá de la teoría, lo que otorga sentido al conocimiento y promueve una autonomía cognitiva fundamental para el desarrollo profesional actual (Oliver et al., 2009).

Esta dinámica se alimenta en gran medida del construccionismo de Seymour Papert, que sostiene como premisa principal que el aprendizaje es más eficaz cuando la persona participa en la creación de un objeto externo, ya sea digital o físico (Baptista, 2017). El construccionismo se extiende a la red en la época de la conectividad, hallando un ambiente propicio en los entornos de código, el diseño tridimensional y la robótica virtual.

En estos espacios, el "aprender haciendo" significa manejar variables y repetir procesos continuamente; el alumno no solo utiliza la tecnología, sino que también la crea y la programa, lo cual le ayuda a desarrollar un pensamiento computacional que le facilita comprender cómo está estructurado lógicamente el mundo digital.

Esta transformación hacia un aprendizaje activo requiere que se redefina de manera drástica el papel del maestro. El profesor deja su rol tradicional como único emisor de información y pasa a ser un orientador de indagación y un facilitador de experiencias. En este nuevo rol, el educador organiza recursos tecnológicos, crea situaciones de aprendizaje desafiantes y dirige el proceso de descubrimiento de los estudiantes.

En lugar de proporcionar respuestas acabadas, el mentor plantea las preguntas apropiadas que estimulan la curiosidad y el análisis crítico, guiando al alumno en el manejo del error como una fase esencial de la innovación. De esta manera, el trabajo de los docentes se convierte en un arte de mediación pedagógica que armoniza la ayuda técnica con la libertad creativa requerida para resolver problemas complicados (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2024).

1.6. Perspectivas y Futuro Inmediato

Una nueva era en la producción de conocimiento ha comenzado gracias a la convergencia entre el enfoque STEAM y la Inteligencia Artificial (IA), lo que ha permitido redefinir los límites de la creación y la experimentación. Estudios actuales indican que la inteligencia artificial no

funciona solo como un instrumento de soporte, sino también como una colaboradora cognitiva que agiliza el ciclo de diseño y descubrimiento en el ámbito científico.

En el campo de la experimentación, se pueden modelar fenómenos complejos que antes estaban fuera del alcance del procesamiento humano gracias a los algoritmos de aprendizaje profundo. Estos algoritmos hacen posible analizar grandes cantidades de datos en tiempo real. Este fenómeno, registrado en revistas especializadas en tecnología educativa, subraya la manera en que la IA posibilita a los alumnos y a los científicos pasar de la observación pasiva a una producción de hipótesis respaldada por computación, donde se potencia la creatividad humana gracias al potencial generativo de las máquinas (García et al., 2020).

Esta transformación tecnológica tiene como objetivo primordial la búsqueda de la sostenibilidad y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas, 2022). La metodología transdisciplinaria STEAM, que combina el rigor de las ciencias exactas con la sensibilidad social y ética de las artes y humanidades, se presenta como una alternativa decisiva para enfrentar los desafíos sociales y climáticos a nivel mundial.

Señalan los artículos académicos en el campo de la educación para el desarrollo sostenible y la ecología industrial que es necesaria una alfabetización científica que sea creativa e inclusiva a la vez para solucionar problemas como la transición energética, la gestión de recursos hídricos o la mitigación del cambio climático (Pabón-Rúa et al., 2024).

Desde este punto de vista, la educación STEAM que esté equipada con herramientas de inteligencia artificial facilita la creación de soluciones locales que tienen un efecto a nivel mundial. El pensamiento sistémico aplicado a los retos medioambientales promueve una ciudadanía global que tiene la capacidad de crear sistemas de producción circulares e infraestructuras resilientes.

La literatura científica contemporánea, en última instancia, está de acuerdo en que incorporar la inteligencia artificial dentro del ámbito STEAM no solo mejora la eficiencia técnica, sino que también potencia la habilidad de la sociedad para afrontar las crisis complejas del siglo XXI. Esto convierte a la educación en un impulsor directo de la innovación social y de la regeneración del planeta.



2

CAPÍTULO

**APRENDIZAJE INMERSIVO:
BASES PEDAGÓGICAS Y
COGNITIVAS**

CAPÍTULO 2.

APRENDIZAJE INMERSIVO: BASES PEDAGÓGICAS Y COGNITIVAS

David Fernando Albarrasín Reinoso, Elena Marisol Martínez Gavilánez,
Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero,
Linda Maryuri Toaquiza Iglesias, Jenny Mireya Garcia Fonseca y
Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta.

2.1. Definición y Dimensiones de la Inmersión

En las investigaciones sobre los principales conflictos de la educación en Ecuador, se ha revelado que la deserción escolar, el analfabetismo y la privatización educativa tienen un considerable efecto en la sociedad. En esa línea de pensamiento, es relevante señalar que la motivación de los alumnos por las clases impartidas en los sistemas educativos, particularmente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, no tiene un impacto significativo (Rengifo & Espinoza, 2019).

Hoy en día, se sigue eligiendo una educación tradicional, donde la figura principal es el docente que transmite conocimientos sin tener en cuenta las reflexiones o ideas de los estudiantes. En base a lo dicho anteriormente, es necesario encontrar métodos de enseñanza que atraigan la atención de los alumnos y aseguren su aprendizaje, especialmente si los temas tratados tienen relación con las áreas de ciencias exactas y naturales, donde en algunos casos las temáticas pueden volverse casi incomprensibles en entornos educativos poco agradables.

En este sentido, las metodologías de enseñanza y aprendizaje activas pueden contribuir significativamente a la motivación de los alumnos durante las clases, pues promueven el cultivo de habilidades y destrezas, estimulan el pensamiento lógico-crítico y crean una cultura investigativa (Bayas, 2024).

Examinar las diversas innovaciones y transformaciones en las metodologías de enseñanza requiere la reflexión de todos los participantes en el ámbito educativo. Necesita detenerse para analizar y discutir cómo debe la pedagogía ajustarse a los retos que surgen con el progreso de la información y la tecnología (Ordoñez et al., 2024).

Dentro del marco ya explicado, las estrategias de enseñanza que benefician a los alumnos deben centrarse en varias actividades prácticas que estimulen el razonamiento, la discusión y la generación de ideas por parte del profesor y del alumnado. Además, esto posibilitará que

el alumno tenga diversas vivencias y pueda vincularlas con los conceptos de la materia en cuestión, lo que permitirá alcanzar aprendizajes duraderos y no solo memorísticos. Asimismo, se podría combinar el estudio de los contenidos teóricos de las asignaturas con datos sobre el mundo laboral, lo cual les facilitaría escoger sus estudios en el futuro (Pons & Soto, 2020).

Los progresos en tecnologías como el procesamiento de datos, la visión por computadora y otras han establecido una base para innovadoras soluciones de realidad aumentada (AR), realidad virtual (RV) y realidad mixta (MR). Estas tecnologías, conocidas en conjunto como inmersivas. Los sistemas de hardware y software que generan espacios digitales interactivos en términos visuales o espaciales se conocen como tecnologías inmersivas. Estas tecnologías garantizan promover la innovación y el crecimiento económico en varias áreas, incluida la fuerza laboral, accesibilidad y atención médica (XR Association, 2026), pero desafían las suposiciones y prácticas existentes para las tecnologías digitales (Giaretta, 2024).

Las tecnologías inmersivas pueden generar peligros para la privacidad y la ciberseguridad, algunos de los cuales podrían ser nuevos e inusuales y requerirán manejo; no obstante, también tienen el potencial de ofrecer resguardos de ciberseguridad y privacidad y otros métodos para mitigar riesgos. Los usuarios, siempre, son el centro de estas tecnologías. Por lo tanto, las consideraciones de usabilidad para las tecnologías inmersivas en términos de privacidad y ciberseguridad son críticas.

La comunicación puede ser más o menos efectiva en la información de privacidad y ciberseguridad transmitida por medio de tecnologías inmersivas que a través de los métodos convencionales de visualización e ingreso. Si no se tiene en cuenta la usabilidad en este contexto, existe el riesgo de que los usuarios hagan un mal uso o no empleen las funcionalidades de privacidad, ciberseguridad o incluso las tecnologías mismas.

La transformación de nuestra interacción con lo digital ha sido posible gracias al desarrollo de las tecnologías de la información, que ha llevado a una experiencia más allá de la observación externa, hacia una habitabilidad profunda del espacio virtual. En el núcleo de este fenómeno se encuentra la noción de inmersión, una característica multidimensional que debe ser estudiada a través de una dicotomía básica: la técnica y la psique.

La inmersión es una descripción objetiva y cuantificable de la tecnología, diferenciándola de la presencia, que es el estado psicológico subjetivo de "estar allí" (Al otro lado del espejo,

2026). El continuo de la virtualidad es una estructura que organiza las experiencias a partir del grado de hibridación, desde la Realidad Aumentada hasta la Realidad Virtual. Según este razonamiento, la inmersión no es una condición binaria; más bien, es un proceso técnico que posibilita que el alumno pase de lo físico a lo sintético (Ebe museografía, 2026).

En primer lugar, la inmersión sensorial o tecnológica se refiere a la habilidad de un sistema para reemplazar las percepciones del ambiente físico con estímulos producidos por computadora, empleando dispositivos como sistemas de audio espacial o cascos de visión estereoscópica. Por otra parte, la inmersión cognitiva es el compromiso en términos psicológicos del individuo; en otras palabras, es el nivel de implicación mental que tiene el usuario con la narrativa o la tarea, sin importar cuán avanzado sea el hardware. Esta diferenciación es fundamental, ya que un entorno puede ser rudimentario en términos tecnológicos pero absorbente psicológicamente o al contrario (Slater & Wilbur, 1997).

El llamado continuo de la virtualidad, una estructura teórica que clasifica las tecnologías de acuerdo a su grado de hibridación con el mundo físico, es lo que articula esta gradación de experiencias. La Realidad Aumentada (RA) es uno de los extremos, y consiste en añadir capas de datos digitales al ambiente real sin reemplazarlo, lo que mejora la percepción directa. En el espectro intermedio surge la Realidad Mixta (RM), en la que los objetos virtuales y físicos no solo coexisten, sino que también interactúan en tiempo real, lo cual permite una integración operativa intensa. La realidad virtual (RV) representa el polo opuesto. Esta tecnología sumerge al usuario en un universo completamente sintético, impidiendo que acceda a través de los sentidos al mundo analógico (Bailenson, 2018).

La capacidad para crear presencia y telepresencia, no solo su potencia gráfica, es lo que determina la eficacia pedagógica y funcional de estas herramientas. La telepresencia se refiere a la habilidad de actuar y ser percibido en un lugar simulado o distante; por el contrario, la presencia es la ilusión psicológica de "estar allí", la sensación de residir en el espacio virtual a pesar del mediador tecnológico.

Estos estados se comportan como catalizadores muy potentes del aprendizaje en el contexto educativo, porque estimulan la transmisión de saberes a través de la memoria episódica y la experiencia directa. La sensación de presencia, al eliminar la distancia cognitiva entre el estudiante y el objeto de estudio, posibilita que el aprendizaje deje de ser un asunto teórico

para transformarse en algo vivido. De esta manera, se favorece una comprensión más intensa, intuitiva y perdurable de los conceptos complejos.

2.2. Fundamentos Cognitivos

Para entender cómo la persona procesa la información en contextos tridimensionales, es necesario un análisis interdisciplinario de los principios del conocimiento inmersivo que incluya las neurociencias, la fenomenología y la psicología cognitiva. La Teoría de la Carga Cognitiva, desarrollada por John Sweller, es un soporte fundamental en este diseño (2010), que se enfoca en el grado de carga mental que una tarea concreta representa para la memoria de trabajo de un individuo, lo que tiene consecuencias significativas en la productividad y el desempeño.

Según la explicación de este marco conceptual, hay tres clases de carga cognitiva: *germane*, *intrínseca* y *extrínseca*. La carga *intrínseca* está vinculada con la dificultad inherente de una tarea. La carga *extrínseca* alude a elementos ajenos que pueden obstaculizar la ejecución de la tarea, como las distracciones o la información que no es relevante. En tercer lugar, la carga *germane* está vinculada con el proceso de aprendizaje y la incorporación de información nueva.

Hay una posibilidad de abrumar al alumno con "carga cognitiva extraña" en entornos 3D complejos, que viene de interfaces poco claras o estímulos que no tienen relevancia. Por lo tanto, un diseño instruccional efectivo debe poner primero la "carga pertinente", que es la que se enfoca directamente en procesar y construir esquemas mentales, garantizando que la sofisticación de la tecnología no opaque el propósito pedagógico.

Esta administración de la mente se combina con el enfoque del Aprendizaje Situado y la Cognición Encarnada. El conocimiento no es simplemente un fenómeno cerebral, sino que surge de cómo el cuerpo interactúa con su medio ambiente a través de la interacción entre los sentidos y los movimientos. El cuerpo se transforma en una herramienta de conocimiento en el metaverso. Las acciones físicas, tales como manipular un vector dentro de un espacio con geometría no euclidiana o moverse por simulaciones de fuerzas gravitatorias, fomentan la retención de conceptos abstractos. Esta "cognición en acción" permite que el aprendizaje de la geometría o la física pase de ser una manipulación simbólica a una asimilación kinestésica y espacial, donde el desplazamiento del usuario valida la teoría académica (Alcalá, 2021).

La cognición situada enfatiza la relevancia de la actividad y el contexto, al reconocer que el aprendizaje es un proceso de "enculturación" donde los alumnos se incorporan poco a poco

a una cultura o comunidad de prácticas sociales. Estas comunidades, en el ámbito educativo, fueron denominadas como comunidades de aprendizaje enfocadas en las prácticas. En ellas, la creatividad y el aprendizaje son respaldados y fomentados mediante métodos o estilos que contribuyen a que el individuo aprenda a interactuar con una lógica específica. Esta lógica está vinculada a un grupo de elementos esenciales y básicos, así como a metodologías y modos de actuar y pensar propios de esa comunidad.

Aprender implica, por lo tanto, la adquisición gradual de las maneras de hablar y escribir en ese campo del conocimiento; significa, por ende, hacerse dueño del discurso específico que se considera propio de dicha disciplina. Para esto, no solo es necesario desarrollar habilidades abstractas, genéricas y de desarrollo personal, sino también adquirir técnicas y capacidades que apunten a la realización de los objetivos generales dentro de una disciplina (Ventura, 2013).

El saber en tanto experiencia encarnada es un medio significativo de análisis en la exploración de propuestas epistémicas distintas que tengan el potencial de reinterpretar las relaciones dominantes entre géneros que han permeado los espacios de producción del conocimiento. Al observar el cuerpo, considerando no solamente su naturaleza material, sino también su estructura discursiva y simbólica, nos aproximamos a un entendimiento del conocimiento que no puede separarse de nuestra experiencia con el mundo. Esta perspectiva nos deja entrever de qué manera el género y, en particular, la estructura rígida del binarismo de género, restringen nuestro conocimiento y también a los actores que pueden o no estar involucrados en la elaboración discursiva.

El diálogo encarnado y situado nos posibilita examinar los procesos cognitivos, reconociendo la esencial participación del cuerpo y analizando cómo este se ve afectado por sus relaciones con el medio. Simultáneamente, podemos mostrar cómo los cuerpos y espacios se extienden como mapas de signos que están marcados por distintos niveles de desigualdad, que definen sus significados y sus posibilidades epistémicas, gracias a la perspectiva crítica del conocimiento situado.

Además, esta propuesta de diálogo entre las distintas perspectivas aborda el marco tradicional occidental problematizando la representación cognitiva a través del concepto "enactivo". Al mostrar los procesos cognitivos como el resultado de una práctica relacional e interdependiente, es posible eliminar las fracturas entre el mundo y el sujeto que conoce. Este aspecto ha sido

criticado tanto por la perspectiva enactivista como por las epistemologías feministas, que han calificado de "objetivista" a la idea de un conocimiento que trasciende al sujeto (Acosta, 2022).

En última instancia, el potencial de estas experiencias virtuales se basa en la neuroplasticidad y en la habilidad del cerebro para interpretar simulaciones virtuales como si fueran experiencias auténticas. Las indagaciones actuales en neurociencia indican que el cerebro pone en funcionamiento redes neuronales semejantes, tanto en ambientes físicos como virtuales de alta presencia. Esta equivalencia funcional posibilita que la simulación no se limite a ser un "entrenamiento", sino que además sea una experiencia que deja huellas mnémicas intensas.

Al considerar la virtualidad como una realidad concreta, el sistema nervioso transforma sus conexiones sinápticas, lo que permite transferir habilidades del mundo sintético al mundo analógico con una fidelidad que los métodos tradicionales de enseñanza, que se basan en la observación pasiva, raramente logran equiparar.

2.3. Bases Pedagógicas: Modelos que sustentan la inmersión

El Conectivismo de Siemens, como teoría que sostiene que el aprendizaje es la habilidad de vincular nodos o fuentes de información especializadas, es esencial para la integración de estos instrumentos (Siemens, 2004). Estos nodos en el metaverso se ponen en marcha por medio del Ciclo de Aprendizaje Experiencial, un proceso que permite construir conocimiento a partir de la transformación de la experiencia. El denominado "ciclo de Kolb" genera aprendizajes relevantes en un entorno dinámico y creativo, donde se potencian diversas habilidades del pensamiento, lo que provoca la motivación de los alumnos hacia la ciencia (Méndez, 2024).

Ese proceso se potencia cuando el estudiante alcanza el estado de flujo, caracterizado por Csikszentmihalyi (1990) como una "experiencia óptima" donde la persona está tan involucrada en la actividad que nada más parece importar, permitiendo un compromiso profundo con la tarea pedagógica.

El concepto de estado de flujo es un término psicológico que describe esos instantes de intensa concentración y disfrute profundo en los que no solo se realizan tareas, sino que se convierten en arte, donde cada movimiento se vuelve tan natural como respirar y el tiempo parece deslizarse. Csikszentmihalyi determinó diversas cualidades que definen el estado de flujo:

1. **Concentración completa en la tarea:** Sin distracciones, la atención está completamente concentrada en la actividad en cuestión.
2. **Claridad de metas y retroalimentación instantánea:** El individuo tiene claro lo que debe hacer y recibe retroalimentación instantánea sobre su rendimiento.
3. **Desapego de la autoconciencia:** La conciencia de uno mismo se reduce mientras fluye, y el individuo puede sentirse más conectado con la tarea.
4. **Sensación de dominio sobre la actividad:** El sujeto, pese a las dificultades, siente que tiene el control sobre sus acciones y sus resultados.
5. **Alteración de la percepción del tiempo:** La sensación del tiempo cambia; las horas pueden parecer minutos.
6. **Experiencia que resulta gratificante por sí misma:** La actividad ofrece un placer intrínseco, aun sin gratificaciones externas.
7. **Balance entre el grado de habilidad y el reto:** Los retos de la tarea están en consonancia con las capacidades individuales, evitando así el aburrimiento y la ansiedad (Pereyra, 2026).

El Aprendizaje Situado surge como el marco teórico más sólido para incorporar la inmersión, la virtualidad y la presencia en una estructura curricular firme. Jean Lave y Etienne Wenger fueron los primeros en plantear este modelo, el cual defiende que el conocimiento no es una entidad abstracta e independiente, sino que resulta de la acción, el entorno y la cultura donde se genera y aplica (Lave & Wenger, 1991).

Para poder aprender de manera situada, el alumnado necesita estar en un "entorno auténtico". En este caso, la inmersión cognitiva funciona como el motor que valida la experiencia. Un currículo digital bien elaborado no solo tiene como objetivo que el usuario observe gráficos en 3D (inmersión sensorial), sino también que lo ubique dentro de una participación periférica auténtica. Un simulador de gestión hospitalaria en realidad virtual, por ejemplo, no enseña únicamente protocolos, sino que además obliga al alumno a asumir la función profesional y a tomar decisiones y afrontar el estrés en tiempo real.

El Continuo de la Virtualidad y el Andamiaje Cognitivo. Desde la perspectiva curricular, el continuo de la virtualidad (RA, RM, RV) permite graduar la complejidad del aprendizaje, en los siguientes ambientes:

- **Realidad aumentada (RA):** Brinda información justo cuando el alumno la requiere para resolver una tarea física, desempeñando un rol similar al de un andamiaje en el mundo real.
- **Realidad mixta (RM):** Permite la cooperación socio-constructivista, en la que varios alumnos pueden interactuar con un mismo objeto digital en un área física común.
- **Virtualidad real (RV):** induce la total descontextualización del espacio físico de confort, para llevar al alumnos a ambientes inalcanzables, desde el punto de vista histórico, o peligrosos en extremo.

El diseño curricular debe ir más allá del contenido estático para centrarse en la presencia. Si el alumno tiene la sensación de que "está allí", su mente procesa la información no como un dato leído, sino como una experiencia. Esto convierte el currículo en un conjunto de experiencias episódicas. Además, la telepresencia posibilita que tutores o expertos de cualquier parte del mundo "residan" en el entorno de aprendizaje del estudiante, lo cual fortalece la dimensión social del aprendizaje contextual por medio de la tutoría (mentoring) y el modelado.

Para implementar este modelo, el currículo debe estructurarse mediante las tareas auténticas, es decir, actividades que tengan relevancia en el mundo profesional o social, una evaluación inmersiva que, en lugar de exámenes de opción múltiple, se base en el desempeño dentro del entorno virtual, y, finalmente, la reflexión en la acción, creando espacios dentro de la plataforma digital para que el estudiante analice sus decisiones tras la experiencia inmersiva.

Ahora bien, al integrar las tecnologías inmersivas en la educación, se requiere disponer de un apoyo teórico que supere los modelos tradicionales. Esto lo brinda el Conectivismo de George Siemens, que aporta una base fundamental para la era digital. Bajo esta perspectiva, el aprendizaje no es un acto aislado de adquisición de contenidos, sino un proceso de conexión de nodos especializados dentro de una red. En los entornos inmersivos y el metaverso, estos nodos no son solo fuentes de información estática, sino experiencias vivas y agentes de conocimiento distribuidos (Siemens, 2004).

El alumno se mueve por una red de conocimiento inmersivo donde la capacidad de identificar patrones y conexiones relevantes entre campos diferentes —sean comunidades virtuales, simulaciones o bases de datos interactivas— se vuelve la competencia fundamental. En este

caso, la inmersión funciona como el adhesivo que otorga importancia a cada nodo y facilita que el flujo de información sea constante y multidireccional.

El ciclo de aprendizaje experiencial de David Kolb, que es el que permite que el dinamismo de la red se vuelva operativo, encuentra en el metaverso un laboratorio sin antecedentes. El ciclo comienza con la experiencia concreta, en la que el alumno se ve inmerso en una situación virtual que imita la realidad; después, tiene lugar una observación reflexiva, gracias a que los entornos digitales pueden grabar y replicar las acciones ejecutadas (Méndez, 2024).

Después, el estudiante pasa a la conceptualización abstracta, incorporando sus observaciones en teorías lógicas y concluyendo con la experimentación activa, poniendo a prueba estas nuevas hipótesis en entornos virtuales seguros y controlados. La virtualidad hace posible que este ciclo se repita de manera rápida y por medio de iteraciones, eliminando las barreras económicas o físicas propias de la experimentación real y convirtiendo el error en una fuente inmediata de datos.

Es fundamental llegar a un nivel de compromiso profundo, que Mihaly Csikszentmihalyi ha denominado la Teoría del Flujo (Flow), para que esta navegación por la red y el tránsito por el ciclo experiencial sean exitosos. En el diseño de entornos virtuales, el flujo es la justa proporción entre la dificultad del reto que presenta el entorno y las capacidades cognitivas y técnicas del alumno (Csikszentmihalyi, 1990). Cuando el ambiente virtual es demasiado complicado o la interfaz es intratable, aparece la ansiedad; en cambio, si el desafío no es suficiente, el alumno se siente desconectado y aburrido.

La tecnología inmersiva posibilita que el individuo pierda la noción del espacio físico y del tiempo, al sostener este balance. Así, logra una concentración tal que el aprendizaje se convierte en una experiencia gratificante por sí misma. En última instancia, la combinación de estos tres marcos teóricos hace posible que el aula virtual no se vea como un reemplazo de la presencialidad, sino como un ecosistema dinámico en el que la acción, la motivación y la conexión confluyen para dar lugar a un aprendizaje sumamente significativo.

2.4. El Modelo STEAM Inmersivo: Sinergias Metodológicas

Dentro del enfoque **STEAM**, la tecnología inmersiva actúa como un catalizador de la interdisciplinariedad. La Realidad Virtual, descrita por Bailenson (2018), como una "máquina de empa-

tía", posibilita que los alumnos asuman puntos de vista ajenos, incorporando la sensibilidad humanística en el diseño técnico.

Asimismo, la visualización de datos complejos se beneficia de los principios de Tufte (2001), quien defiende que la excelencia gráfica radica en transmitir ideas complejas de manera precisa, clara y eficiente, lo cual se logra mediante la tridimensionalidad virtual, que transforma los números en estructuras espaciales habitables. Además, este ambiente posibilita que se haga experimentación científica sin riesgos, lo cual disminuye el temor al error e impulsa la investigación propia de las disciplinas científicas.

El STEAM incorporado en los entornos de virtualidad avanzada, conlleva a un rediseño de la práctica educativa, en el que se evidencia una interdisciplinariedad mediante una interacción técnica y creativa sin igual. El primer pilar esencial de este ecosistema es la investigación dirigida en laboratorios virtuales, que brinda contextos experimentales que combinan la alta fidelidad científica con una seguridad total.

El método científico en estos espacios no se ve afectado por la falta de materia física; al contrario, los alumnos tienen la oportunidad de indagar hipótesis extremas, manipular sustancias dañinas o llevar a cabo disecciones microscópicas repetidamente gracias a la simulación de variables físicas, químicas o biológicas. Esta libertad en el experimento, carente de peligros físicos y restricciones en los suministros, promueve una curiosidad intensa y un aprendizaje basado en la exploración que es fundamental en las disciplinas científicas (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2024).

La visualización de datos complejos, que incluye una alfabetización visual avanzada y la fusión de los componentes tecnológicos y artísticos del STEAM, se añade a esta experimentación. A través de la Realidad Virtual (RV), el flujo abstracto de datos numéricos pasa de ser una representación bidimensional a convertirse en estructuras espaciales que se pueden entender y habitar. Ya no solamente observa una gráfica el alumno, sino que se sumerge en ella: puede desplazarse por una cadena de ADN, navegar por una red de Big Data o ver la conducta de los fluidos en tiempo real. Este "arte de la visualización" no es simplemente estético, sino que tiene una función, porque emplea la profundidad y la escala para disminuir el esfuerzo cognitivo, lo que permite detectar patrones y anomalías que serían indetectables en formatos convencionales.

En última instancia, el diseño y la creación de prototipos en 3D dentro de la inmersión espacial solidifica la magnitud de la ingeniería y la tecnología. La gestión de volúmenes en el espacio virtual posibilita una comprensión volumétrica y háptica del diseño arquitectónico e industrial, lo cual es distinto a los sistemas CAD tradicionales. La ingeniería se experimenta a través de la gestualidad: el alumno tiene la capacidad de "dar forma" a elementos, ensamblar motores a escala real o analizar la ergonomía de una estructura antes de que esta sea producida físicamente.

El ciclo de innovación se acelera con el proceso de prototipado virtual; además, este facilita que la funcionalidad y la estética se integren sin problemas, lo cual completa el círculo del enfoque STEAM al transformar la abstracción técnica y matemática en una realidad concreta y operativa en el metaverso (Yakman, 2008).

2.5. Beneficios Psicológicos y Motivacionales

La convergencia de las disciplinas STEAM en los entornos inmersivos no solamente transforma la adquisición de habilidades técnicas, sino también hace más humano el proceso educativo al incorporar aspectos éticos, psicológicos y narrativos. Una de las bases esenciales de esta integración es el incremento de la empatía, un fenómeno que ha llevado a que la realidad virtual sea llamada "máquina de empatía".

La inmersión quiebra la barrera de la observación pasiva cuando se deja que el alumno viva contextos históricos, sociales o artísticos distintos a su realidad inmediata —ya sea experimentando lo que es vivir en un campo para refugiados o "metiéndose" físicamente dentro de la estructura de una obra pictórica. Esta habilidad de adoptar diversos puntos de vista es fundamental en la metodología STEAM, ya que proporciona al ingeniero y al científico una sensibilidad humanística indispensable para crear soluciones tecnológicas que aborden problemas humanos complejos y reales.

A la par, el éxito de este ecosistema inmersivo consiste en disminuir el temor a equivocarse. En la educación convencional de las ingenierías y las ciencias, el error frecuentemente es penalizado debido al costo de los materiales o al riesgo físico que implican los experimentos. Sin embargo, el entorno virtual se establece como un "espacio seguro" de alta fidelidad en el que no experimentar fallas es una señal de derrota, sino una información valiosa para la iteración.

Al suprimir las consecuencias punitivas del error, se promueve una mentalidad de crecimiento y una capacidad de resiliencia cognitiva que posibilita al alumno continuar en la solución de problemas complejos, característica propia de los procesos de pensamiento científico avanzado que persigue la innovación mediante el ensayo y el aprendizaje constante.

La gamificación y el compromiso, que potencian esta estructura de aprendizaje, tienen a la narrativa inmersiva como motor de la motivación intrínseca. La gamificación en ambientes virtuales de alta presencia, a diferencia de los sistemas de recompensa extrínsecos, compromete al estudiante en un proceso de descubrimiento que vincula el avance con la adquisición de destrezas dentro de un contexto relevante (Zamora et al., 2022).

La incorporación de componentes de diseño de juegos, como la superación por niveles, el feedback instantáneo y la solución de retos en una narración lógica, convierte el currículo en una experiencia inmersiva. En este contexto, el compromiso profundo no se origina de la obligación académica, sino de la curiosidad y del deleite que produce vencer desafíos técnicos y creativos en un entorno virtual que identifica y responde a cada acción del alumno, estableciendo así un ciclo de aprendizaje tan riguroso como estimulante.

2.6. Desafíos y Consideraciones Éticas

A pesar de las promesas que ofrece el enfoque STEAM, la aplicación de estas tecnologías afronta retos serios que van más allá del ámbito pedagógico y se extienden a los ámbitos social, ético y biológico. Uno de los obstáculos inmediatos más duraderos es la cinesia o ciberenfermedad, un conflicto sensorial que se produce cuando el sistema vestibular detecta una falta de concordancia entre lo que ve el usuario en un entorno inmersivo y su inactividad física.

Este malestar, que se expresa a través de la fatiga y las náuseas, supone una barrera importante para el bienestar digital y restringe los tiempos de exposición requeridos para los procesos de aprendizaje profundo. Por lo tanto, el diseño curricular bajo el enfoque STEAM necesita incorporar no solo la excelencia técnica, sino también procesos ergonómicos a nivel cognitivo que aseguren una inmersión prolongada y sostenible desde un punto de vista saludable.

La implementación de estos sistemas, a pesar de su potencial, enfrenta obstáculos significativos. El malestar provocado por el movimiento, o cinetosis, continúa siendo un reto fisiológico significativo en las experiencias de larga duración. A esto se añade la inquietud por la

privacidad, ya que los ambientes inmersivos recopilan datos biométricos que son un "rastreo cognitivo" delicado (Fagan & Gilbert, 2025).

Si el acceso al hardware necesario no es justo, la brecha digital se ampliará, lo que contradice los principios de inclusión que instituciones como la UNESCO fomentan para la alfabetización informacional y mediática en el siglo XXI; por tanto, existe un riesgo latente de una nueva exclusión educativa (UNESCO, 2024).

Con respecto a la política y la sociedad, existe el peligro inmediato de que se genere una brecha en el acceso, lo cual podría agravar las desigualdades educativas ya existentes. El enfoque STEAM intenta democratizar el saber científico y tecnológico, pero la gran dependencia de hardware avanzado —por ejemplo, guantes hápticos, visores de gama alta y conexiones con baja latencia— podría dar lugar a una nueva clase de exclusión. Si el acceso a los laboratorios virtuales y a los ambientes de prototipado en 3D solo se limita a las organizaciones con gran capacidad económica, existe la posibilidad de que el metaverso educativo se vuelva un privilegio de tipo tecnocrático, rompiendo así la promesa de una educación científica justa y para todos.

Por último, la incorporación de estas herramientas en el aula digital presenta serios problemas relacionados con la privacidad y los datos biométricos. Los ambientes inmersivos, a diferencia de las plataformas educativas convencionales, pueden seguir el "rastreo cognitivo" del alumno; esto incluye desde el seguimiento ocular y la frecuencia cardíaca hasta los patrones de movimiento gestual.

A pesar de que estos datos son útiles para medir el estado de flujo y personalizar la enseñanza, constituyen una invasión sin precedentes en la intimidad del individuo. Es fundamental crear marcos regulatorios que salvaguarden la soberanía de los datos biopersonales del alumnado dentro de un currículo STEAM ético, garantizando que el análisis del aprendizaje no se transforme en una herramienta para vigilar o explotar conductas, sino que siga siendo exclusivamente un medio para promover el desarrollo académico y humano.



3

CAPÍTULO

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL
APLICADA A LA EDUCACIÓN**

CAPÍTULO 3.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA EDUCACIÓN

Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta, David Fernando Albarrasín Reinoso, Elena Marisol Martínez Gavilánez, Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero, Linda Maryuri Toaquiza Iglesias y Jenny Mireya Garcia Fonseca.

3.1. La convergencia entre IA y STEAM

Incorporar la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo actual no solo implica adoptar una tecnología; supone una reforma de los procesos creativos y de pensamiento. Para entender este fenómeno, es necesario definir operativamente el término para que no se limite al software. La inteligencia artificial debe ser comprendida como un sistema que engloba otros sistemas, el cual tiene la capacidad de procesar grandes cantidades de información para llevar a cabo tareas que, de manera convencional, necesitaban del análisis humano. Ejemplos de estas tareas son la inferencia lógica, el reconocimiento de patrones y la producción de contenido original (Piarpuezan et al., 2024).

La posibilidad de personalizar el aprendizaje y la puesta en marcha de sistemas de evaluación automatizados son algunos de los beneficios más importantes que conlleva integrar la inteligencia artificial a la educación. Esto puede mejorar la precisión y eficiencia en los procesos educativos. Al mismo tiempo, se hace evidente la importancia de enfrentar retos técnicos y éticos para asegurar que la inteligencia artificial sea utilizada de manera eficaz y responsable. En la actualidad, es muy importante desarrollar una estrategia integral que busque maximizar el potencial transformador de la inteligencia artificial en ámbitos educativos, y que proponga líneas para investigaciones futuras y aplicaciones prácticas.

Desde este punto de vista, la inteligencia artificial deja de ser únicamente un objeto de estudio, como lo vería el enfoque tradicional de la alfabetización digital, y se convierte en una herramienta de creación proactiva, en un "copiloto" intelectual que potencia las habilidades humanas en vez de solo automatizarlas. La sinergia IA-STEAM es donde esta transición se ve de manera más intensa.

La IA no funciona de manera aislada, sino que es el producto de una convergencia disciplinar: emplea las matemáticas rigurosas (cálculo multivariable y álgebra lineal) y la estructura de

la ingeniería de datos con el fin de simular soluciones a problemas complejos. En el campo de la ciencia, esta sinergia posibilita predecir estructuras proteicas o desarrollar modelos climáticos. En el ámbito artístico, las redes neuronales hacen posible explorar estéticas que antes eran inaccesibles, fusionando la lógica algorítmica con la sensibilidad creativa. De esta manera, la ingeniería ofrece el "cómo", la ciencia el "por qué" y el arte el "para qué", haciendo de la IA una especie de tejido conectivo que integra estos campos en un proceso de trabajo integral (Román-Acosta, 2024).

La situación es que el modelo educativo se ha trasladado del "Aprender sobre IA", que incluye la comprensión de sus algoritmos y ética, al "Aprender con IA" en contextos virtuales de aprendizaje. Esta transformación supone que el alumno incorpora a la IA en su ecosistema cognitivo. La inteligencia artificial, en las aulas virtuales, funciona como un andamiaje individualizado que ajusta los contenidos a la velocidad del usuario, haciendo que el proceso de aprendizaje se convierta en una experiencia de descubrimiento asistido.

El estudiante desarrolla una competencia estratégica al "aprender con" estas herramientas, en la que la máquina se ocupa de los cálculos pesados, lo cual posibilita que el individuo se centre en el pensamiento crítico, la formulación de preguntas intrincadas y la síntesis innovadora de soluciones.

La estructura del conocimiento pedagógico tecnológico de contenido (TPACK, por las palabras en inglés "Technological Pedagogical Content Knowledge"), desarrollada por Mishra y Koehler (2006), históricamente, ha sido el modelo estándar para medir la competencia de los docentes en contextos digitales. Su importancia se basa en su habilidad para funcionar como una "lente regulatoria". Este enfoque es esencial ya que fuerza a los docentes a fundamentar la incorporación de tecnología (TK) mediante perspectivas pedagógicas (PK) y disciplinares (CK), garantizando así que la tecnología se utilice con fines educativos y evitando, por lo tanto, el determinismo tecnológico acrítico (Solís & Maldonado, 2021).

TPACK funciona como un "filtro regulador" que conecta la tecnología con las metas pedagógicas (PK) y de contenido (CK). Sin embargo, su formulación convencional no es suficiente. Por ello, para lograr una aplicación responsable, es fundamental integrar la IAG en el contexto STEAM, que fomenta la interdisciplinariedad y la solución de problemas reales.

Es necesario redefinir el conocimiento pedagógico tecnológico (TPK) para incluir la ingeniería de prompts (PE) como una estrategia didáctica avanzada (por ejemplo, Chain-of-Thought prompting); también se debe ampliar el conocimiento tecnológico del contenido (TCK) para integrar la alfabetización crítica del contenido generado (como la detección y curación de sesgos). Además, se necesita expandir obligatoriamente el conocimiento contextual extendido (XK), de modo que las instituciones puedan administrar la gobernanza ética y el impacto social a largo plazo de la IAG (Di Blasi, 2025).

Una ingeniería de prompts (PE), como táctica pedagógica, puede ser usada para transformar el conocimiento pedagógico y tecnológico (TPK). Esto implica que el maestro tiene que instruir a sus estudiantes para que sean "encantadores de tecnología" (technology whisperers). En una clase STEAM, esto significa ejercicios en los que la meta no es la respuesta, sino el perfeccionamiento repetido de la pregunta.

En vez de solicitar "Calcula la trayectoria del proyectil", por ejemplo, el maestro pide: "Confecciona un trío de mandatos distintos para que la IA de una explicación para cada uno de los siguientes auditorios: un niño de apenas cinco años de edad, un estudiante de física y un ingeniero aeroespacial. Examinar los fallos en cada respuesta producida". Este ejercicio examina el CK (conocimiento físico para identificar fallos) y el TPK (saber cómo modular la herramienta).

Esto tiene importantes consecuencias en la formación de los maestros, que debe poner el PE avanzado como prioridad no solo como una habilidad técnica, sino también como una técnica pedagógica. La técnica del Chain-of-Thought prompting (CoT), que pide al modelo que muestre sus pasos de razonamiento, es decisivo para transformar la IAG en un "socio cognitivo". La IAG requiere que el dominio contextual clásico del TPACK se expanda hacia un conocimiento contextual extendido (XK). Este ámbito es decisivo para manejar las consecuencias sociales y éticas de la IA. La reducción de riesgos sistémicos necesita un modelo de sistema institucional, a diferencia del TPACK, que es un modelo micro (enfocado en el profesor) (Di Blasi, 2025).

3.2. IA Generativa y la Creatividad en la "A" de STEAM

La inteligencia artificial actúa como un catalizador en el desarrollo del STEAM, difuminando los límites entre la intuición estética y la precisión técnica. El arte incluye tanto la creación artística conjunta como el diseño. Esto se manifiesta claramente con la aplicación de modelos de difusión o algoritmos que tienen la capacidad de sintetizar imágenes complejas a partir de

descripciones textuales, lo que ha transformado radicalmente el prototipado visual y conceptual. Estos modelos hacen posible que los artistas y diseñadores desarrollen ideas abstractas a una velocidad sin igual, convirtiendo el error algorítmico en una oportunidad estética.

La inteligencia artificial, en vez de reemplazar al creador, funciona como un espejo generativo que amplía el rango de posibilidades y permite una indagación morfológica que combina la libertad del diseño moderno con los principios de simetría matemática (Caballero, 2024).

La inteligencia artificial unifica el pensamiento crítico y la escritura creativa. Para la divulgación de la ciencia, es esencial en el modelo STEAM tener la habilidad de escribir con claridad y argumentar con precisión. En este caso, la inteligencia artificial no solo ayuda con la gramática, sino que también actúa como un "abogado del diablo" para el debate y el establecimiento de hipótesis.

El investigador tiene la posibilidad de someter sus premisas a un análisis lógico inmediato cuando interactúa con modelos de lenguaje, examinando situaciones alternativas y perfeccionando su discurso. Este ejercicio de "prompt engineering" es una nueva forma de retórica digital en la que el pensamiento humano se afina cuando se intenta dirigir la amplia base de conocimiento de la máquina para resolver problemas complejos (Sandoval et al., 2020).

La inteligencia artificial generativa (IA) es capaz de transformar la educación al promover la interactividad y la creatividad en el salón de clases, además de ofrecer un método adaptativo y personalizado para aprender. Los modelos de lenguaje avanzados y las Redes Neuronales Generativas (GAN) son tecnologías que posibilitan la producción de contenido original, lo cual promueve la creatividad en los alumnos. Estas herramientas son capaces de crear textos, imágenes y otros recursos educativos, brindando nuevas maneras de expresión y aprendizaje creativo.

La programación asistida permite que la dimensión técnica del modelo se potencie, y en este contexto los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM) juegan un rol pedagógico fundamental para aprender a codificar en proyectos de ingeniería. Hoy en día, para acceder a la programación no es suficiente con memorizar sintaxis estrictas, sino que también es necesario entender la lógica computacional. Los LLM posibilitan que los alumnos de ingeniería conviertan ideas abstractas en líneas de código funcionales con fluidez, funcionando como tutores en tiempo real que indican fallos y proponen mejoras.

Esta integración garantiza que el componente tecnológico de STEAM sea dinámico y accesible, lo que posibilita que la atención se mantenga en la creación de soluciones concretas y en la innovación, logrando así una armonía entre la visión artística y la funcionalidad ingenieril (Aparicio, 2023).

Ilustración 1. IAG integrada en la educación con modelo STEAM



Imagen generada por Gemini Google a partir del texto

Los sistemas de recomendación generativa tienen la capacidad de proponer imágenes, textos o ideas en el campo creativo que motiven a los usuarios y colaboren con sus procesos creativos. Los sistemas de recomendación generativa, en el ámbito educativo, tienen la capacidad de sugerir materiales para estudiar, recursos didácticos y actividades que se ajusten a la forma de aprender y al nivel de conocimiento individuales de cada alumno. Esto tiene el potencial de optimizar la efectividad del aprendizaje al brindar contenido pertinente y ajustado a las necesidades específicas de cada estudiante (García et al., 2020).

3.3. Personalización y adaptabilidad del tutor inteligente en la virtualidad

Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) son plataformas que buscan imitar la tutoría humana y brindar a los alumnos un soporte individualizado a través de orientación y retroalimentación adaptadas a sus requerimientos. Estos sistemas optimizan la eficacia de la enseñanza, posibilitando que los alumnos progresen a su propio ritmo y se enfoquen en áreas donde requieren más apoyo. Asimismo, brindan un acompañamiento individualizado que les per-

mite sobrepasar limitaciones como la escasez de recursos y los altos índices de alumnos. A través del seguimiento del avance de los alumnos, los STI posibilitan la creación de perfiles de aprendizaje minuciosos (Troncoso et al., 2023).

En varias áreas de la educación, se ha evidenciado el potencial de los STI. No obstante, los STI también tienen que afrontar retos como la personalización excesiva, la cual puede disminuir las interacciones sociales (Moreno, 2019), o la ausencia de empatía y factores emocionales en la tutoría, aunque se están generando STI afectivos para abordar esta cuestión. Asimismo, se presentan retos como la falta de una base pedagógica firme, la resistencia al cambio, los sesgos y la dependencia tecnológica.

La computación afectiva tiene el potencial de reducir estos problemas al incluir la detección y transmisión de estados emocionales, lo cual podría contribuir a consolidar el compromiso con el aprendizaje (Tirocchi, 2022).

La transformación de la enseñanza individualizada mediante el desarrollo de los Tutores Inteligentes de IA en el modelo STEAM es un avance significativo, ya que convierte el salón de clases en un laboratorio de aprendizaje activo y focalizado en el alumno. El eje central de esta revolución son los Sistemas de Aprendizaje Adaptativo, que operan a través de algoritmos de inferencia que analizan el rendimiento del estudiante en tiempo real. En el marco de desafíos en matemáticas y ciencias, la IA no solo evalúa las respuestas; también examina el método de resolución, la duración de la respuesta y los modelos de error.

Cuando un alumno tiene dominio fluido del cálculo de una trayectoria física, el sistema aumenta la dificultad del problema añadiendo variables extra, como la resistencia del aire. En cambio, si se percibe que el estudiante está frustrado o bloqueado, el tutor inteligente divide el reto en pasos más sencillos o brinda una analogía visual, manteniendo siempre al alumno en su "zona de desarrollo próximo" (Carbonel & Hernández, 2024).

La analítica de aprendizaje (Learning Analytics) es esencial para que esta personalización tenga éxito. Esta herramienta posibilita la detección precoz de vacíos conceptuales que, con frecuencia, se ignoran en proyectos interdisciplinarios complejos. Por ejemplo, en un proyecto de robótica en el que se unen arte e ingeniería, el análisis de datos puede mostrar que un alumno no tiene problemas con la lógica de programación, sino con los fundamentos geométricos subyacentes requeridos para que el brazo robótico se mueva.

Los profesores pueden actuar con exactitud quirúrgica antes de que las deficiencias se conviertan en un impedimento insuperable, asegurando así que el flujo creativo del modelo STEAM no sea obstaculizado por fundamentos teóricos débiles, al mapear estas carencias de manera visual y predictiva (VanLehn et al., 2023).

La habilidad de promover la inclusividad y accesibilidad es lo que verdaderamente demuestra el potencial democratizador de la IA en STEAM. Las herramientas de inteligencia artificial están removiendo obstáculos decisivos para los alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE). La inteligencia artificial garantiza que la expresión artística y el rigor científico sean accesibles para todos a través de sistemas de reconocimiento de voz con alta precisión, interfaces de comunicación aumentativa para alumnos con trastornos del espectro autista o visión artificial, que explica ambientes experimentales para estudiantes con problemas visuales. Estas tecnologías funcionan como equalizadores de oportunidades, posibilitando que la diversidad funcional se transforme en un manantial de nuevos puntos de vista en el proceso de innovación creativa y científica.

3.4. Aplicaciones Prácticas de la IA en las Disciplinas STEAM

Integrar la inteligencia artificial (IA) en las disciplinas STEAM ya no es una promesa tecnológica, sino que se ha transformado en el motor de un nuevo enfoque de investigación y creación interdisciplinaria. En un tema de ciencias, la inteligencia artificial puede hacer las veces de un poderoso microscopio computacional. Esto posibilita que se simule el plegamiento de proteínas, un desafío histórico en la biología molecular, a través de algoritmos predictivos que solucionan en minutos configuraciones que antes requerían años de experimentación. Esta evaluación de extensas cantidades de datos experimentales posibilita que los científicos detecten correlaciones encubiertas en fenómenos genómicos o climáticos, lo cual acelera el proceso del descubrimiento empírico (Peckham et al., 2025).

La IA se manifiesta en el pilar tecnológico como la infraestructura oculta que asegura la integridad y eficiencia de los sistemas contemporáneos. Los algoritmos de aprendizaje automático manejan el tráfico de datos de manera predictiva al optimizar redes, lo que disminuye la latencia y el uso de energía. En el ámbito de la ciberseguridad, estos sistemas funcionan como centinelas independientes que pueden identificar patrones de ataque y anomalías en milisegundos, mejorando continuamente para salvaguardar espacios digitales esenciales.

La ingeniería ha descubierto que el diseño generativo representa un cambio de paradigma fundamental. Ya no se trata únicamente de esbozar soluciones, sino de fijar parámetros y permitir que la IA indague en miles de posibilidades para encontrar estructuras arquitectónicas o mecánicas con la máxima eficacia. Este método posibilita la creación de partes con una relación óptima entre peso y resistencia, frecuentemente replicando formas orgánicas que reducen el material sin poner en riesgo la integridad estructural, lo cual es esencial en la ingeniería civil y aeroespacial actual (Peckham et al., 2025).

Por otra parte, las Artes han ampliado sus fronteras a través de la curaduría de contenidos digitales interactivos y la creación algorítmica. Con la IA, los creadores tienen la posibilidad de indagar en nuevas gramáticas visuales y sonoras, en las que la obra no es un objeto invariable, sino un sistema dinámico que interactúa con el espectador. Esta habilidad de procesar y estructurar información estética permite una curaduría inteligente que vincula al usuario con experiencias culturales a medida, lo cual redefine la relación entre el creador, la obra y el público.

En las Matemáticas, que son la lengua que respalda todo el modelo, se ven favorecidas por la visualización dinámica de funciones complejas, lo cual posibilita que ideas abstractas aparezcan de manera palpable y manipulable. La inteligencia artificial no solo hace más fácil la representación gráfica de dimensiones más altas, sino que también proporciona una solución guiada a los problemas, en la cual el alumno o investigador obtiene sugerencias lógicas y retroalimentación instantánea, convirtiendo el rigor matemático en un instrumento de indagación intuitiva y extremadamente potente (Wallkington, 2025).

Tabla 1. *Aplicaciones de IA en las disciplinas STEAM*

Disciplina	Aplicación de la IA
Ciencia	Simulación de plegamiento de proteínas y análisis de grandes volúmenes de datos experimentales.
Tecnología	Optimización de redes y ciberseguridad mediante algoritmos de aprendizaje automático.
Ingeniería	Diseño generativo para estructuras arquitectónicas o mecánicas eficientes.
Artes	Composición algorítmica y curaduría de contenidos digitales interactivos.
Matemáticas	Visualización dinámica de funciones complejas y resolución guiada de problemas.

Adaptado de (Peckham et al., 2025)

3.5. Ética y Pensamiento Crítico en el uso de la IA integrada al STEAM

Integrar la IA con el modelo STEAM requiere no solo habilidades técnicas, sino también un marco de valores que asegure un avance tecnológico equitativo y humano. Es esencial que los estudiantes de ingeniería y ciencias discutan primero sobre los sesgos algorítmicos. Entender cómo se entrena la información no es simplemente un ejercicio de estadística; es una obligación ética.

La IA reproducirá y acentuará estas injusticias en sus predicciones si los conjuntos de datos de entrenamiento no tienen representatividad o muestran prejuicios históricos. La alfabetización en IA en STEAM, por lo tanto, debe preparar a los estudiantes para auditar la procedencia de los datos, fomentando una actitud crítica que cuestione la supuesta neutralidad del algoritmo y fomente el desarrollo de sistemas inclusivos desde su arquitectura fundamental (Di Blasi, 2025).

Esta responsabilidad ética incluye la integridad académica, que atraviesa un proceso de reestructuración debido a la omnipresencia de las herramientas generativas. La evaluación en proyectos virtuales no puede enfocarse únicamente en el producto final, que podría ser creado de manera independiente por una inteligencia artificial. Debe incluir también la habilidad de síntesis del estudiante, su capacidad lógica y el proceso de iteración.

Para redefinir la evaluación, se debe avanzar hacia modelos de desempeño en los que se aprecien tanto la originalidad de la pregunta como el respaldo argumentativo del resultado. En este nuevo paradigma, se comprende la integridad como la claridad en el uso de la tecnología: el estudiante reconoce que la IA es un asistente, pero toma el compromiso intelectual de las conclusiones alcanzadas (UNESCO, 2021).

El concepto de "Human-in-the-loop" (el humano en el ciclo) se establece como la última línea de defensa donde confluyen las artes y la tecnología. A pesar de que la inteligencia artificial tiene la capacidad de procesar millones de variables y producir patrones estéticos sofisticados, no posee la intencionalidad, la sensibilidad ética ni la experiencia vivida que caracterizan el juicio humano.

En el modelo STEAM, la supervisión humana garantiza que el procesamiento automatizado esté subordinado a las perspectivas científicas y artísticas. El profesional del futuro tiene que comportarse como el árbitro final que determina qué soluciones son no solo viables en térmi-

nos técnicos, sino también dignas de ser deseadas a nivel social y significativas desde el punto de vista estético, manteniendo la creatividad humana como el motor del avance.

La elaboración ética acerca de la IAG ha ido estableciendo perspectivas íntimamente conectadas, basadas en el imperativo de que el sistema sea transparente. Esta transparencia implica que toda información, decisiones y procesos relacionados con la toma de decisiones y las suposiciones disponibles para las partes interesadas deben contribuir a una mejor comprensión de los sistemas de IAG y sus resultados asociados (Blasquez, 2022).

Es importante tener en cuenta tanto las ventajas y beneficios de la IAG en la educación, como también algunas cuestiones que generan preocupaciones legítimas sobre asuntos como la supervisión y la transparencia, para obtener una perspectiva equilibrada de su significado.

Una de las cuestiones a resolver es determinar con certeza cómo entrenar estas herramientas tecnológicas, si pertenecen a empresas que se ocupan de su entrenamiento sin proporcionar detalles sobre la protección garantizada para los usuarios frente a información errónea o interacciones perjudiciales. Asimismo, hay un impacto político particular de esta tecnología que justifica cuestionarse sobre las salvaguardias existentes contra la utilización de la IAG generativa para propagar información incorrecta o discriminatoria.

El impacto medioambiental de estas tecnologías, que se forman con conjuntos de datos cada vez más grandes y, por lo tanto, requieren un consumo energético en aumento, es otra inquietud. Asimismo, es pertinente cuestionar si hay sesgos injustos y si son accesibles a todo el mundo. Respecto a la privacidad, la gobernanza de datos, la seguridad y la robustez técnica, existen preguntas que necesitan respuesta sobre el modo en que se emplea, almacena o distribuye el contenido protegido por derechos de autor o los datos de los usuarios. La pregunta de quién tiene acceso a los datos del usuario también es relevante.

3.6. El Futuro de la IA en la Educación Virtual

La educación basada en el modelo STEAM se dirige hacia una fusión sin precedentes entre la simulación avanzada y la realidad física, en la que la inteligencia artificial funciona como el tejido conectivo de experiencias de aprendizaje ubicuas. El primer paso para definir este horizonte es la consolidación de los agentes pedagógicos inteligentes. Estos avatares, que cuentan con habilidades para el procesamiento del lenguaje natural y la identificación de

emociones, residen en ambientes inmersivos de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV) para desempeñarse como mentores accesibles todos los días, a cualquier hora.

En contraste con los sistemas de tutoría convencionales, estos agentes no solo solucionan interrogantes fácticas, sino que también orientan al alumno por medio de procesos heurísticos. Ajustan su nivel de orientación —que va desde la instrucción directa hasta el andamiaje socrático— en función del estado emocional y cognitivo del aprendiz, lo cual se determina a través de un análisis biométrico y comportamental en tiempo real (Salmeron et al., 2023).

La implementación de Gemelos digitales (Digital Twins) está transformando la infraestructura pedagógica en las nubes de aprendizaje, lo que complementa esta personalización del acompañamiento. La IA posibilita la duplicación de laboratorios físicos, de maquinaria industrial o de ecosistemas biológicos con una exactitud técnica total, en la que cada variable física se comporta exactamente igual que en el mundo real, conforme a las leyes de la mecánica de fluidos, la óptica y la termodinámica.

Estos gemelos digitales posibilitan que los alumnos de ciencia e ingeniería ejecuten experimentos con alto coste o riesgo elevado de manera segura y repetible desde cualquier punto geográfico. Cuando se incorpora la IA en estas simulaciones, el sistema tiene la capacidad de producir escenarios de fallo predictivo. De este modo, el alumno es forzado a solucionar problemas complejos de diseño o mantenimiento en un ambiente controlado que proporciona datos empíricos altamente precisos, lo que anula las barreras entre el laboratorio presencial y el espacio virtual.

Para llevar la teoría a la práctica, es decisivo disponer de herramientas que no sólo automatizan las tareas, sino que también mejoren el diseño y la investigación. En la actualidad, la inteligencia artificial es capaz de ir más allá de un simple diálogo, para convertirse en un grupo de "copilotos" especializados.

Algunas herramientas clave de la IA, adaptados al modelo **STEAM**, son las siguientes:

S - Science (Ciencia)

- **Consensus / Elicit:** Buscadores científicos basados en IA que extraen conclusiones directamente de artículos revisados por pares, ideales para que los estudiantes fundamenten sus hipótesis con evidencia real.

- **AlphaFold (vía bases de datos educativas):** Para visualizar y predecir estructuras de proteínas, permitiendo a los estudiantes de biología entender la complejidad molecular en 3D.
- **ChatGPT (con modo avanzado de datos):** Utilizado para analizar grandes sets de datos experimentales, generar gráficos y detectar anomalías en experimentos químicos o biológicos.

T - Technology (Tecnología)

- **GitHub Copilot / Replit Ghostwriter:** Esenciales para el aprendizaje de programación. No solo escriben código, sino que explican la lógica detrás de cada función, actuando como un tutor de programación 1:1.
- **Perplexity AI:** Para la investigación tecnológica y curación de fuentes técnicas actualizadas, evitando las alucinaciones de modelos menos precisos.
- **Tinkercad con IA de diseño:** Herramientas que ayudan a optimizar circuitos electrónicos o sugerir componentes basados en el objetivo del proyecto.

E - Engineering (Ingeniería)

- **Autodesk Generative Design:** Una herramienta de nivel profesional (con versiones educativas) que utiliza IA para crear miles de variantes de diseño de una pieza basadas en restricciones de peso, material y resistencia.
- **Luma AI / Polycam:** Para el escaneo 3D mediante NeRF (campos de radiancia neuronal). Los estudiantes pueden convertir objetos reales en modelos digitales 3D precisos para ingeniería inversa.
- **Claude 3.5/4 (Análisis de visión):** Capaz de analizar esquemas técnicos o diagramas de flujo dibujados a mano y sugerir mejoras estructurales o detectar errores de diseño.

A - Arts (Artes)

- **Midjourney / DALL-E 3:** Para el prototipado visual rápido y la exploración de conceptos estéticos antes de la ejecución física o digital.
- **Suno / Udio:** Para la creación de paisajes sonoros y composiciones musicales que acompañen proyectos de video o instalaciones interactivas.

- **Adobe Firefly:** Integrado en Photoshop, permite a los estudiantes experimentar con la edición ética de imágenes mediante rellenos generativos que respetan los derechos de autor.

M - Mathematics (Matemáticas)

- **Photomath / Wolfram Alpha:** Motores de conocimiento computacional que no solo dan el resultado, sino que desglosan el razonamiento lógico-matemático paso a paso.
- **Graphy:** Para crear visualizaciones de datos interactivas y estéticas que ayudan a entender la estadística de una manera visualmente impactante.
- **Desmos con IA:** Para la exploración dinámica de funciones y geometría, facilitando la visualización de conceptos abstractos en el plano cartesiano.

Ilustración 2. Mapa de la disponibilidad de los recursos de la IA con STEAM



Generado por Gemini con base en *Prompts* propios.



4

CAPÍTULO

REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA EN PROYECTOS STEAM

CAPÍTULO 4.

REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA EN PROYECTOS STEAM

Jenny Mireya Garcia Fonseca, Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta,
David Fernando Albarrasín Reinoso, Elena Marisol Martínez Gavilánez,
Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero
y Linda Maryuri Toaquiza Iglesias.

4.1. El Ecosistema de la Realidad Extendida (RX) en Educación

La incorporación de tecnologías de realidad extendida (RX) en el terreno pedagógico es uno de los cambios paradigmáticos más relevantes que ha experimentado la tecnología educativa a lo largo de su historia. No obstante, este ecosistema necesita primero una clarificación terminológica exacta para poder diferenciar las experiencias que ofrece (Recursos TIC, 2026).

La Realidad Aumentada (RA) se caracteriza por colocar elementos virtuales, es decir, animaciones, modelos tridimensionales o textos, en la visión de un medio físico real. Esto posibilita que la persona mantenga su percepción del mundo material al mismo tiempo que lo complementa con información virtual. Por el contrario, la Realidad Virtual (RV) ofrece una inmersión completa en un ambiente fabricado por ordenador, donde los sentidos del usuario están desconectados del mundo exterior con el objetivo de trasladarlo a escenarios ficticios.

Entre ambas aparece la Realidad Mixta (RM), una evolución híbrida en la que los objetos digitales no solamente se superponen, sino que también coexisten e interactúan con los elementos físicos en tiempo real. Esto hace posible, por ejemplo, que un holograma pueda ser "tapado" por un mueble físico dentro de una habitación.

La realidad extendida (RX) comprende las tecnologías inmersivas, es decir, tanto la realidad virtual (RV), como la realidad aumentada (RA) y la realidad mixta (RM). Estas tecnologías han probado ser instrumentos potentes en el área de la educación, brindando nuevas maneras de interacción y aprendizaje. Por ejemplo, en el ámbito de la educación técnica y del diseño, RX no solo posibilita que los alumnos visualicen conceptos difíciles, sino que también interactúen con ellos de forma más eficaz (Berglund, 2023). Además, RX facilita la comprensión de ideas complejas al permitir explorar objetos virtuales en tres dimensiones, mejorando así la retención de conocimientos (Khlaif et al., 2024).

Los usuarios quedan inmersos en espacios completamente virtuales con la realidad virtual (RV), lo que hace desaparecer cualquier percepción del mundo real. En el sector de la educación, RV ha probado ser particularmente efectiva para reproducir situaciones que son difíciles de replicar en un salón de clases convencional, como simulaciones quirúrgicas o la edificación de puentes en ingeniería. Los alumnos pueden practicar habilidades complejas en un ambiente seguro y controlado gracias a esta tecnología, lo que mejora su confianza y precisión en el desempeño (Benjamin, 2024).

La realidad aumentada (RA) agrega información digital al mundo real, brindando una capa extra de datos interactivos en tiempo real. La RA ha probado ser útil en el sector educativo para optimizar la retención de conocimientos y el aprendizaje colaborativo, al posibilitar que los alumnos visualicen modelos 3D complejos, lo cual hace más sencillo entender conceptos abstractos (Schoeb et al., 2020).

Además, la realidad aumentada tiene usos prácticos en varias áreas. Por ejemplo, en turismo se emplea para mostrar información importante sobre lugares de interés al usuario en la pantalla, lo cual optimiza la experiencia de exploración urbana. Además, es útil para traducir texto en tiempo real, lo que facilita la comprensión de señales en otros idiomas a los usuarios. En el campo técnico, AR orienta a los técnicos durante el mantenimiento de automóviles, superponiendo datos relevantes sobre las partes del motor. Esto mejora la eficacia y exactitud de las reparaciones (Benjamin, 2024).

A pesar de que AR, RV y RM son partes de RX, cada uno brinda distintos grados de inmersión e interacción. La RA incorpora objetos digitales en la vista del mundo real, la RV crea un entorno completamente virtual y la RM es capaz de combinar los dos ambientes con el fin de lograr interacciones más complejas. Estas discrepancias son fundamentales para escoger la tecnología apropiada de acuerdo a los requerimientos educativos particulares. Por ejemplo, la realidad aumentada puede ser más apropiada para perfeccionar los materiales de estudio que ya existen; en cambio, la realidad virtual puede ser más útil para hacer simulaciones integrales y la realidad mixta para usos que necesitan interacción con el mundo real (Thompson et al., 2022).

Para el desarrollo de habilidades técnicas avanzadas, las disciplinas STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) son fundamentales. El aprendizaje en STEAM promueve el

pensamiento crítico, la solución de problemas y la innovación. La inclusión de tecnologías RX en estos campos permite entender los conceptos de manera más práctica y profunda, desde experimentos virtuales en la ciencia hasta proyectos interactivos en ingeniería (Patel et al., 2021).

En cuanto a la educación técnica, su objetivo es instruir en destrezas prácticas y aplicadas que son directamente pertinentes para el mercado de trabajo. Al proporcionar entornos de aprendizaje simulados e interactivos, las tecnologías RX tienen el potencial de mejorar notablemente esta formación. En estos contextos, los alumnos pueden practicar y perfeccionar sus habilidades sin asumir los riesgos que conlleva la capacitación en ambientes reales (Berglund, 2023).

Las competencias técnicas son habilidades específicas y prácticas que se requieren en numerosas profesiones. Estas abarcan desde el manejo de tecnologías y herramientas específicas hasta la implementación de teorías científicas en contextos prácticos. Las tecnologías RX cumplen un rol fundamental en la formación de estas capacidades, ya que posibilitan la retroalimentación directa y prácticas reiteradas dentro de un ambiente controlado (Khlaif et al., 2024).

Se ha recurrido a la denominada Pirámide del Aprendizaje, propuesta por Edgar Dale, para respaldar el valor educativo de estas tecnologías. Este modelo propone que los humanos solo retienen el 10% de lo que leen y el 20% de lo que escuchan, pero tienen la capacidad de recordar hasta el 90% de lo que dicen y hacen. Al posibilitar que el alumno "haga" en contextos virtuales, la RX concuerda directamente con la cúspide de la efectividad educativa: el aprendizaje activo.

La realidad virtual permite ensayar de manera directa y simular procesos complejos o peligrosos sin riesgos reales, mientras que la educación convencional suele estar circunscrita a los niveles más bajos de la pirámide (ver y escuchar). Cuando se involucran canales sensoriales múltiples y se posibilita la manipulación de variables, el alumno pasa a ser un actor activo en su propio proceso cognitivo, lo cual permite una transferencia del conocimiento mucho más duradera y profunda.

En realidad, las indicaciones didácticas que se derivan de la pirámide de Dale no son tan innovadoras como aparentan ni tan "científicas" como suponen y creen, sino que constituyen una especie de "sentido común" entre los maestros. El concepto de que para aprender y recordar no es suficiente con emplear únicamente el sentido-canal visual (ver imágenes o

leer letras), auditivo (escuchar) o táctil (realizar operaciones manuales o hacer dibujos). Es preferible unir todos ellos y repetir o actualizar la operación, ya sea individualmente o en conjunto con otros (cooperación).

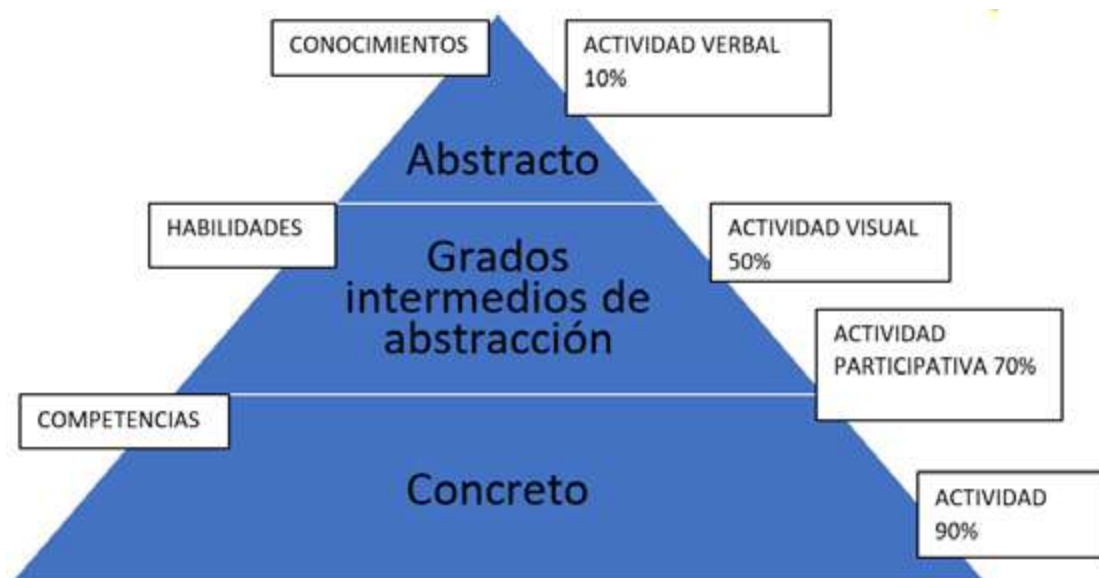
Asimismo, esta misma idea es la que se manifiesta en la célebre frase del ilustrado estadounidense Benjamin Franklin: "Si me dices, lo olvido; si me enseñas, lo recuerdo; si me implicas, lo aprendo". Y es posible notar que tiene una gran similitud con otra máxima muy antigua, atribuida a Confucio (siglo V a.C.) y bastante famosa entre los tratadistas occidentales: "Me lo dijeron y lo olvidé; lo vi y lo comprendí; lo hice y aprendí". Sin embargo, en la literatura científica no hay suficientes verificaciones cuantitativas de esas proporciones ni protocolos aceptados por el consenso científico sobre la eficacia relativa de cada método educativo (Moradielos, 2026).

Sin embargo, la Realidad Extendida está mostrando en investigaciones recientes su efectividad en términos didácticos. Los hallazgos de investigaciones realizadas en distintos lugares del mundo han señalado que la RX tiene el potencial de incrementar notablemente la comprensión de ideas complejas, la retención de conocimientos y la motivación de los alumnos. No obstante, la implementación de RX se topa con retos significativos, tales como los costos elevados asociados, el entrenamiento de los profesores y la necesidad de equipos especializados. Además, se detectaron dificultades relacionadas con la resistencia al cambio y la ausencia de políticas institucionales definidas para implementar estas tecnologías (Benjamin, 2024).

Es importante enfatizar la necesidad de invertir en infraestructura tecnológica y capacitación constante para los educadores, además de crear políticas de apoyo que hagan más sencilla la incorporación de RX en la enseñanza técnica. Al derribar estas barreras, se podrá sacar el máximo provecho del potencial de RX para optimizar la eficiencia y calidad de la educación en áreas técnicas superiores, como son las ciencias aplicadas, la ingeniería y la tecnología.

Una evolución rápida en hardware y software ha propulsado la viabilidad de estos métodos. Al principio, solo era posible acceder a la RA mediante tabletas y dispositivos móviles que empleaban marcadores físicos para mostrar contenido. Sin embargo, la industria ha evolucionado hacia los visores autónomos de última generación, como son los dispositivos stand alone que no necesitan estar conectados a una computadora externa.

Ilustración 3. Pirámide del aprendizaje de Edgar Dale



Estos dispositivos han incorporado sensores de seguimiento ocular, mapeo espacial avanzado y reconocimiento de manos, lo que posibilita una interacción fluida y natural. Simultáneamente, el software ha progresado desde aplicaciones cerradas hasta plataformas de creación intuitivas y motores de renderizado en tiempo real, lo que ha permitido democratizar la producción de contenidos educativos inmersivos y transformar la virtualidad en una herramienta didáctica con un gran impacto, dejando atrás su condición de curiosidad tecnológica.

4.2. Realidad Aumentada (RA): Enriqueciendo el Entorno Físico

Es decisivo incorporar la tecnología de la información y la comunicación en las aulas, porque nos permite presentar los contenidos y materiales de maneras diversas para alcanzar a todos nuestros estudiantes y transformar el proceso de enseñanza en un proceso de aprendizaje individualizado, que satisfaga las necesidades específicas de cada alumno. Estas brindan la posibilidad de cerrar la brecha digital que existe entre los diversos grupos sociales presentes en el centro educativo. La realidad aumentada asiste en la aproximación del estudiante a la realidad que lo rodea de una forma más tangible y vivencial, para que pueda entender el mundo en el que vive (Carceller, 2019).

La pedagogía de los tiempos modernos ha cambiado con la introducción de la realidad aumentada (RA) en el campo educativo, ya que posibilita visualizar conceptos abstractos que, por lo general, eran difíciles de entender a través de métodos bidimensionales. Esta tecnología

funciona como un puente cognitivo que lleva elementos complejos, como el sistema solar o una molécula de ADN, directamente al escritorio del alumno.

La realidad aumentada (RA) posibilita una comprensión espacial y estructural al desglosar fenómenos astronómicos o estructuras microscópicas en tres dimensiones, lo cual no puede lograr el texto plano. Esto permite que el estudiante rote, diseccione y examine la materia desde diversas perspectivas, lo que fortalece la retención de información mediante el aprendizaje visual y kinestésico.

La RA es un sistema tecnológico que está en progreso. Esto es una tecnología en desarrollo. La RA, en lenguaje coloquial, es un sistema que combina elementos virtuales y reales para incrementar nuestras habilidades sensoriales.

La realidad aumentada es un ambiente que contiene elementos de la realidad virtual y características del mundo real. La RA también se define como la combinación de datos físicos y digitales en tiempo real mediante varios dispositivos tecnológicos. En otras palabras, la RA consiste en emplear un conjunto de aparatos tecnológicos que superponen información virtual a la física, generando así una nueva realidad; sin embargo, tanto los datos reales como los virtuales son importantes para crear un nuevo ambiente comunicativo mixto que es enriquecido y amplificado (Carceller, 2019).

Otros autores desarrollan ideas más complejas que incluyen un mayor número de factores involucrados en este procedimiento. Es importante considerar que la realidad aumentada no sustituye el mundo real por uno virtual, como sucede cuando utilizamos tecnología basada en la realidad virtual. En cambio, la realidad aumentada nos posibilita conservar el mundo real que percibe el usuario y enriquecerlo con datos virtuales que se superponen a lo existente. Así, el usuario obtiene estímulos tanto del entorno real como del virtual, lo que incrementa las oportunidades de aprendizaje (Cabero & García, 2016).

Algunos autores caracterizan la RA como objetos o notas virtuales que pueden ser superpuestos en el mundo real, como si realmente estuvieran incorporados en el entorno físico. En otras palabras, esta tecnología mantiene el mundo real y lo complementa con información de carácter virtual (Lens-Fitzgerald, 2009).

Se pueden determinar distintos grados de RA, que se conciben como un método para evaluar la complejidad de las tecnologías que intervienen en el desarrollo de sistemas de RA. En general,

a mayor nivel, las aplicaciones tienen más posibilidades. Estos grados son: Grado 0. Enlazando de manera hipertextual el mundo físico. Fundamentado en códigos de barras (códigos 1D, Universal Product Code), códigos 2D (como los códigos QR) o la identificación de imágenes al azar. Lo típico de este nivel 0 es que los códigos son hiperenlaces a otros contenidos, no hay seguimiento de marcadores ni registro en 3D (en esencia, funcionan como un hiperenlace HTML, pero sin requerir la escritura).

- **Nivel uno:** Realidad aumentada fundamentada en marcadores (AR basada en marcadores). Generalmente, consiste en identificar patrones 2D; la detección de objetos en 3D (como una silla) sería el método más avanzado del nivel 1 de RA. Los marcadores son imágenes en blanco y negro, que suelen ser cuadradas y tienen dibujos simples y asimétricos.
- **Nivel 2:** Realidad aumentada sin marcadores. Al emplear el GPS y la brújula de los equipos electrónicos, logramos determinar la ubicación y la dirección, así como superponer POI (puntos de interés) en las fotos del mundo real. Además, puede implicar el empleo de acelerómetros para determinar la inclinación.
- **Tercer nivel:** Visión ampliada. Citando a Rice (2009): Tenemos que alejarnos de la pantalla o el monitor para adoptar pantallas ligeras y transparentes que podamos llevar con nosotros (como unas gafas). Cuando la realidad aumentada (RA) se vuelve visión aumentada (VA), se convierte en inmersiva. La experiencia global se vuelve inmediatamente más personal, contextual y significativa. Esto es drástico y transforma todo. Este nivel aún no está accesible (Carceller, 2019).

Este progreso ha propiciado la transformación de los libros de texto vivos, una idea en la cual el material impreso deja de estar estático y se torna un portal para información dinámica. Los alumnos tienen la capacidad de activar contenido multimedia y modelos tridimensionales interactivos a través del uso de marcadores, que son imágenes o códigos específicos que se encuentran impresos en las páginas, al apuntar con una tableta o un dispositivo móvil.

Esta simbiosis entre el soporte digital y el físico no solo eleva el compromiso (engagement) y la motivación del estudiante, sino que también posibilita la actualización de contenidos a distancia sin requerir reimpresión de los manuales. Esto amplía la durabilidad del material didáctico y mejora la experiencia lectora con capas adicionales de información.

En este ecosistema inmersivo, sobresalen instrumentos fundamentales que ilustran la versatilidad de la RA en el salón de clases. Quiver, por ejemplo, constituye una integración extraordinaria entre la tecnología y el arte: posibilita que los alumnos pinten plantillas físicas de manera tradicional. Después, mediante la aplicación, pueden ver cómo sus obras se animan en tercera dimensión conservando los colores y los trazos originales (Rosero et al., 2025).

Por otra parte, el Merge Cube se ha establecido como una herramienta innovadora: un objeto físico en forma de cubo que, cuando es escaneado, se convierte en cualquier instrumento científico, desde un corazón humano palpitante hasta un motor de combustión o un artefacto histórico. Esto hace posible que el estudiante manipule que simbolice una realidad virtual, lo cual posibilita el aprendizaje práctico (hands-on learning), esencial para fomentar habilidades STEAM en la educación contemporánea.

La planificación de la estrategia didáctica comprende actividades académicas divididas en unidades didácticas y organizadas en diversas secciones de trabajo con los alumnos. Se empieza con una actividad para explorar la realidad aumentada por medio de un juego que se ejecuta a través de un software gratuito previamente instalado en los dispositivos móviles de los estudiantes, y luego sigue con el modelado de una figura tridimensional, donde se emplea el cubo Merge como marcador para crear una proyección y ubicar la imagen mediante realidad aumentada.

La estrategia didáctica diseñada también tiene como objetivo fomentar que los alumnos estén dispuestos a participar y crear un entorno laboral durante el desarrollo de las actividades propuestas que favorezca el fortalecimiento de las habilidades tecnológicas (Tejera, 2022).

4.3. Realidad Virtual (RV): inmersión y experimentación sin riesgos

La incorporación de la Realidad Virtual (RV) en el ámbito educativo va más allá de digitalizar contenidos y se establece como un espacio para una experimentación avanzada dentro de las áreas científicas y técnicas. El desarrollo de laboratorios virtuales es su base, los cuales posibilitan la realización de disecciones biológicas minuciosas o experimentos químicos complicados en un ambiente digital estrictamente regulado.

Esta técnica garantiza la seguridad de los estudiantes, al tiempo que promueve el aprendizaje a través de prueba y error, eliminando los riesgos inherentes al manejo de patógenos, sustancias corrosivas o instrumentos con puntos afilados. La RV democratiza el acceso a la práctica científica de alto nivel al eliminar las barreras del costo de los reactivos y la limitación

de materiales biológicos, lo que posibilita repetir un mismo proceso tantas veces como sea necesario hasta llegar a una maestría en el procedimiento (George-Reyes et al., 2023).

La realidad virtual, además de su uso en el laboratorio, es un medio para la movilidad educativa mediante los viajes virtuales de campo. Esta tecnología permite estudiar minuciosamente lugares arqueológicos que son inaccesibles o ya no existen, y explorar ecosistemas apartados, como la Amazonía o las profundidades abisales, superando así las limitaciones económicas y geográficas.

Al ubicar a los alumnos en el centro de estas situaciones a través de una inmersión en 360° , se fomenta un entendimiento empático y contextual que los libros de texto difícilmente logran reproducir. Esta habilidad de "teletransportación" pedagógica no solo mejora las materias de historia o geografía, sino que también posibilita observaciones en el terreno en tiempo real que serían logísticamente inviables en el currículo convencional (Iglesias, 2024).

La realidad virtual tiene un potencial pedagógico que se manifiesta en su habilidad de representar procesos, lugares y conceptos con un alto nivel de realismo, lo cual promueve el pensamiento crítico y facilita la retención del conocimiento. El uso de esta herramienta en las ciencias sociales posibilita a los alumnos el análisis de ambientes geográficos, históricos o culturales de manera inmersiva, lo que favorece la comprensión profunda de esos contextos.

Asimismo, al deshacerse de las restricciones geográficas y físicas, la RV propicia un aprendizaje inclusivo al democratizar el acceso a recursos educativos de elevada calidad. Cuando estas tecnologías se combinan con estrategias pedagógicas apropiadas, la experiencia educativa se transforma, lo que hace que los contenidos sean más accesibles, fáciles de recordar y significativos para los alumnos (Iglesias, 2024).

La realidad virtual ha probado ser un instrumento potente para la enseñanza de la geografía, ya que posibilita que los alumnos exploren ambientes distantes o inaccesibles sin necesidad de salir del salón. Su potencial inmersivo permite un entendimiento profundo de paisajes, fenómenos naturales y entornos culturales. Examinamos, a continuación, ejemplos específicos de aplicaciones accesibles para múltiples dispositivos que demuestran la capacidad de esta tecnología para modificar el aprendizaje en materia geográfica.

La app más famosa es BRINK Traveler, que fue creada por BRINK RX y salió en el año 2021. Los usuarios pueden ver en realidad virtual 29 entornos naturales de todo el planeta, capturados

mediante fotogrametría, que posibilita una calidad superior a otras como Wander, World Traveler RV o National Geographic RV en lo que respecta a definición, nitidez e interacción. Es rápido e intuitivo navegar entre distintas ubicaciones en la aplicación, y se puede explicar al estudiante que está utilizando el aparato en cuestión de segundos. Cada escenario cuenta con una locución en español que detalla características del sitio, con un volumen que se puede modificar si se desea que el grupo la escuche o no.

Hay varias posibilidades para la exploración, como tomar fotografías, usar una brújula, buscar puntos específicos o cambiar entre el día y la noche; sin embargo, lo más importante es observar directamente. La aplicación, considerada como experiencia moderada, ha sido aceptada satisfactoriamente por más de un centenar de estudiantes de diferentes edades, con solamente 3 o 4 casos de malestar ligero. Permite una movilización realista a través de los escenarios, aunque si el maestro lo estima, puede deshabilitarse con facilidad algunos que sean más escarpados (Iglesias, 2024).

En el campo de la simulación de ingeniería, la realidad virtual se considera un instrumento esencial para el diseño y la capacitación técnica. Los alumnos tienen la posibilidad de efectuar exámenes de resistencia estructural y procedimientos para ensamblar equipos complicados en modelos virtuales muy fieles antes de llevar a cabo la fabricación física.

Esta perspectiva posibilita detectar fallos de diseño o errores durante el montaje en una etapa temprana, lo que mejora la utilización de los recursos y disminuye el derroche de materiales. Interactuar con elementos mecánicos a escala real y examinar cómo se comportan las estructuras bajo diferentes tensiones físicas brinda una ventaja competitiva fundamental, ya que permite capacitar a los ingenieros del futuro para afrontar retos técnicos con experiencia práctica obtenida en un entorno digital de gran exactitud (Zatarain et al., 2022).

4.4. Diseño de Proyectos STEAM con Tecnologías Inmersivas

El diseño de proyectos con la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) ha hallado en las tecnologías inmersivas un acelerador sin igual para el aprendizaje por medio de experiencias. Este proceso comienza con una fase de ideación donde la narrativa, o storytelling, se convierte en el eje conductor que otorga sentido y propósito al proyecto.

Se propone un reto o una historia que ubica al alumno en un contexto real o imaginario, como la colonización de Marte o la restauración de un ecosistema, en vez de tratar los contenidos de

manera aislada. Esto convierte el desarrollo de habilidades en una búsqueda de respuestas con sentido cognitivo y emocional (Pimentel et al., 2023).

La tecnología posibilita concretar estas ideas con instrumentos que combinan el diseño y la programación cuando se pasa a la etapa de creación. En este aspecto, los Co-espacios (CoSpaces Edu) sobresalen por posibilitar que los estudiantes creen sus propios mundos virtuales. En esta situación se cruzan las matemáticas (M) y la tecnología (T), ya que el alumno tiene que emplear lógica de programación por bloques o scripts para determinar cómo actúan los objetos y las leyes físicas que rigen su ambiente simulado. Esta habilidad de crear universos desde la nada empodera al estudiante, transformándolo en un arquitecto de realidades digitales en las que lo abstracto en términos matemáticos se vuelve palpable (García et al., 2023).

El uso de herramientas de creación espacial, como Tilt Brush o Gravity Sketch, potencia la dimensión artística (A) del modelo STEAM. Estas plataformas posibilitan la pintura y escultura en un entorno tridimensional, superando las restricciones del lienzo bidimensional. El alumno emplea su cuerpo entero para delinear volúmenes y figuras al crear en un ambiente de realidad virtual, combinando así la percepción del espacio con la expresión estética. Además de estimular la creatividad, este método posibilita que los artistas e ingenieros del futuro realicen prototipos de estructuras complejas con una libertad morfológica que las herramientas CAD convencionales limitan en fases tempranas (Pabón-Rúa et al., 2024).

Una gran diferencia se aprecia en la etapa de evaluación, porque se aparta de los exámenes tradicionales y se enfoca en mostrar y defender resultados. Los alumnos pueden exponer sus prototipos en galerías virtuales de 360 grados, lo que les posibilita compartir sus obras con una audiencia mundial y sobrepasar las barreras del aula física.

En estos contextos inmersivos, los evaluadores y compañeros de trabajo tienen la posibilidad de explorar las soluciones sugeridas, participar en la interacción con los modelos y entender completamente el proceso de diseño. Esta etapa de socialización del saber no solo es útil para calificar a nivel académico, sino que también fortalece la competencia comunicativa y el pensamiento crítico, estableciendo un ciclo de aprendizaje integral y altamente tecnológico.

4.5. Integración Curricular: Casos de Uso por Disciplina

La integración de las tecnologías inmersivas en el currículo no debe verse como una tarea aislada, sino como un eje central que mejora las habilidades específicas de cada materia. La inclusión de la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA) en el currículo permite pasar del aprendizaje abstracto a la experimentación empírica en contextos digitales.

La integración de la tecnología en el campo de las ciencias naturales posibilita la observación de fenómenos astrofísicos o microscópicos que, por su naturaleza, no pueden ser percibidos a simple vista. El alumno tiene la posibilidad de hacer un "viaje" al interior de una célula a través de visores de RV para ver, en tiempo real, cómo se desarrolla el proceso de transcripción del ADN o la actividad mitocondrial.

En el extremo opuesto, la RA posibilita proyectar en el aula modelos a escala del sistema solar o de una supernova, lo que permite entender las leyes de Kepler o la mecánica celeste. Esta habilidad para modificar la escala de la realidad contribuye a fortalecer ideas de física y biología que, por lo general, son complicadas de memorizar con diagramas estáticos (Bautista, 2018).

El reto con frecuencia está en lo tridimensional para la Matemática y la Tecnología. La integración curricular en este caso se centra en la representación de funciones complejas y la geometría espacial. Con el empleo de instrumentos para manipular objetos en tres dimensiones, los estudiantes tienen la posibilidad de "tocar" y alterar cuerpos geométricos, realizando cálculos de intersecciones de planos o volúmenes de forma interactiva.

El trazado de funciones vectoriales en un espacio \mathbb{R}^3 ($f(x, y, z)$) posibilita reconocer máximos y mínimos o puntos de silla de una manera más intuitiva que sobre el papel. Esto no solamente fortalece el pensamiento lógico-matemático, sino que también capacita al alumno para el diseño asistido por computadora (CAD), una herramienta empleada en la ingeniería contemporánea (Muñoz et al., 2020).

La tecnología inmersiva transforma la apreciación estética y la comprensión histórica en las áreas de Historia y Artes, por medio de la reconstrucción de museos interactivos o escenarios. En este modelo, el estudiante deja de ser un simple visitante, para pasar a ser un curador.

El estudiante tiene la posibilidad de crear una galería de arte virtual propia a través del uso de plataformas de RV, eligiendo obras de diversas épocas y explicando su contexto, o incluso

involucrarse en reconstrucciones digitales de lugares arqueológicos como las pirámides de Giza o el Foro Romano. Esta inmersión posibilita el análisis de la arquitectura y del estilo artístico "desde dentro", lo que favorece una comprensión empática de las sociedades pasadas y promueve habilidades críticas en la narrativa histórica y la gestión cultural (Reyes, 2024).

4.6. Desafíos en la Implementación de Proyectos RX

Los proyectos de Realidad Extendida (RX) que se implementan en la educación afrontan retos que requieren una planificación estratégica a nivel institucional. La barrera técnica es el primer impedimento, que incluye desde la compra y el mantenimiento de hardware especializado hasta la fortaleza de la infraestructura de red. No solo se trata de garantizar la autonomía de las baterías o actualizar el firmware, sino también asegurar que haya una conectividad con latencia baja cuando se gestiona un aula virtual.

Para evitar el lag, el cual puede deteriorar la sincronización entre los alumnos y el profesor, además de interrumpir el flujo pedagógico y afectar de manera importante la experiencia del usuario, se necesita un ancho de banda significativo al emplear varios visores en un entorno común (Rodríguez et al., 2020).

El reto fundamental de la curaduría de contenidos se añade a la complejidad técnica. En un entorno donde hay una gran cantidad de aplicaciones inmersivas, es esencial que el profesor tenga las habilidades requeridas para diferenciar entre experiencias que son meramente lúdicas y aquellas que brindan un valor pedagógico significativo. Una herramienta de RX eficaz no puede ser solo un adorno tecnológico, sino que debe estar orientada a metas de aprendizaje concretas, promoviendo la resolución de problemas complejos o el pensamiento crítico.

La elección de un software necesita una evaluación exhaustiva sobre la adecuación a los programas de estudio, la capacidad de la aplicación para producir una transferencia efectiva del conocimiento y la fidelidad científica. Se debe evitar el "efecto wow", que, aunque es motivador, tiende a ser efímero si no tiene un soporte didáctico fuerte.

La incorporación de estas tecnologías tiene que anteponer protocolos rigurosos de seguridad y salud. El empleo de visores inmersivos implica tener en cuenta consideraciones fisiológicas y ergonómicas, como la fatiga ocular o el riesgo de ciberenfermedad (mareo provocado por movimiento virtual). Es fundamental establecer límites definidos en el tiempo de exposición

(sugiriendo sesiones cortas y reguladas) y garantizar una supervisión constante del docente para evitar accidentes físicos en el espacio real mientras el alumno está inmerso.

Para asegurar que la innovación en tecnología no afecte negativamente al bienestar de los estudiantes, es decisivo la ergonomía del aparato y la adecuación del espacio físico. Esto permite establecer un ambiente de aprendizaje que sea, sobre todo, seguro y éticamente responsable (Rodríguez et al., 2020).



5

CAPÍTULO

**DISEÑO INSTRUCCIONAL
PARA STEAM INMERSIVO**

CAPÍTULO 5.

DISEÑO INSTRUCCIONAL PARA STEAM INMERSIVO

Linda Maryuri Toaquiza Iglesias, Jenny Mireya Garcia Fonseca,
Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta, David Fernando Albarrasín Reinoso,
Elena Marisol Martínez Gavilánez, Diana Del Pilar Iglesias Cruz
y Elina Elizabeth Viracocha Rosero.

5.1. Evolución del diseño instruccional: Del aula física al metaverso educativo

Los sistemas educativos han sido fuertemente influenciados por la transformación digital en el siglo XXI. Las dinámicas de enseñanza-aprendizaje convencionales están siendo transformadas por tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA) y los metaversos. Estas nuevas formas promueven modelos que se enfocan en el estudiante, en el aprendizaje activo y en la creación colectiva del conocimiento (Tramallino & Zeni, 2024).

Estas innovaciones no solamente mejoran los procesos pedagógicos y administrativos, sino que además hacen posible la creación de vivencias personalizadas e inmersivas que satisfacen las necesidades personales. En este contexto, la educación tiene el reto de incorporar esas tecnologías de forma ética, justa y con fundamentos pedagógicos para asegurar que realmente contribuyan a la mejora de la calidad educativa (Villarruel et al., 2026).

A nivel global, la incorporación de la Inteligencia Artificial en la educación ha experimentado un crecimiento acelerado. Organismos internacionales como la UNESCO (Miao et al., 2024), han resaltado que la inteligencia artificial tiene la capacidad de optimizar la administración educativa, facilitar las evaluaciones automatizadas y perfeccionar la personalización del aprendizaje, siempre y cuando se establezcan marcos éticos sólidos. Las plataformas educativas con algoritmos adaptativos posibilitan que los contenidos se adapten al ritmo y estilo de cada alumno, lo que mejora la inclusión y disminuye las disparidades en el aprendizaje.

Al mismo tiempo, el avance de ambientes inmersivos vinculados a la idea del metaverso, promovido tecnológicamente por compañías como Meta, ha creado nuevas oportunidades para simular laboratorios virtuales, recrear eventos históricos y experimentar colaboraciones globales. De acuerdo con investigaciones recientes, los ambientes tridimensionales promueven el aprendizaje basado en la experiencia y la mejora de habilidades digitales avanzadas (Jara C., 2024).

No obstante, se observan también peligros asociados a la privacidad de los datos, a la dependencia tecnológica y al aumento de disparidades en educación entre naciones con diferentes grados de infraestructura digital. La gobernanza, la regulación y la capacitación de profesores para una integración responsable son el foco de discusión a nivel internacional hoy en día.

En América Latina, la integración de metaversos e inteligencia artificial en la educación, tiene desarrollos desiguales. Naciones como México, Colombia y Chile han puesto en marcha tácticas nacionales de transformación digital educativa, incluyendo programas de formación para profesores en competencias digitales y plataformas adaptativas (Guerrero et al., 2023). No obstante, la región enfrenta limitaciones estructurales vinculadas a conectividad, inversión tecnológica y formación especializada.

De acuerdo con Villamar, et al. (2024), a pesar de que el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial se ha elevado después de la pandemia, todavía su aplicación se enfoca especialmente en universidades y entidades privadas urbanas, lo que provoca disparidades entre áreas rurales y urbanas. Además, el acceso a los aparatos de realidad virtual requeridos para las experiencias inmersivas continúa siendo restringido.

Sobre los metaversos, estudios recientes indican que su uso pedagógico en América Latina todavía es experimental, sobre todo en la educación superior. Aún persisten retos asociados a la formación de los docentes, la adaptación del currículo y la viabilidad económica de estas innovaciones. La región progresa, aunque lo hace de forma desigual y enfrenta grandes desafíos en términos de equidad (González et al., 2025).

La evolución digital educativa en Ecuador ha tenido avances moderados. El Ministerio de Educación ha promovido políticas para digitalizar y robustecer las habilidades TIC, pero la integración sistemática de la inteligencia artificial y los metaversos todavía está en sus primeras etapas. Investigaciones nacionales recientes Ninabanda, et al. (2025) demuestran que la mayor parte de las instituciones gubernamentales no cuentan con infraestructura tecnológica avanzada, lo cual restringe el empleo de sistemas adaptativos o entornos inmersivos.

El acceso a Internet y dispositivos apropiados es limitado, particularmente en áreas rurales, lo cual hace que la brecha digital continúe siendo un elemento decisivo. A pesar de que algunas universidades privadas han empezado a investigar plataformas inteligentes y simulaciones virtuales, su alcance es limitado.

Asimismo, hay inquietudes vinculadas a la salvaguarda de los datos de los alumnos y a la ausencia de regulaciones concretas para el empleo de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Ecuador necesita directrices precisas que controlen la recolección, el almacenamiento y el uso ético de la información académica. Por tanto, la aplicación de estas tecnologías depende más de proyectos independientes que de una política global establecida (Honores et al., 2024).

Pese a lo innovador y transformador de los metaversos y la inteligencia artificial en la educación, hay todavía muchas barreras que obstaculizan su efectiva implementación. En efecto, se presentan barreras pedagógicas, éticas y estructurales que obstaculizan su uso equitativo. La incertidumbre acerca de su implementación sostenible se debe a la falta de políticas definidas, la brecha digital, la capacitación docente inadecuada y los peligros vinculados con el empleo de datos personales. Esta realidad es propia de las desigualdades económicas sociales, que también se reflejan en el acceso a la innovación educativa e impide la aplicación de modelos de aprendizaje activo y colaborativo, que utilizan las tecnologías disruptivas.

La distribución desigual de infraestructura tecnológica, sobre todo en los países en vías de desarrollo, es una de las razones principales de esta problemática. Como hay pocos recursos públicos involucrados en la innovación de la educación, solo muy pocas instituciones logran tener acceso a dispositivos de última generación, aparte de la inestabilidad existente de la conectividad y la escasez de plataformas fundamentadas en inteligencia artificial. Además, la poca formación docente en habilidades digitales avanzadas impide la integración pedagógica apropiada de estas herramientas.

La falta de marcos regulatorios específicos para guiar la aplicación ética de la inteligencia artificial en la educación es otro motivo importante. La recolección de grandes cantidades de datos sobre los estudiantes sin protocolos claros para protegerlos conlleva peligros relacionados con la privacidad, la seguridad y el posible uso inapropiado de información sensible. Asimismo, en ciertos momentos la vertiginosa evolución de la tecnología sobrepasa la capacidad de adaptación del currículo.

Por lo tanto, las disparidades educativas entre los alumnos con acceso a tecnologías avanzadas y aquellos que carecen de recursos apropiados se incrementan. Además, puede producirse una dependencia tecnológica sin un entendimiento crítico de sus consecuencias. Para los

metaversos, el empleo sin guía pedagógica puede resultar en distracción y falta de profundidad en el aprendizaje.

No obstante, si estas tecnologías se aplican de forma ética y planificada, sus resultados pueden ser muy beneficiosos: potenciación del aprendizaje individualizado, estimulación de la inteligencia colectiva, desarrollo de habilidades digitales y más motivación en los alumnos. Por lo tanto, no consiste en adoptar de manera indiscriminada, sino en integrarlo de manera equitativa y estratégica.

El diseño instruccional ha pasado de la configuración estricta del aula física a la complejidad en múltiples dimensiones del metaverso, lo que representa un cambio de paradigma que no solo impacta el "dónde" se aprende, sino también el "cómo" se genera el conocimiento. En sus inicios, la enseñanza se basaba en modelos lineales de tipo conductista, en los que el profesor desempeñaba el papel de transmisor de estímulos y el alumno era un receptor pasivo (Beltrán et al., 2024).

No obstante, en los contextos inmersivos de hoy en día, este enfoque no es suficiente; la linealidad se ve afectada porque el metaverso exige una agencia del usuario que el conductismo no tiene en cuenta. En estos ámbitos, el aprendizaje no es una serie de transmisión, sino un proceso heurístico y emergente que invalida la idea de una única ruta predecible a través de la interacción, la presencia y la exploración libre.

La metodología de diseño también ha tenido que cambiar para manejar esta complejidad tecnológica. La estructura secuencial y lógica del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) lo convirtió en el estándar de oro durante años. Sin embargo, en proyectos que tienen una carga tecnológica alta y son de realidad virtual, la naturaleza estática de ADDIE tiende a provocar cuellos de botella y un aumento en los costos cuando ocurren alteraciones inesperadas (CEIDE UNAM, 2026).

Por otro lado, el modelo de aproximaciones sucesivas (SAM) aparece como una opción ágil. Mientras que ADDIE es una cascada en la que cada etapa debe finalizar antes de que comience la siguiente, SAM sugiere ciclos de diseño y prototipado ágil e iterativo. Esta metodología posibilita fallar pronto y corregir de manera continua, lo cual es esencial al crear experiencias en el metaverso, donde la respuesta del usuario y la viabilidad técnica tienen que ser verificadas en tiempo real (Universidad Continental, 2026).

El paso del aula física al metaverso virtual pone al Diseño Centrado en el Estudiante (UCD) en el centro de la pedagogía contemporánea, combinándose de forma imparable con la Experiencia del Usuario (UX). En el aula física, el diseño podría restringirse a lo que se enseña; en el metaverso, incluye la interfaz, la navegación y la carga cognitiva que implica estar inmerso. La usabilidad y la pedagogía han dejado de ser separables; si el roce tecnológico obstaculiza la fluidez de la experiencia, un ambiente virtual pedagógicamente excelente no tendrá éxito. De esta manera, el diseñador de instrucción actual tiene que desempeñarse como un arquitecto de experiencias que pone la empatía y la accesibilidad en primer lugar, garantizando que el alumno no solo consuma información sino también viva en un ecosistema educativo significativo e intuitivo (Carballo et al., 2023).

El diseño instruccional efectivo es el que hace que la tecnología sea invisible, permitiendo que el foco permanezca en el descubrimiento científico y la expresión artística.

5.2. Marcos de Trabajo (*Frameworks*) para STEAM Inmersivo

La incorporación de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en entornos de realidad aumentada y virtual (RV/AR) constituye una frontera pedagógica que define el éxito de la inmersión a través de la integración de marcos teóricos firmes. En esta situación, el Modelo TPACK (conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido) se vuelve esencial. En la inmersión, el punto decisivo es comprender cómo las affordances particulares de la realidad virtual (RV), como la manipulación y presencia de objetos que no son posibles en la vida real, cambian el modo de enseñar conceptos abstractos. El maestro tiene que tener una formación tecnológica que le permita no solamente "utilizar" la herramienta, sino también relacionarla con la pedagogía activa para que el contenido STEAM se viva, no simplemente se vea (Moral et al., 2023).

Los entornos literarios inmersivos (ELI) son espacios reales, ya sea en forma de instalaciones, murales, maquetas o lapbooks, que reproducen mundos ficticios de obras de la literatura; al hacerlo, incorporan contenidos digitales con realidad aumentada. El soporte físico del ELI colabora en dar a conocer las tramas que tienen como protagonistas a los personajes de la historia mientras atraviesan el espacio ficticio, el cual se ve enriquecido por medio de activadores de RA que llevan a vídeos, animaciones, sonidos y más.

Asimismo, los ELI incorporan actividades recreativas que presentan desafíos y problemas basados en recursos digitales. Además, se incorpora contenido audiovisual y se facilita la interacción con los objetos y personajes creados. Los ELI se transforman en creadores de prácticas educativas inmersivas que pueden provocar aprendizajes relevantes en estudiantes de cualquier nivel educativo.

El diseño de ELI implica que los universitarios activen su competencia didáctica, que está relacionada con el desarrollo de propuestas pedagógicas coherentes. Estas se abordan desde la perspectiva STEAM e incluyen recursos apropiados para estudiantes de Educación Infantil y estrategias que facilitan el aprendizaje. Además, promueve la competencia digital mediante el estímulo del empleo de tecnologías y la elaboración de recursos interactivos con RA para mejorar sus proyectos.

El diseño, al ser colaborativo, fomenta la competencia socio-colaborativa, que se traduce en habilidades de comunicación para contribuir con ideas, organizar tareas, hacerse cargo de responsabilidades, cooperar con otras personas y solucionar problemas. Asimismo, se mejora la competencia de creatividad al diseñar los escenarios físicos de los ELI y sus elementos, dotándolos de singularidad y calidad estética (Moral et al., 2023).

El Aprendizaje Basado en Retos (CBL) ofrece la estructura más adecuada para esta experimentación. Cuando se crean retos en entornos inmersivos, el aprendizaje se vuelve integral en lugar de fragmentado. Plantear un problema en RV, como puede ser el desarrollo de una infraestructura energética sostenible o la estabilización de un ecosistema marino, exige que el alumno use ingeniería como disciplina para construir, así como las matemáticas para hacer los modelos de datos, la ciencia para entender los determinantes biológicos, además del arte, para lograr representaciones que combinen la estética con la funcionalidad del prototipo.

El ciclo de "Gran Idea, Pregunta Esencial y Reto" puede experimentarse en un ambiente de bajo riesgo pero alta fidelidad gracias a la naturaleza inmersiva, en el cual se recibe retroalimentación inmediata y las decisiones del alumno tienen un impacto que es visualmente perceptible (Universidad Politécnica de Madrid, 2020).

Para la Era Digital, es necesario reinterpretar la Taxonomía de Bloom debido a esta evolución en los métodos. Esta taxonomía fue creada gracias a la labor de Benjamín Bloom, que buscaba desarrollar especificaciones que posibilitaran clasificar los objetivos educativos en función

de su complejidad cognitiva. Así, los docentes tendrían un método para evaluar, tanto a los alumnos, como a los resultados del proceso educativo. La taxonomía cognitiva se fundamenta en el concepto de que las operaciones del conocimiento pueden dividirse en seis grados de complejidad, los cuales aumentan. Cada nivel depende de la habilidad del estudiante para actuar en los niveles anteriores.

La capacidad de evaluar, que es el nivel más alto de la taxonomía cognitiva, se fundamenta en la suposición de que el alumno debe tener acceso a la información necesaria y comprenderla para poder evaluarla. Esto implica que tiene que poder aplicarla, analizarla y sintetizarla antes de llegar al punto de evaluarla. No se trata solamente de un esquema de clasificación, sino de un esfuerzo por organizar los procesos cognitivos en orden jerárquico.

Krathwohl se dedicó a examinar la aplicación que se podía otorgar a la taxonomía que Bloom propuso. Se dio cuenta de que su creador pensaba que podría tener muchos usos, incluyendo: establecerse como un lenguaje común para los propósitos de aprendizaje, ayudando a la comunicación entre personas, materias y niveles académicos; además de funcionar como una herramienta para determinar la coherencia de los objetivos educativos (dirigidos hacia el aprendizaje del alumnado), las actividades y las evaluaciones en un curso, unidad, asignatura o plan de estudios (Krathwohl, 2002).

En contraste, la Taxonomía Revisada de Bloom se divide en dos dimensiones: una es el conocimiento y la otra es el proceso cognitivo. Las filas incluyen las categorías de la dimensión del conocimiento (factual, conceptual, procedimental y metacognitivo), mientras que las columnas abarcan las categorías de los procesos cognitivos (recordar, entender, aplicar, examinar, valorar y producir). Esta dualidad de dimensiones conforma lo que se llama "tabla de la taxonomía", que puede emplearse para categorizar los propósitos educativos, las actividades de enseñanza-aprendizaje y las evaluativas.

Es importante señalar que, en la propuesta de la Taxonomía Revisada de Bloom, se fomenta que los objetivos se formulen en forma de una oración que explique los resultados de aprendizaje esperados al final del proceso educativo; por lo tanto, estos deben expresar las metas de aprendizaje que se prevén para el alumnado. Al clasificar los componentes del currículo en la tabla de la taxonomía, se obtiene una representación gráfica que posibilita analizar estos

elementos en relación con el énfasis puesto en las dos dimensiones: la alineación y las oportunidades educativas pasadas por alto (Krathwohl, 2002).

Tabla 2. *Taxonomía Revisada de Bloom*

DIMENSION DEL PROCESO COGNITIVO	
	Conocimientos RECORDAR COMPENDER APLICAR ANALIZAR EVALUAR CREAR
DIMENSIÓN DEL CONOCIMIENTO	Factual
	Conceptual
	Procedimental
	Metacognitivo

Adaptado de (Gamboa, et al, 2023)

En el aula tradicional en dos dimensiones, el proceso se quedaba frecuentemente atrapado en las etapas más bajas de "Recordar" o "Comprender". No obstante, los espacios tridimensionales alteran naturalmente este orden jerárquico. Cuando el objeto de estudio es habitado, el estudiante no memoriza una molécula, sino que la ensambla, la habita y examina sus reacciones en un entorno tridimensional. El avance hacia los niveles más altos de "Crear" y "Evaluar" se convierte en la norma operativa en el metaverso educativo. En un ambiente STEAM inmersivo, el propósito principal es la creación. El alumno se transforma en arquitecto de soluciones que formula, itera y desarrolla objetos complejos, subiendo la taxonomía desde el consumo de información hacia la generación de conocimiento concreto en dimensiones virtuales (Gamboa et al., 2023).

5.3. El “*Scripting*” Pedagógico: Guionización de la Experiencia

La inmersión, como método pedagógico, lleva al alumno a una zona repleta de recursos y estímulos para su aprendizaje. Cuando se sumerge, entra en una metáfora regulada por pautas de acción y tareas a resolver: a) Se llama metáfora lúdica a la experiencia de "ponerse en el lugar" de uno de los personajes presentados, quien narra en primera persona lo que es estar dentro de una comunidad práctica desde un rol específico. b) Es una experiencia reglada en lo referente a las acciones e interacciones que se sugieren, pero flexible en la gestión de los

tiempos. c) Esto implica reglas de recorrido y una guía de acción que dirige y organiza la realización de las distintas tareas (Rogovsky et al., 2019).

En este sentido, nos resultará significativo, el concepto de “inmersión” que plantea Rose (2012) donde afirma que la tecnología, particularmente Internet (que caracteriza como un "camaleón" capaz de funcionar como todos los medios simultáneamente), está transformando las formas de narrar. La hipertextualidad hace que Internet no sea lineal y no solo es interactivo, sino también inherentemente inmersivo. El autor añade que la inmersión es un rasgo de época que se manifiesta en diferentes formas culturales, desde las series de televisión hasta otras expresiones contemporáneas del cine y la literatura.

La experiencia ofrece tres grados distintos de inmersión, empezando desde la superficie con un sobrevuelo, pasando por una inmersión a las rutas a través de los tres relatos en primera persona que se acercan a la experiencia desde el punto de vista del moderador/a, del participante o del colaborador/a externo/ y finalmente alcanzando las vivencias individuales y específicas de varios actores/as de comunidades prácticas. Podemos afirmar que fusiona el efecto emocional de las historias (volver a narrar la historia, vivirla, profundizar en ella) con la participación en línea y en primera persona de los juegos (Rose, 2012).

Aunque la propuesta tiene como idea principal observar, estudiar y aprender acerca de comunidades de práctica y gestión del conocimiento a través de relatos y preguntas que realizan diversos participantes, recurrir a recursos diseñados y estrategias narrativas que siguen la misma lógica fortalece la creación de un ambiente inmersivo que afecta la vivencia del alumno.

El scripting pedagógico en entornos de realidad virtual (RV) va más allá de ser una mera programación de clases y se convierte en la guionización de la experiencia, en la que el diseñador instruccional es como un director de experiencias inmersivas. La definición de metas para un aprendizaje inmersivo es el punto de partida esencial, y estas deben ser justificadas bajo la premisa de lo excepcional: ¿qué puede hacer el estudiante en RV que no podría hacer en la vida real? (Beltrán et al., 2024).

Cuando esta tecnología posibilita la manipulación de lo invisible, como las estructuras atómicas, o la visita a lugares inaccesibles, como el interior de un torrente sanguíneo o la superficie marciana, adquiere un sentido pedagógico. El propósito no es reproducir el aula física, sino

utilizar la "encarnación" (embodiment) para llevar a cabo acciones que serían muy peligrosas, costosas o físicamente inviables en la vida real (Lara et al., 2022).

Para que esta inmersión sea eficaz, es esencial crear un User Journey (trayectoria del usuario) consistente que prevenga la confusión y optimice la carga cognitiva útil. Esta trayectoria arranca con el Onboarding, una etapa esencial de alfabetización digital en la que el alumno se acostumbra a las metáforas de interacción del entorno, a los controles y a la locomoción.

La frustración técnica impide el aprendizaje sin un onboarding fluido. Después de haber superado esta barrera, se inicia la Exploración, una investigación dirigida en la que el entorno virtual se transforma en un laboratorio dinámico. En este caso, el diseño del guion debe encontrar un equilibrio entre la libertad de movimiento y las pistas delicadas que orienten la atención hacia los componentes centrales del entorno STEAM que se quiere analizar.

La Resolución es la etapa final de la fase activa, cuando el alumno utiliza conocimientos de matemáticas, ciencia o tecnología para vencer un desafío específico. La solución en 3D posibilita una validación empírica instantánea de la teoría, ya sea calculando las trayectorias orbitales o estabilizando un reactor nuclear virtual. No obstante, el ciclo de aprendizaje no concluye cuando se quita el visor.

El Debriefing, o reflexión posterior a la inmersión, es, curiosamente, el periodo en que se afianza el aprendizaje verdadero. Es el espacio para expresar con palabras la experiencia, examinar los fallos que se han cometido en el ambiente virtual y llevar al mundo físico los conocimientos que se hayan adquirido. Un guion pedagógico de calidad comprende que la realidad virtual brinda la experiencia; sin embargo, es el análisis posterior lo que genera un conocimiento perdurable (Beltrán et al., 2024).

5.4. Elementos Clave del Diseño de Ambientes STEAM

El diseño de ambientes STEAM inmersivos es la culminación de una arquitectura pedagógica en la que el espacio deja de ser un mero contenedor y se transforma en un agente activo del proceso educativo. La interactividad y la retroalimentación inmediata son, en este entorno, los elementos que impulsan la persistencia y la experimentación. El ambiente responde en tiempo real a las decisiones del alumno debido a la incorporación de programación avanzada y de Inteligencia Artificial; no es una respuesta generalizada, sino una reacción sistémica.

En caso de que un estudiante cambie una variable en una simulación de biología molecular o física, la tecnología (T) produce inmediatamente un resultado visual y funcional. Este ciclo de retroalimentación cierra la distancia entre el concepto y la acción, posibilitando que el error no se considere un fracaso, sino una información útil para la iteración científica. De este modo, convierte la teoría abstracta en una experiencia empírica de causa y efecto (Rodrigues-Silva & Alsina, 2023).

Es necesario que el diseño incorpore un andamiaje digital avanzado para que esta interactividad no sea agobiante. El riesgo de frustración cognitiva es alto en contextos con una complejidad tecnológica elevada; por esta razón, el sistema debe proporcionar ayudas contextuales y pistas visuales que se activen de manera adaptativa. Estas "muletas" pedagógicas, como por ejemplo las guías holográficas, los resaltados de interfaz o los asistentes de IA, no solucionan el problema del alumno; más bien disminuyen la interferencia procedimental para que el foco se dirija hacia el desafío cognitivo subyacente.

Un andamiaje digital adecuado es el que se va retirando poco a poco, a medida que el estudiante mejora su competencia, garantizando que la carga cognitiva permanezca en la "zona de desarrollo próximo", donde aprender es difícil, pero posible.

No obstante, el efecto del entorno STEAM no debería limitarse solamente a la pantalla o al visor; es aquí donde la Narrativa Transmedia juega un papel de hilo conductor que da sentido y continuidad a la educación. Cuando una experiencia inmersiva se enlaza de forma bidireccional con el mundo físico, adquiere una verdadera importancia desde el punto de vista académico. La "misión" que se emprende en el metaverso puede necesitar una indagación bibliográfica en plataformas virtuales, recolectar muestras de tierra dentro del contexto real del alumno o registrar el procedimiento en un diario de bitácora al que se accede desde la nube (Honores et al., 2024).

Cuando se extiende la narrativa pedagógica por medio de diversos canales, se promueve un aprendizaje más amplio en el cual el laboratorio de simulación es la realidad virtual y el campo de aplicación es el mundo físico. Esta interconexión de medios asegura la transferencia de las competencias STEAM a situaciones reales, lo que fortalece un perfil estudiantil capaz de moverse con facilidad entre lo análogo y lo digital.

5.5. Evaluación en Entornos Inmersivos: Más allá del Examen

La evaluación en los ecosistemas STEAM inmersivos significa un cambio radical de las pruebas estandarizadas de papel y lápiz hacia modelos auténticos y procesales de valoración. La evaluación del rendimiento en tiempo real, impulsada por la telemetría, está en el centro de esta transformación.

La realidad virtual, a diferencia de los entornos analógicos, posibilita el registro de cada decisión mínima del alumno: desde la secuencia en que ensambla las partes de un motor de ingeniería (E) hasta la exactitud con la que trata volúmenes en un ejercicio de geometría espacial (M). Estos datos no solo muestran si la respuesta final es la correcta, sino que también describen el recorrido cognitivo del estudiante, señalando dónde aparecen los bloqueos o cuándo ocurre el "insight". La analítica de aprendizaje se convierte así en una ventana transparente hacia la resolución de problemas, permitiendo una intervención docente quirúrgica y personalizada (Calderón et al., 2023).

Para conservar estas experiencias etéreas, el diseño instruccional incorpora los E-Portafolios Inmersivos, que funcionan como recipientes dinámicos para la evolución del alumno. En el ámbito virtual, el estudiante deja de ser un sujeto evaluado para transformarse en el curador de su propia evolución.

La posibilidad de tomar fotos 360° de sus prototipos, capturas de pantalla o grabaciones de video que registren el flujo de trabajo posibilita la recopilación de evidencias que no se pueden obtener simplemente con el formato en 2D. Estos portafolios no solo son una muestra de competencia, sino también instrumentos de metacognición. Al examinar su propio proceso en tres dimensiones, el alumno tiene la capacidad de analizar críticamente su recorrido, lo que permite una autoevaluación más detallada y relacionada con la realización efectiva de tareas complicadas.

No obstante, el desafío más complejo consiste en crear rúbricas para la interdisciplinariedad que sean capaces de evaluar el balance entre la innovación y el rigor. Para valorar un proyecto STEAM inmersivo, se necesitan herramientas que evalúen tanto el proceso creativo (A) como la precisión científica (S) al mismo tiempo. En estos contextos, una rúbrica eficaz no castiga la divergencia creativa, sino que la incorpora como un medio para resolver problemas técnicos (Ortiz et al., 2021).

Se evalúa, por ejemplo, el efecto que tiene la estética de un diseño arquitectónico virtual en su eficiencia energética o cómo se logra una mejor comprensión de un fenómeno matemático a través de la visualización artística de datos. Esta valoración integral garantiza que el elemento "Artístico" no sea simplemente un embellecimiento, sino más bien un acelerador de la ingeniería y del pensamiento crítico, confirmando que en el metaverso educativo, la capacidad para combinar conocimientos dispersos en soluciones coherentes y operativas es lo que determina el éxito.

5.6. El rol del “Arquitecto de Aprendizaje” (Docente)

En el ecosistema de los entornos inmersivos, la función del maestro sufre una transformación drástica: pasa de ser el orador a convertirse en el facilitador de mundos. Este cambio no significa una disminución de la autoridad académica, sino un avance hacia la curaduría de espacios.

El educador ya no es únicamente un transmisor de contenidos, sino un arquitecto de vivencias que escoge, modifica y crea ambientes virtuales con una intención pedagógica definida. Cuando el docente se comporta como curador, analiza qué metáforas visuales, simulaciones e interacciones pueden enriquecer el aprendizaje profundo. De esta manera, garantiza que la tecnología no sea un objetivo en sí misma, sino una herramienta para construir conocimiento en áreas que no se pueden explorar en el aula física (Rivera et al., 2024).

Esta nueva función supone el reto fundamental de administrar el tiempo y el espacio virtual. La libertad de exploración es una de las virtudes pedagógicas más destacadas en el metaverso educativo; sin embargo, puede representar un peligro para la efectividad curricular. El docente debe convertirse en un guía que coloca equilibradamente, las porciones de independencia del alumno, al lado de la realización de las metas educativas.

Para conseguirlo, la sesión debe ser diseñada incorporando rutas de indagación e hitos de control que, a pesar de facilitar el descubrimiento autónomo y la serendipia, siempre se dirijan hacia los nodos de conocimiento planificados. Para que la experiencia no se diluya en pura admiración tecnológica, el profesor tiene que organizar secuencias que mezclen momentos de síntesis y conclusión con la exploración expansiva; esto es así porque, en la inmersión, la percepción cronológica cambia (Paredes et al., 2024).

La práctica docente en el ámbito de la inmersión está impregnada por una ética rigurosa del diseño. En un entorno en el que se difumina la línea entre lo virtual y lo real, es el profesor quien

asegura la integridad emocional y cognitiva del estudiante. Esto supone un monitoreo continuo para prevenir la sobreestimulación sensorial, también conocida como fatiga cognitiva o vision shock, que puede ocurrir debido a una sobreabundancia de información visual o auditiva.

Además, la seguridad emocional se convierte en una prioridad; el maestro tiene que crear entornos inclusivos, exentos de hostigamiento virtual y resguardados contra situaciones que puedan ser traumáticas por el elevado nivel de realismo de la realidad virtual. El papel del profesor en el metaverso, al final, es el de un guardián del bienestar del estudiante, garantizando que la inmersión sea siempre un espacio seguro para el desarrollo intelectual y no una causa de estrés o alienación (Paredes et al., 2024).



6

CAPÍTULO

**EVALUACIÓN
EN ENTORNOS STEAM CON
TECNOLOGÍAS INTELIGENTES**

CAPÍTULO 6.

EVALUACIÓN EN ENTORNOS STEAM CON TECNOLOGÍAS INTELIGENTES

Elina Elizabeth Viracocha Rosero, Linda Maryuri Toaquiza Iglesias,
Jenny Mireya Garcia Fonseca, Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta,
David Fernando Albarrasín Reinoso, Elena Marisol Martínez Gavilánez
y Diana Del Pilar Iglesias Cruz.

6.1. Redefiniendo la Evaluación: Del Examen a la Analítica de Aprendizaje

La transformación de los métodos pedagógicos tradicionales hacia la analítica del aprendizaje (*Learning Analytics*) constituye una de las innovaciones más significativas en la educación actual. Esta transformación no es solamente tecnológica, sino también epistemológica: supone dejar de concebir el aprendizaje como un resultado final y empezar a verlo como un proceso dinámico y con múltiples dimensiones. En este marco, se anula la dicotomía entre la evaluación formativa y la sumativa a favor de un monitoreo del proceso en tiempo real, en el cual se recoge información que posibilita una intervención pedagógica inmediata y personalizada (Moreno et al., 2024).

Históricamente, la evaluación sumativa se ha desempeñado como una especie de "autopsia" del aprendizaje, al examinar lo que el alumno consiguió o no después de finalizado el ciclo educativo. No obstante, la incorporación de la analítica hace que la evaluación formativa tenga un enfoque predictivo y preventivo. Los maestros tienen la posibilidad de detectar cuellos de botella cognitivos antes de que se conviertan en fracasos académicos al seguir el rastro digital del alumno en laboratorios sensorizados o espacios virtuales, lo cual convierte el aula en un sistema de retroalimentación permanente (Escobar, 2014).

Esta necesidad de transformación se hace particularmente notoria en los campos STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). Las restricciones de la evaluación convencional en estos campos son estructurales: un examen escrito con respuestas cerradas no puede, por su propia naturaleza, reflejar el carácter complejo de la competencia en ingeniería o el núcleo de la creatividad artística. Si bien un examen evalúa la capacidad de memorizar o aplicar fórmulas de manera mecánica, el análisis del aprendizaje tiene la posibilidad de analizar el pensamiento divergente, la tenacidad frente a errores en un diseño asistido por computadora (CAD) o la progresión de una composición estética.

En STEAM, el método para alcanzar la solución es tan importante como la solución en sí, y solo mediante la recopilación de datos procesales se puede evaluar la habilidad técnica y la capacidad innovadora del sujeto. El concepto de "Evaluación Invisible" es el que muestra la mayor expresión de este paradigma. Esta metodología sugiere una recolección de datos no invasiva que se desarrolla en el contexto de la actividad educativa, eliminando la tensión relacionada con el "momento del examen" (Zuñiga et al., 2024).

La evaluación se puede incorporar al flujo de descubrimiento del alumno, lo que impide que el estado de flujo cognitivo se interrumpa. De este modo, el sistema registra patrones de búsqueda, decisiones y la interacción sin que el estudiante sienta que está siendo medido. Por lo tanto, la analítica del aprendizaje no solo brinda una perspectiva más ética y exacta del avance académico, sino que también le otorga protagonismo a la curiosidad y al experimento, transformando la evaluación en un aliado silencioso del proceso de creación.

En su fundamento, la evaluación educativa, sobre todo la de los aprendizajes del estudiante, ha evolucionado de ser una herramienta exclusivamente controladora a convertirse en un proceso que retroalimenta a todos los participantes en la educación e incluso al sistema educativo mismo (Escobar, 2014).

Aunque no se haya examinado detalladamente, la evaluación ha estado presente en el ámbito educativo. Su rol social abarca acceder a la educación, certificar los niveles alcanzados y crear herramientas de evaluación, como las pruebas. Su campo de acción se limitaba a evaluar lo que los alumnos habían aprendido, enfocándose en el resultado final y cuantificando sus saberes.

Varios autores han puesto en duda la igualdad conceptual entre examen y evaluación con respecto a este asunto. El examen parece que ha tenido como único objetivo la asignación de una nota. Es lamentable que en una institución educativa que busque ofrecer un servicio de calidad, esta visión reducida, frágil y simplista de la evaluación no sea aceptable (Lafourcade, 1987).

Una idea relevante en los años 50 es que el proceso de evaluación consiste esencialmente en determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos mediante programas pedagógicos y curriculares. La evaluación es el método que determina el grado alcanzado por estos cambios en la conducta, ya que los fines de la educación son primordialmente transformaciones en el ser humano (o sea, porque los objetivos logrados producen algunas alteraciones deseables en las pautas de comportamiento del alumno) (Tyler, 1950).

El concepto de evaluación del aprendizaje ha evolucionado a lo largo del tiempo, ampliando su significado, particularmente cuando se la entiende como un proceso continuo y sistemático. La evaluación es un componente esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje y no es un proceso independiente; además, tiene una función particular en el conjunto de elementos que la integran. Esta instrucción hace alusión a los métodos de desarrollo del alumno en las áreas afectiva, cognitiva, valorativa y comunicativa (Ríos A. , 2001).

En la actualidad, el concepto de evaluación tradicional sigue siendo el más común. Esto se debe, sobre todo, a la falta de formación y divulgación acerca de este asunto, lo cual se manifiesta en una nota. Es imposible ignorar las connotaciones a nivel individual, institucional y social que tiene la calificación, ya que el puntaje representa para la sociedad en diversos contextos la cantidad de conocimientos que una persona puede llegar a tener. Uno de los efectos de darle tanta importancia a la nota es que, en muchos casos, el examen sigue siendo la principal herramienta para evaluar. El problema es que, por la cantidad y complejidad de los contenidos, la elaboración del examen es una tarea muy cara y no se evalúan temas importantes (Bruner et al., 1984).

La evaluación de los resultados posibilita que la educación sea administrada a escala institucional, porque estos resultados son la base para los indicadores de gestión directiva, como el porcentaje de aprobados, la tasa de repetición y la tasa de deserción, entre otros. Los resultados tienen un impacto social, pues pueden resultar en categorizaciones de los alumnos como buenos o malos, o de la enseñanza como buena o mala; estas clasificaciones pueden dar lugar a estereotipos acerca de las personas y las instituciones educativas. Los hallazgos de la evaluación pueden llegar a tener tanto poder que se convierten en un instrumento para que el evaluador ejerza autoridad sobre los evaluados.

La evaluación se utiliza también para corroborar los frutos del aprendizaje; gracias a esta función, es posible saber si se ha alcanzado el aprendizaje planeado, determinando así el grado de preparación y la competencia del alumno en un área particular (Cajiao, 2010). No obstante, se quiere destacar que estas comprobaciones están determinadas por los objetivos definidos desde el principio; sin embargo, para evaluar otras capacidades desarrolladas es necesario establecer otros sistemas de evaluación que permitan identificar progresos concretos.

Además, existe una función predictiva que busca estar al tanto de los resultados anteriores del estudiante y se utiliza como punto de partida para iniciar nuevos temas de estudio. Este ejercicio facilita la toma de decisiones acerca de cómo debe ser el curso y hacia dónde debe ir. Por lo tanto, adquiere un sentido pedagógico, porque se convierte en la base para el desarrollo futuro y para restablecer los procesos deficientes cuando se identifican ciertas habilidades del estudiante.

La evaluación formativa es el trabajo que une a todos los participantes en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje. En esta interpretación se asume que, mientras el estudiante es evaluado, va adquiriendo y perfeccionando sus habilidades y virtudes, tales como el análisis, la reflexión, la responsabilidad y la capacidad de tomar decisiones (González M. , 2000).

La evaluación es un elemento fundamental en la gestión educativa, ya que sirve para establecer objetivos, coordinar el trabajo y las comisiones de promoción y evaluación, además de ser una herramienta reguladora de la enseñanza. Por eso es decisivo la relevancia de los procesos evaluativos para contribuir a la mejora permanente de la educación.

Los cambios más significativos en la percepción del objeto de evaluación del aprendizaje incluyen pasar de evaluar el rendimiento académico de los estudiantes a evaluar el logro de las metas propuestas. De la valoración de los productos (los resultados) a la evaluación tanto de los procesos como de los productos. De la búsqueda de rasgos o características que se pueden estandarizar a lo idiosincrático o singular. Desde la fragmentación hasta el examen integral y global del individuo (el estudiante), tanto en su integridad o unidad como en su entorno (González M. , 2000) .

Estas tendencias muestran el objetivo de la evaluación del aprendizaje, que abarca desde lo general (los objetivos educativos) hasta lo específico (el reconocimiento de la individualidad). En la evaluación del aprendizaje, las características individuales de cada estudiante y los propósitos sociales que se reflejan en los objetivos docentes son igualmente importantes y tienen que ser evidentes para todos. La evaluación fluctúa entre la homogeneidad de las metas sociales y la diversidad de los individuos, además de variar según las distintas trayectorias y enfoques que toma su desarrollo. Cada estudiante tiene diferentes intereses, conocimientos, metas y motivaciones; no obstante, al mismo tiempo, estos deben unirse y contribuir para el beneficio de la sociedad y de la institución.

El concepto de evaluación ha ido transformándose desde una visión que la consideraba un proceso estéril, sin relación con lo axiológico, hasta llegar a la conclusión de que es un factor que favorece el desarrollo del estudiante. También se ha pasado de pensar que la evaluación es únicamente el momento final de un curso a incorporarla en cada una de las fases del aprendizaje.

El estudiante cuenta con una gran variedad de habilidades, competencias, capacidades y destrezas que le permiten aprender a aprender, crecer, educarse y administrar su propio proceso; además, no está aislado, sino que forma parte de un grupo en el que interactuar y participar contribuye a fortalecer lo aprendido mediante la discusión e intercambio de ideas, reflexiones, análisis y soluciones a problemas. Así nace la idea de reconocer al otro, o sea, el alumno que se hace responsable por su colega.

Los modelos más nuevos, que combinan valores y actitudes con conocimientos para promover el desarrollo completo del estudiante, estimulan el aprendizaje integral. Este objetivo se alcanza cuando se percibe la educación como un proceso en el que el alumno participa activamente en su propio aprendizaje. En este contexto, el maestro no se restringe a impartir conocimientos, sino que debe crear nuevos espacios de aprendizaje mediante métodos de evaluación que se ajusten completamente a las particularidades individuales de los alumnos.

En esta dirección, se estableció la autoevaluación como una práctica para darle mayor protagonismo al estudiante. Con este enfoque, se promueve la autonomía, el autoconocimiento y la crítica reflexiva hacia uno mismo, acciones que normalmente las personas no realizan sin recibir un estímulo. Dado que se busca establecer vínculos dialógicos entre el maestro y el alumno, el estudiante jamás podrá ser desestimado como individuo por tener saberes y vivencias valiosas; por el contrario, debe ser visto como un agente decisivo en la evaluación, participando a veces al mismo nivel que el docente.

La experiencia muestra que es necesario incluir prácticas que permitan valorar las competencias a partir de los saberes ser, hacer y conocer. Para que los estudiantes tengan la capacidad de expresar sus ideas, definiciones y argumentos, en el saber conocer se emplean cuadernos de notas reflexivas. El saber hacer abarca todo el procedimiento de utilizar herramientas propias para buscar posibles respuestas a sus problemas y experimentar con las teorías que ha estudiado. El saber ser incluye una vasta gama de posibilidades, incluyendo la expresión

de emociones, la aceptación de puntos de vista diversos, la actitud hacia sí mismo y hacia los demás, así como la visión prospectiva. Estos elementos pueden ser recopilados por el profesor en un diario de campo, lo que facilita una evaluación y retroalimentación más individualizada.

Se recomienda que el profesor trate de implementar métodos de evaluación que recojan y muestren todo tipo de habilidades, con el objetivo de ver cómo éstas se desarrollan en su práctica evaluativa. Este puede transformarse en un elemento novedoso en la evaluación, a diferencia de muchos métodos empleados en el trabajo docente que se limitan a evaluar una sola dimensión a la vez, especialmente la cognitiva, sin considerar las múltiples facetas de los seres humanos. El objetivo es, a través de experiencias evaluativas, manifestar en el aula aportaciones para lograr que los estudiantes alcancen su máximo potencial y encuentren sus aspiraciones vitales, su autoestima y las virtudes y principios que quieren desarrollar en sí mismos (Escobar, 2014).

La tecnología inteligente no sustituye el criterio del docente, sino que ofrece una perspectiva sobre lo que sucede en la mente del alumno mientras crea, experimenta y comete errores. En la evaluación tradicional, no tenemos conocimiento de lo que ocurrió en la mente del estudiante desde el comienzo hasta el término del proyecto. Por otro lado, con la "Evaluación Inteligente", se ilumina esa "caja negra", registrando cada decisión tomada en el entorno virtual.

Así, se busca una justicia educativa, ya que la IA posibilita identificar si un estudiante tiene un buen dominio de la ciencia, aunque le cueste redactar el informe final; esto permite que su talento se vea reflejado a través de sus acciones en el simulador. Por otro lado, se consigue la escalabilidad al no sobrecargar al docente en la evaluación de proyectos STEAM interdisciplinarios. Esto se logra gracias a que la IA actúa como un "asistente de cátedra", organizando las evidencias para que el ser humano tome la decisión final.

Puede decirse que la triangulación entre la autoevaluación del estudiante, la observación directa del maestro y los datos de inteligencia artificial es lo que determina el éxito verdadero de una evaluación.

Tabla 3. Comparación evaluación tradicional vs evaluación con IA y analítica del aprendizaje

Característica	Evaluación Tradicional	Evaluación Inteligente (IA & Analítica)
Temporalidad	Sumativa: Se realiza al final de una unidad o proyecto (examen/entrega).	Continua/Formativa: Monitoreo en tiempo real mientras el alumno trabaja.
Foco del Análisis	Resultado final: Se califica el producto o la respuesta correcta.	Proceso cognitivo: Se analiza la ruta de resolución, los errores y la lógica.
Feedback (Retroalimentación)	Diferido: El alumno recibe la nota días o semanas después.	Inmediato: Mensajes de apoyo o pistas justo cuando surge el bloqueo.
Personalización	Estandarizada: El mismo baremo para todos los estudiantes.	Adaptativa: Ajusta los niveles de reto según el ritmo individual.
Datos Analizados	Limitados: Principalmente texto escrito o respuestas de opción múltiple.	Multimodales: Interacciones en 3D, telemetría, voz, patrones de clic y tiempo.
Rol del Docente	Calificador: Pasa gran parte del tiempo corrigiendo tareas repetitivas.	Mentor/Analista: Usa los datos para intervenir donde hay riesgo real.
Habilidades Medidas	Principalmente memoria y aplicación de fórmulas.	Creatividad (A), pensamiento sistémico (E) y resiliencia ante el error.

Adaptado de (Escobar, 2014)

6.2. Learning Analytics (Analítica de Aprendizaje) en Proyectos STEAM

La evaluación es un proceso transversal decisivo en la educación STEAM, y las analíticas de aprendizaje pueden contribuir con recursos esenciales para esta relación. Los hallazgos de una revisión sistemática de la bibliografía científica acerca del asunto revelan que las analíticas de aprendizaje tienen un rol mediador en la evaluación formativa dentro del ámbito educativo STEAM, resaltando la retroalimentación adaptativa y las capacidades de la inteligencia artificial para administrar integralmente el aprendizaje.

La combinación de la síntesis cualitativa y el análisis de co-concurrencia permitió vislumbrar la intencionalidad de la evaluación formativa en un ambiente colaborativo, reflexivo y motivador, así como desde él; destacándose tres núcleos dinamizadores de la evaluación formativa mediada por AA en un entorno educativo STEAM: la mediación pedagógica interactiva, el manejo innovador del aprendizaje y la comprensión del contexto formativo TIC (Medina et al., 2023) .

El aula se ha convertido en un laboratorio de datos gracias a la incorporación de la analítica del aprendizaje en los proyectos STEAM, donde el proceso de descubrimiento es tan medible como el producto final. Esta disciplina emplea instrumentos sofisticados, como el rastreo de interacción (eye-tracking o clickstream) y los mapas de calor, para observar con exactitud cómo los alumnos investigan contextos complejos, bien sea un laboratorio virtual de química o la operación de un modelo tridimensional en ingeniería.

Esto contrasta con las métricas tradicionales de calificación. Estas ilustraciones gráficas posibilitan que los educadores determinen qué partes de una interfaz atraen la atención o cuáles elementos de un diseño son pasados por alto, mostrando grados de compromiso y entendimiento que, de otro modo, quedarían escondidos detrás de la pantalla.

La analítica es potente no solo por la navegación sencilla, sino también por su habilidad para identificar patrones de resolución de problemas a través del empleo de Inteligencia Artificial. En un proyecto de robótica o física experimental, los algoritmos tienen la capacidad de determinar si un estudiante está utilizando el método científico de manera rigurosa (es decir, el hipotético-deductivo), formulando hipótesis, aislando variables y verificando resultados de forma sistemática; o si, en cambio, se encuentra inmerso en un ciclo desestructurado de ensayo y error aleatorio.

Esta diferenciación es decisiva en STEAM, donde el fin auténtico del aprendizaje es el desarrollo de la lógica procedimental y del pensamiento crítico. La inteligencia artificial actúa como un atento observador del tiempo real de la realización de la heurística del alumno.

Esta investigación exhaustiva concluye en una habilidad de respuesta nunca antes vista: la predicción de problemas a través de algoritmos de alerta temprana. Cuando el sistema procesa patrones de interacción y tiempos de respuesta, tiene la capacidad de detectar indicios sutiles de desmotivación o estancamiento cognitivo. El profesor recibe una notificación, basada en

datos, antes de que el alumno llegue a un estado de frustración crítica que lo lleve a desistir del desafío; esto le permite hacer una intervención pedagógica personalizada y oportuna.

Por lo tanto, el análisis del aprendizaje no solo documenta el trayecto del alumno, sino que se transforma en un sistema de apoyo esencial que asegura que el proceso de descubrimiento en los campos STEAM sea ininterrumpido, resistente y muy significativo.

6.3. Herramientas de IA para una Evaluación Personalizada

Es necesario considerar la Inteligencia Artificial como una especie de copiloto pedagógico que, en lugar de representar un peligro para la integridad académica, se revela como el instrumento ideal para una personalización a gran escala. Por lo tanto, es necesario investigar la automatización de las tareas rutinarias para liberar a los maestros de la revisión mecánica y retornarles su papel de guías.

Se hace necesario crear e implementar sistemas de tutoría inteligentes que cuenten con evaluaciones capaces de ajustarse al nivel individual de cada estudiante en tiempo real, desafiándolos sin causarles frustración. Estas tecnologías nuevas también ofrecen una detección temprana de vacíos y retos en el aprendizaje, a través de algoritmos que descubren lagunas en el aprendizaje antes de que se transformen en fracasos académicos.

Cuando se ha superado la educación memorística, es imprescindible avanzar significativamente en el camino hacia una evaluación genuina. Esta no debe valorar la capacidad de recordar datos que están a solo un clic de distancia, sino la habilidad para solucionar problemas complejos mediante instrumentos innovadores que valoren competencias en contextos controlados que simulan situaciones reales. Además, debe seguirse el hilo conductor del pensamiento del alumno y evaluar su esfuerzo y lógica detrás de cada respuesta.

La incorporación de la inteligencia artificial en el ecosistema STEAM marcó el inicio de una época de personalización pedagógica, en la que la evaluación ya no es un evento estandarizado. Los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) son el corazón de esta transformación, ya que funcionan como mentores digitales que pueden ofrecer una retroalimentación automática y al instante en áreas estructuradas. Estos sistemas, al resolver ecuaciones matemáticas complejas (M) o al depurar código de programación (T), no solo indican el error, sino que también examinan la lógica del estudiante y brindan pistas detalladas que favorecen la autorregulación. Esta habilidad de respuesta inmediata impide que se consoliden ideas equivocadas y posibilita que

el estudiante conserve el impulso cognitivo requerido para abordar retos técnicos complejos (Rodríguez et al., 2021).

Sin embargo, la fuerza de la IA en el enfoque STEAM va más allá de lo meramente técnico, ya que se ocupa de evaluar las habilidades blandas (soft skills), que históricamente han sido difíciles de medir. Utilizando el análisis de datos en contextos virtuales y plataformas colaborativas, algoritmos específicos son capaces de seguir la dinámica de los equipos, al analizar indicadores de liderazgo, administración del tiempo y eficacia comunicativa.

La inteligencia artificial tiene la capacidad de trazar redes de interacción para saber si la colaboración es equitativa o si hay cuellos de botella en el flujo de información. Así, el maestro consigue una imagen objetiva de las habilidades socioemocionales de sus alumnos, que son esenciales para lograr éxito en proyectos de diseño e ingeniería donde lo habitual es trabajar interdisciplinariamente.

La capacidad de la IA de hacer la adaptación del aprendizaje a cada individuo, es muy avanzada. No obstante, hay vacíos en su implementación en la enseñanza secundaria y primaria, además de constantes inquietudes éticas. En el entorno laboral, la inteligencia artificial (IA) favorece una eficiencia superior; sin embargo, también requiere que se fortalezcan las competencias interpersonales y que se perfeccionen las calificaciones de los trabajadores.

La revisión también muestra que se ha prestado poca atención al desarrollo de habilidades socioemocionales y que la aplicación en poblaciones vulnerables es escasa. Según concluye la investigación, si se pone en práctica de forma ética y pedagógica, la IA tiene el potencial de mejorar las competencias sociales, siempre que esté respaldada por una capacitación integral del profesorado y políticas que promuevan una transformación digital enfocada en el ser humano (Rosero et al., 2026).

El análisis científico se enriquece cualitativamente gracias al Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN). Estas herramientas facilitan el análisis riguroso desde la perspectiva académica de las grabaciones de voz en las que los alumnos exponen sus hipótesis y conclusiones, así como de lo que han escrito en sus diarios de aprendizaje. El PLN no se restringe a corregir la gramática; también detecta la riqueza del vocabulario técnico, la consistencia de los argumentos y la profundidad de las reflexiones metacognitivas acerca de sus proyectos.

La IA, al procesar estos relatos, permite a los educadores entender la forma en que el alumno construye su identidad como artista o científico, garantizando que la evaluación personalizada dentro de STEAM sea una medida tanto de madurez intelectual como de rigor técnico.

Las opiniones se clasifican en positivas, negativas o neutrales mediante el uso de plataformas de análisis de sentimientos, que utilizan PLN. Es esencial para que las compañías sean capaces de filtrar la retroalimentación y enfocarse en los problemas que necesitan una intervención rápida. Las entidades pueden emplear sistemas particulares que identifican patrones y temas recurrentes, lo que posibilita un diagnóstico más exhaustivo y enfocar su trabajo en los componentes esenciales que afectan la experiencia del usuario.

La base del éxito de estas tareas es el procesamiento de lenguaje natural. Modelos de vanguardia como GPT y BERT permiten entender el significado literal de los comentarios, así como su contexto y su carga emocional. Además, la capacidad de ajustar estos modelos a léxicos específicos —como modismos o términos técnicos— hace que el sistema sea más preciso y permite una interpretación más fiel de la realidad del usuario.

Para gestionar eficientemente las respuestas, el componente decisivo es la integración omnicanal. Las organizaciones logran una completa supervisión de la información que reciben al utilizar sistemas que concentran las interacciones de correos electrónicos, redes sociales y encuestas en un solo panel.

Esta estructura no solo evita que se pierda el interés por datos importantes, sino que también acelera el flujo de trabajo a través de la asignación automática de tareas, lo cual implica una capacidad para responder de manera inmediata y especializada. El análisis predictivo, a través de modelos de aprendizaje automático, detecta patrones en datos históricos con el fin de anticipar conductas futuras. Esta habilidad es esencial para que los profesores puedan anticiparse a las necesidades de sus alumnos, lo cual permite que las decisiones estratégicas no solo sean oportunas, sino también sustentadas en un entendimiento profundo de las tendencias futuras (González M., 2026).

6.4. Rúbricas Dinámicas y Portafolios Digitales Inteligentes

El avance de la tecnología educativa supone la aparición de herramientas inteligentes para evaluar, las cuales van más allá de la rigidez de las calificaciones tradicionales al combinar el análisis del rendimiento con la recolección de datos. Las rúbricas automatizadas, herramien-

tas dinámicas que dejan de ser simples tablas de criterios para transformarse en motores de análisis, son el núcleo de esta innovación. Estas plantillas obtienen información directamente de las pruebas digitales creadas durante la etapa de prototipado en ingeniería (E).

Las rúbricas, al estar conectadas con entornos de diseño asistido o repositorios de desarrollo, tienen la capacidad de identificar automáticamente si un prototipo satisface criterios técnicos particulares, como por ejemplo la optimización de recursos o la eficacia estructural. Así, el rastro digital del alumno se convierte en una evaluación objetiva y continua (Zúñiga M., 2025).

Los portafolios de evidencias 360° proporcionan una visión integral y multimedia del avance del estudiante. No se trata más de un archivo con trabajos acabados; ahora es un ecosistema que emplea modelos 3D interactivos, grabaciones del proceso y videos explicativos para registrar el desarrollo de una obra artística (A) o la evolución de un experimento científico (S). Esta perspectiva hace posible que la naturaleza cíclica del aprendizaje en STEAM sea capturada: se hacen visibles el ajuste, el error y el refinamiento. El portafolio 360° es una prueba multidimensional en la que se unen tanto la narrativa del alumno como las evidencias empíricas, lo que posibilita una evaluación que tiene en cuenta la originalidad de la expresión estética y el rigor del método científico (Ocampo, 2025).

Utilizando microcredenciales y Blockchain, se garantizan valores éticos como la integridad y el reconocimiento de estos logros. Esta tecnología posibilita que se validen de manera transparente y segura competencias STEAM concretas que se han adquirido durante la duración de un proyecto. En vez de un diploma genérico, el alumno recibe insignias digitales (badges) que pueden ser verificadas y que acreditan capacidades específicas, como la colaboración entre disciplinas, el análisis de grandes volúmenes de datos o la impresión en tres dimensiones.

Estas microcredenciales, al estar registradas en una cadena de bloques, tienen una trazabilidad invariable, lo que hace más fácil el paso del ámbito académico al laboral. Así, los instrumentos inteligentes no solamente evalúan el aprendizaje, sino que le confieren un valor curricular reconocido de manera universal en la economía del conocimiento y que es portátil (Cambarieri et al., 2024).

6.5. La Ética de la Evaluación Algorítmica

La responsabilidad que implica la inteligencia artificial en la evaluación educativa va más allá de ser técnicamente eficiente, puesto que se ubica en el ámbito de la integridad pedagógica.

Por lo tanto, es decisivo que la transparencia y la justicia sean obligatorias para asegurar que los algoritmos no se transformen en "cajas negras" que perpetúen las desigualdades. Los modelos de IA, que han sido entrenados con información histórica sesgada, corren el peligro latente de castigar las formas no tradicionales de aprender o los métodos creativos que se apartan de la norma estadística.

Para garantizar que la divergencia cognitiva, fundamental para la innovación artística y científica, sea considerada como una fortaleza y no como un desvío erróneo, una evaluación ética en STEAM necesita exigir un examen continuo de los criterios algorítmicos con el fin de prevenir prejuicios discriminatorios por neurodiversidad o procedencia socioeconómica (Blasquez, 2022).

A su vez, la privacidad y la protección de datos surgen como inquietudes centrales en el diseño de ecosistemas para el aprendizaje virtual. El seguimiento constante del comportamiento de los estudiantes produce una huella digital profunda que suscita un dilema moral y legal: ¿quién posee realmente esos datos? El ámbito académico tiene que definir marcos de gobernanza precisos para asegurar que la información recopilada se use únicamente con fines pedagógicos de los alumnos, eludiendo su comercialización o la aplicación de perfiles psicométricos sin un consentimiento claro e informado.

En manos del estudiantes y la entidad educativa debe estar la soberanía de los datos, para poder garantizar que el ambiente virtual sea seguro para poder experimentar e incluso cometer errores, sin ser supervisado con fines punitivos o comerciales (Weidinger et al., 2021).

La automatización y la analítica no tienen que suplantar, sino reforzar el aspecto humano en la educación. A pesar de que la inteligencia artificial tiene la capacidad de analizar grandes cantidades de evidencias con una exactitud imposible para un ser humano, el docente debe tener el control absoluto sobre decidir si un estudiante ha progresado o no y sobre el *feedback* emocional.

La evaluación es un proceso de comunicación humana que demanda la habilidad de entender el contexto del estudiante, así como la empatía y la intuición. El maestro es el árbitro ético que traduce la información suministrada por la máquina, convirtiéndola en una guía optimista y con significado. La tecnología ofrece el "qué", pero solo el ser humano puede dar el "para qué" y el "por qué", manteniendo de este modo la esencia humanista del proceso de enseñanza-aprendizaje (Weidinger et al., 2021).

6.6. Marco Práctico: Diseño de una Estrategia de Evaluación STEAM

Para crear un sistema de evaluación inteligente dentro del marco STEAM, es necesario una coordinación entre la arquitectura de datos y la pedagogía crítica. Este procedimiento se inicia con la determinación de KPIs pedagógicos (Indicadores Clave de Desempeño), que actúan como faros orientadores en la recopilación de evidencias. La optimización de la eficiencia en un diseño estructural (E), la capacidad de formular una hipótesis falsable (S) o la originalidad para resolver estéticamente un problema visual (A) son ejemplos de hitos concretos en el arte o la ciencia que deberían ser capturados por estos indicadores.

Determinar qué hitos se quieren medir hace posible que la analítica no se limite a ser un mero conjunto de números, sino que sea una narrativa lógica acerca del avance de habilidades complejas y transversales (Lema & Rivadeneira, 2025).

La elección del ecosistema tecnológico se convierte en la base operativa del diseño una vez que se han definido los objetivos. Es imprescindible seleccionar plataformas y entornos virtuales de aprendizaje (laboratorios remotos o LMS) que cuenten con una arquitectura abierta, lo que facilita la exportación granular de datos de rendimiento. Un ecosistema sólido debe tener la capacidad de incorporar herramientas de simulación, modelado y programación que tengan comunicación entre ellas para que el flujo de trabajo del estudiante produzca un rastro digital analizable.

Esta interoperabilidad técnica es lo que posibilita que el maestro deje de ser un evaluador de tareas presentadas y se convierta en un analista de procesos en desarrollo, interviniendo cuando los datos señalan la necesidad de asistencia o una oportunidad para profundizar (Greca et al., 2021).

Incorporando sesiones de coevaluación apoyadas por inteligencia artificial se estimula la dimensión social del aprendizaje. La inteligencia artificial no pretende sustituir el juicio del alumno, sino hacerlo más fácil al proporcionar criterios estructurados y análisis de sentimientos que orienten la retroalimentación entre pares. Los algoritmos tienen la capacidad de organizar a los alumnos para la evaluación mutua, teniendo en cuenta las fortalezas que se complementan entre sí, garantizando así que el *feedback* sea imparcial, constructivo y sin prejuicios interpersonales.

La IA convierte la evaluación en un ejercicio de ciudadanía académica al automatizar la logística de la coevaluación y ofrecer marcos de referencia en tiempo real. En este proceso, los estudiantes aprenden a apreciar el trabajo ajeno con igual sensibilidad artística y rigor científico que emplean en su propio trabajo.



7

CAPÍTULO

**FORMACIÓN DOCENTE
PARA STEAM INMERSIVO**

CAPÍTULO 7.

FORMACIÓN DOCENTE PARA STEAM INMERSIVO

Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero, Linda Maryuri Toaquiza Iglesias, Jenny Mireya Garcia Fonseca, Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta, David Fernando Albarrasín Reinoso y Elena Marisol Martínez Gavilánez.

7.1. El Nuevo Perfil del Docente STEAM

Una línea de investigación apropiada para el contexto actual consiste en investigar, mediante métodos como las entrevistas semiestructuradas, cómo los sistemas que son las plataformas líderes en generación de textos basados en IA (Google Bard, Claude.ai, ChatGPT, Google Gemini y Perplexity) conceptualizan y muestran las funciones, rasgos, competencias, necesidades formativas e impacto social de los maestros.

Según los resultados, estos tecno-imaginarios otorgan a los profesores un papel fundamental en la formación integral de los alumnos, y sitúan como prioritarias sus competencias sociales y personales, así como su vocación. Al mismo tiempo, restan relevancia a lo que se refiere al control de las asignaturas fundamentales y a los conocimientos teóricos en su práctica docente y formación (Fontán et al., 2025).

En un escenario donde las tecnologías digitales fundamentadas en la Inteligencia Artificial generativa (IAg) han cambiado el panorama educativo, modificando objetivos, procesos y actores, es pertinente analizar los nuevos perfiles profesionales de los profesores. Estos pueden ser caracterizados a través de los tecno-imaginarios pedagógicos que estas tecnologías proyectan sobre la identidad docente.

Las coincidencias de visiones recogidas de las distintas IAg plantea preguntas acerca del efecto que tienen estas representaciones en la comprensión social y el verdadero desarrollo de la identidad docente, subraya la importancia de tratar sus restricciones y pone en duda los estereotipos que perpetúan. Asuntos que, en el contexto de una educación cada vez más digitalizada, ignoran la perspectiva humanizada y la razón no instrumental de las relaciones educativas.

OpenAI, una de las compañías tecnológicas más grandes del mundo, lanzó al público el Chat GPT-3.5 en noviembre de 2022. Este sistema de chat por Internet se fundamenta en un modelo lingüístico de inteligencia artificial generativa (IAg) que utiliza 175 millones de parámetros y ha sido entrenado con volúmenes extensos de texto para llevar a cabo diversas tareas relacionadas con el lenguaje. Su función primordial es la creación de texto. Este *chatbot*, en cuestión de meses, se extendió por todos los sistemas educativos del planeta. Según algunos comentaristas de la época, estaba destinado a cambiar profundamente la realidad educativa de profesores y alumnos (Jiménez, 2024).

Aunque esta aparición mediática tuvo un gran impacto, la realidad es que existen numerosas tecnologías con inteligencia artificial que desde hace años inundan el sector educativo con aplicaciones que posibilitan tanto la creación de materiales de aprendizaje personalizados como el desarrollo de sistemas de tutoría inteligentes (Torres et al., 2014), incluyendo la evaluación automatizada de la escritura o la creación de indicadores de aprendizaje que tienen una alta probabilidad de predecir el riesgo de deserción escolar (Jara & Ochoa, 2021).

Debido al aumento exponencial del uso de la inteligencia artificial (IA) en el campo educativo, que se ha venido observando desde hace tiempo, la UNESCO se vio obligada a crear un documento en 2019, dentro del marco del Consenso de Beijing —es decir, antes incluso de que apareciera el Chat GPT-3.5—. Este documento contenía sugerencias sobre cómo aprovechar mejor las tecnologías de IA para lograr la Agenda 2030 en Educación; fue diseñado para los encargados de formular políticas educativas relacionadas con la inteligencia artificial (Miao et al., 2024).

Sin embargo, no hay duda de que dentro de los muchos cambios que ha traído la IA en educación, uno de los elementos en los que más ha influido es la cultura, las metas y las prácticas educativas (Comisión Europea, 2023). Además de la incidencia mencionada, es importante añadir que, en un revival de Skinner y sus famosas "máquinas de enseñar", a las que el psicólogo estadounidense otorgaba una notable capacidad sustitutoria, se ha intentado imponer en los últimos años un tecno-imaginario pedagógico.

Este imaginario tiene como consecuencia principal reemplazar muchas funciones que normalmente han estado bajo la responsabilidad de los docentes por la Inteligencia Artificial (IA), a la cual se le otorga un aura de eficacia y flexibilidad imposible para cualquier competidor humano (Selwyn, 2019).

Una prueba de esto es que Bill Gates, uno de los principales protagonistas en la competencia por desarrollar IA, ha afirmado en múltiples entrevistas que esta tecnología tiene el potencial de convertirse en un buen maestro (Huddleston Jr., 2023), ya que podría proporcionar retroalimentación inmediata. Lo que anunció el gobierno de São Paulo (Brasil) en abril de 2024, que tiene la intención de emplear inteligencia artificial, como ChatGPT, para generar clases digitales para alumnos de escuelas públicas. De este modo disminuiría el número de maestros encargados de elaborar estas lecciones, entre otros posibles casos (Bocchini, 2024).

En este imaginario, es importante incluir el ambiente pedagógico en el que nos encontramos. Un escenario en el que se ha ido desmantelando gradualmente los roles tradicionales del profesorado, al que se le suman nuevas demandas burocráticas, tecnológicas, educativas e innovadoras que desde hace años han causado un descontento significativo en los docentes y cuya identidad también ha estado seriamente amenazada (Suarez & McGrath, *Teacher professional identity: How to develop and support it in times of change.*, 2022).

Una identidad docente que es investigada ampliamente hoy en día y que, más que ser un fenómeno palpable, es en verdad una construcción en constante cambio. Esto se debe a la continua interpretación y reinterpretación de las vivencias educativas que los maestros experimentan durante su vida, las cuales incluyen tanto a ellos mismos como al entorno donde ocurren (Jarauta & Pérez, 2017).

Hay que destacar algunas dimensiones fundamentales de la identidad docente que la literatura sobre esta cuestión aborda e identifica como esenciales (Schutz et al., 2018). Cabe destacar, debido a que son las que se mencionan con más frecuencia, aquellas relacionadas con los rasgos personales, las habilidades sociales, las competencias educativas, la formación y la práctica reflexiva y, por último, el reconocimiento y la repercusión social (Alonso-Sainz, 2020).

En este sentido, es relevante subrayar que la identidad profesional incluye tanto al individuo como a su entorno. Y que no es uniforme, singular ni supone una forma de proceder determinada del docente en función de unos conocimientos y actitudes supuestamente profesionales. La identidad del docente está compuesta por dimensiones interconectadas que están fuertemente relacionadas con los diferentes entornos en los que trabajan y que a menudo chocan, particularmente cuando el docente se encuentra en situaciones de cambio educativo,

social o de transformación de las condiciones laborales. Esto parece ser lo que está ocurriendo hoy en día con la implementación generalizada de la IA en la educación (Fuentes et al., 2020).

La transformación del panorama educativo, propulsada por el STEAM, ha exigido una profunda reconfiguración de la tarea pedagógica. El nuevo perfil del profesor STEAM no es simplemente una actualización de habilidades técnicas, sino que también es una respuesta necesaria para enfrentar la crisis de identidad docente.

En un ecosistema en el que la automatización y la inteligencia artificial corren el riesgo de sustituir a la educación directa, el profesor tiene que convertir su temor al reemplazo en una integración estratégica. Esta transición requiere entender que, aunque la tecnología tiene la capacidad de procesar información y producir contenidos a velocidades increíbles, no posee el propósito pedagógico y la sensibilidad ética que únicamente los humanos aportan; por lo tanto, el profesor ya no es el custodio del saber, sino el arquitecto de la experiencia educativa.

Para surcar en este cambio de paradigma, es necesario que el facilitador inmersivo desarrolle un conjunto de habilidades interdisciplinarias, entre las cuales se incluyen la alfabetización digital y espacial. Esta última es fundamental en la época de los espacios virtuales y la realidad aumentada, donde el maestro debe ser apto para analizar y crear vivencias que superan el volumen y la presencia de una pantalla plana.

Esta habilidad técnica resulta estéril sin una mentalidad de crecimiento (Growth Mindset), que posibilita a los profesionales no percibir la disrupción tecnológica como un impedimento, sino como un laboratorio de experimentación continua. El maestro STEAM asume que la incertidumbre y el error, característicos del diseño de ingeniería y el método científico, son elementos fundamentales en el proceso cognitivo.

Además, el papel actual exige una habilidad compleja de mediación en contextos no lineales. En contraste con la enseñanza tradicional basada en secuencias inamovibles, el aprendizaje STEAM tiende a ser desordenado, rizomático y enfocado en proyectos, en los que el alumno examina varias vías de resolución. El profesor, aquí, cumple la función de regular el flujo de aprendizaje para garantizar que la autonomía del estudiante no conduzca a la desinformación o al desencanto.

El "curador de mundos" es la figura que representa el final de esta metamorfosis. En una red saturada de recursos, la tarea del docente es parecida a la de un curador de arte o a la de un

arquitecto de realidades: su obligación consiste en elegir, validar y combinar herramientas tecnológicas y entornos virtuales con un rigor pedagógico innegociable. No es cuestión de usar la tecnología por ser nueva, sino de seleccionar los "mundos" —ya sean digitales o físicos— que estimulen más eficazmente el pensamiento crítico y la creatividad. Finalmente, el maestro STEAM va más allá de la enseñanza y se convierte en el principal diseñador de ecosistemas donde se construye, experimenta y transforma el conocimiento en soluciones concretas para la realidad contemporánea.

El reto digital que enfrentamos con las inteligencias artificiales generativas tiene grandes implicaciones en términos de la identidad docente. De hecho, estas tecnologías son cada vez más consideradas como auténticos agentes de educación que tienen un impacto en cómo los maestros abordan sus prácticas pedagógicas y entienden tanto su trabajo profesional como su propia identidad (Arantes, 2022).

Por lo tanto, no hay duda de que la convivencia con estas tecnologías supone desafíos reales en cuanto a cómo los maestros perciben y definen su identidad y aprecian sus habilidades profesionales (Zavatta, 2024). En particular, en los contextos nacionales que buscan mantenerse al día con respecto a la competencia digital de los docentes, esto debería traducirse en la capacitación masiva y obligatoria de los maestros para afrontar los desafíos educativos que surgen con la incorporación de las tecnologías digitales.

No es sorprendente, por lo tanto, que la OCDE haya planteado en un estudio reciente acerca de la identidad profesional docente que la tecnología será inevitablemente central en los nuevos contextos educativos. Según se indica, dichos contextos tienden a ser híbridos y a enfocarse cada vez más en personalizar la educación y atender las necesidades de formación de los alumnos mediante el enriquecimiento con tecnología inteligente. Por lo tanto, sus creadores indican, siguiendo la misma línea de lo que se ha mencionado anteriormente, que los retos tecnológicos también recaen sobre el profesorado. Las plataformas digitales y las redes sociales fomentan un contenido nuevo que se ha transformado en un agente educativo de relevancia creciente (Suarez & McGrath, 2022).

La perspectiva exploratoria de Fontán y sus colaboradores (2025) en cuanto a cómo las tecnologías emergentes muestran la (re)configuración de la percepción social de la identidad del docente en el marco de las IA, está limitada a lo que se puede construir con estas bases de

datos. Se evidencian los rasgos o dimensiones que tienen más relevancia estadística dependiendo del momento en que se desarrollan y de las preguntas formuladas.

En otras palabras, la IAg como objeto de estudio muestra el estado actual de la cuestión en torno a los imaginarios, atributos y componentes fundamentales de la identidad del docente y su formación. Las entrevistas llevadas a cabo con las distintas IAg proporcionan un enfoque diverso acerca de la identidad del docente, sus rasgos y los factores que la condicionan.

Se manifiesta en ellas una imaginación social acerca de la profesión docente que tiene en cuenta, por un lado, las responsabilidades y labores de los maestros dentro y fuera del salón de clases y, por otro lado, la importancia social y el efecto que tiene dicha profesión en los niños y en el futuro de la sociedad.

En la siguiente tabla se exponen las dimensiones y categorías finales y, a continuación, se detallan tales vínculos en las descripciones.

Tabla 4. Dimensiones y categorías emergentes de los tecno-imaginarios pedagógicos de la Inteligencia Artificial

DIMENSIONES	CATEGORÍAS
Funciones docentes	Facilitar el aprendizaje. Promover el desarrollo integral. Fomentar y proteger el bienestar. Transmitir conocimientos y saberes. Orientar académica y profesionalmente.
Características personales	Vocación. Resiliencia. Valores personales. Autoconocimiento.
Competencias sociales	Comunicación eficaz. Resolución de conflictos y gestión del aula. Creación de relaciones respetuosas.
Competencias educativas	Conocimiento experto. Creatividad en el diseño de experiencias. Motivación del estudiantado. Evaluación de los aprendizajes. Planificación eficaz. Integración de las tecnologías al aula.

Formación y práctica reflexiva	Formación disciplinaria continua. Formación pedagógica continua.
Reconocimiento e impacto social	La educación como progreso de la humanidad. La educación para la ciudadanía. El educador como líder en su comunidad.
Condicionantes y contextos	Condiciones materiales y vitales. Formación condicionada al contexto socio-histórico.

Adaptado de (Fontán et al., 2025).

7.2. Dimensiones de la Formación Docente

La educación actual está atravesando un cambio sin precedentes, marcado por la convergencia de tres fuerzas que la están transformando. La primera es la transición de una metodología de disciplinas separadas hacia el enfoque integrado de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM), que aspira a fomentar la solución de problemas complejos en situaciones reales.

La segunda es el surgimiento de la Inteligencia Artificial (IA), en particular la generativa, que ha cambiado las herramientas de creación y conocimiento. La tercera es la exigencia de un cambio drástico en la capacitación de los profesores, en la que el educador actúa como facilitador y creador de experiencias de aprendizaje complejas. Los sistemas educativos se enfrentan a un reto monumental debido a la intersección de estas tres revoluciones (Bybee, 2013).

Se distinguen dos roles fundamentales en los que la inteligencia artificial se incorpora a la formación, ambos orientados a formar al docente para utilizar la IA en su práctica pedagógica personal. El primero consiste en que la inteligencia artificial se transforme en un instrumento para investigar y analizar datos. En esta clase, los programas forman a los docentes para utilizar la IA como una herramienta que permite el análisis de datos y la metodología de descubrimiento científico. El programa ML4STEM es el caso más representativo; en él, los docentes se capacitan para incorporar el aprendizaje automático (ML) en clases fundamentadas en la indagación, con el objetivo de que los alumnos investiguen patrones dentro de extensos conjuntos de datos.

Este rol es confirmado por estudios como el de Kurz et al. (2024), que hizo uso de Google Teachable Machine para que los educadores crearan clases de categorización de imágenes, como la detección de células cancerígenas o áreas con daños por huracanes. La IA funciona como una "lupa" para el descubrimiento, lo que permite hacer investigaciones en el aula con mayor capacidad.

La IA también puede desempeñar otro papel, el de socio en la creación de contenido y en el diseño pedagógico: Con la llegada de la IA Generativa, este tipo de IA se ha afianzado como un colaborador en el proceso creativo y de diseño curricular. Investigaciones como las de Li et al. (2025) la utilizan como un "par" para el aprendizaje colaborativo, mientras que Hong et al. (2025) la integran con el fin de fortalecer la ideación y el discurso en comunidades de práctica docente. Este nuevo papel de la IA como "pincel" para la producción de contenido original implica un cambio significativo, pasando del análisis a la creación.

La evidencia indica que las tecnologías empleadas han evolucionado rápidamente:

- **Aprendizaje automático (*Machine Learning* - ML):** Continúa siendo una tecnología fundamental, en particular en investigaciones de Estados Unidos. Algoritmos de agrupamiento como k means, así como plataformas para clasificar imágenes como Teachable Machine, son empleados en el programa ML4STEM.
- **IA generativa (como ChatGPT o los LLM):** La discrepancia inicial en la evidencia se ha cerrado, gracias a varios análisis provenientes de Europa y Asia que ahora examinan de manera explícita el empleo de ChatGPT y otras IA generativas en la capacitación docente.
- **Captura de movimiento y visión por computadora (AI-MoCap):** Una investigación presenta una innovadora aplicación de la inteligencia artificial, empleando el registro de movimiento para realizar funciones creativas de "danza matemática" en la enseñanza STEAM. Persistente brecha tecnológica: Aunque se ha diversificado, sigue sin haber investigaciones empíricas que analicen las intervenciones de formación docente STEAM con la ayuda de Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) o Plataformas de Aprendizaje Adaptativo, creados para el crecimiento profesional del profesorado. La investigación se ha enfocado en "de qué forma instruir a los maestros para que enseñen con inteligencia artificial", no en "cómo la inteligencia artificial puede enseñar mejor a los profesores" (Salcedo, 2026).

Es necesario tener en cuenta los riesgos y limitaciones de la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías emergentes, además de su gran potencial para respaldar el trabajo de los docentes. La incorporación de la tecnología debe tener como objetivo propósitos educativos claros, éticos y humanistas.

La inclusión de inteligencia artificial generativa en la planificación didáctica, por ejemplo, puede acelerar las tareas y aportar recursos innovadores; no obstante, nunca debe reemplazar el análisis pedagógico ni deshumanizar la educación. Coincidimos con que la IA en educación ha suscitado una discusión complicada, ya que por un lado puede estructurar prácticas y promover la investigación independiente. Por otra parte, si no se gestiona con precaución, podría fortalecer los modelos tradicionales o aumentar las disparidades de inequidad (González & López, 2026).

Por lo tanto, se debe adoptar la innovación pedagógica, enfatizando la perspectiva ética, enfocada en el aprendizaje del ser humano y dirigida hacia la igualdad social. La transformación digital que experimenta la educación necesita formar en los maestros nuevas habilidades en alfabetización tecnológica, uso ético de la información y pensamiento para la sostenibilidad. Esto debe ir de la mano con una perspectiva crítica que asegure que la innovación realmente mejore el nivel educativo y favorezca la inclusión social.

Es importante reconocer que la enseñanza es una actividad intelectual compleja. La práctica docente incluye procesos de mediación didáctica, interpretación de contextos, toma de decisiones y construcción de sentidos pedagógicos, más allá de limitarse a la implementación técnica de metodologías o programas. Por eso, los estudios educativos actuales han resaltado la importancia de reconocer a los profesores y las profesoras como sujetos epistémicos que pueden generar conocimiento a partir de su experiencia en el ámbito profesional.

Según varios estudios, los maestros se transforman en constructores del conocimiento pedagógico y agentes de cambio cuando reflexionan sobre su trabajo. Las Escuelas Normales necesitan de condiciones que fomenten la investigación local de los problemas reales en la educación, guiando la búsqueda de propuestas pedagógicas que optimicen el aprendizaje desde una perspectiva de justicia social. Desde este punto de vista, es fundamental que el posgrado fomente la investigación y la práctica reflexiva como pilares formativos. Cuando se

habla de la práctica docente como un campo de conocimiento, se está admitiendo que existen conocimientos pedagógicos importantes en el aula (Sandoval, 2022).

Cada resolución pedagógica, cada táctica adoptada o modificada en tiempo real brinda insumos para teorizar acerca de la enseñanza y el aprendizaje. Por lo tanto, se considera aquí que la práctica reflexiva de los docentes es un proceso intelectual: el educador observa, documenta, analiza y modifica su práctica, estableciendo una conexión entre la experiencia y la teoría. Esta manera de construir el conocimiento a partir de la práctica ayuda a mejorar el estatus profesional del magisterio, dándole voz en lo que significa crear teoría educativa.

Los posgrados en educación tienen el potencial de convertirse en un "lugar privilegiado para crear conocimiento contextualizado", que posibilite al profesor investigar y modificar su propio entorno escolar, lo que refuerza su autonomía profesional e identidad crítica. REPDIE acoge totalmente este enfoque y exhorta a la comunidad de docentes a divulgar investigaciones, sistematizaciones y reflexiones que surgen del salón de clases y de la práctica diaria, estableciendo así la práctica docente como un eje epistemológico fundamental para mejorar en educación (Abarca, 2025).

La capacitación del maestro en la época de la inteligencia artificial y el enfoque STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) ha pasado de ser una mera actualización adicional a una transformación completa de las habilidades profesionales. En este nuevo contexto, la alfabetización técnica, o "saber hacer", se establece como la base operativa; no es suficiente con manejar software de oficina, sino que ahora se necesita una habilidad superior en el uso de visores de Realidad Virtual (RV) y en el manejo de plataformas de Realidad Aumentada (RA).

Estas herramientas no deben considerarse como fines en sí mismos, sino como medios para desarrollar conocimiento espacial. La administración de aulas virtuales requiere una fluidez técnica que posibilite al maestro gestionar situaciones imprevistas en tiempo real, asegurando así la continuidad de la experiencia inmersiva.

No obstante, la capacidad técnica sería inútil sin una sólida competencia en términos metodológicos. El "saber enseñar" en la intersección de STEAM e IA se basa en el conocimiento del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y la metodología *Design Thinking* o pensamiento de diseño. Estas metodologías posibilitan que el profesor funcione como un facilitador de procesos

heurísticos, en los cuales el alumno emplea la inteligencia artificial no como un proveedor de respuestas definitivas, sino como un aliado en la solución de problemas difíciles.

Con este enfoque, el diseño de experiencias educativas requiere que el maestro establezca retos transversales en los que se junten la creatividad artística y la rigurosidad científica, promoviendo un modo de pensar prototípico que aprecie el error y la iteración como etapas imprescindibles para innovar.

La implementación de estas habilidades se encuentra dentro de una administración de la clase virtual que aborde los aspectos críticos de la presencialidad digital, la puesta en marcha de protocolos éticos y de seguridad para el tratamiento de datos y el cuidado a la ergonomía digital con el fin de evitar que los estudiantes se agoten física y cognitivamente.

Es necesario gestionar la atención en contextos de inmersión profunda: el profesor tiene que equilibrar lo espectacular de los entornos virtuales con la rigurosidad académica, garantizando que el flujo de atención siga enfocado hacia las metas de aprendizaje y no se desvíe hacia la simple estimulación sensorial. Por consiguiente, el perfil actual del docente se caracteriza por una tríada de competencias que integra la tecnología avanzada con la profundidad pedagógica y el bienestar del estudiante.

7.3. Estrategias de Capacitación: “Aprender haciendo”

Actualizar el ecosistema educativo según el modelo STEAM requiere una modificación de las tácticas de formación para los profesores, cambiando los modelos teóricos pasivos por un método de "aprender haciendo" (*learning by doing*). Esta perspectiva pragmática comienza, de manera ineludible, con la inmersión en primera persona. En este método, los educadores deben ubicarse primero como alumnos dentro de los contextos tecnológicos que desean poner en marcha.

Hoy en día, los estudiantes deben prepararse para un nuevo entorno laboral y personal. Por lo tanto, las estrategias educativas tienen que ser novedosas y orientadas a desarrollar competencias y destrezas que les faciliten la solución de los problemas actuales. El desarrollo de competencias ha tomado un rol fundamental en las políticas educativas en este escenario de cambio social y educativo. Sustenta la práctica docente, ya que ayuda a crear un nuevo modelo educativo enfocado en el estudiante, satisface las crecientes exigencias de aprendizaje constante y contribuye a buscar niveles más altos de empleabilidad (Martín, 2025).

En esta línea, se propone que la virtualización y el empleo de internet potencian el desarrollo de habilidades esenciales en los alumnos de hoy. No obstante, en estas décadas la educación no ha avanzado al mismo ritmo que la ciencia y la tecnología. Los contenidos y materiales de enseñanza que se empleaban antiguamente continúan usándose hoy para educar a generaciones que tienen que afrontar un mundo completamente distinto. La clase magistral es una de las metodologías más usadas, en la cual el docente expone los conceptos sin ninguna participación de los estudiantes.

La innovación, en lugar de ser simplemente la implementación de tácticas nuevas, debe concebirse como el deseo y el compromiso que motivan a los docentes a transformar su práctica pedagógica para optimizar su impacto en sus estudiantes y progresar hacia métodos pedagógicos más efectivos. En este contexto, es esencial que los maestros tengan una actitud de indagación sobre su propia práctica docente, porque la reflexión crítica les posibilitará optimizar su actuación en el aula y ajustarse a los retos actuales (Martín, 2025).

El maestro necesita contar con la capacidad para trabajar en un entorno complicado, donde una gran cantidad de factores interactúan al mismo tiempo. Este complejo panorama educativo puede extrapolarse a la realidad social que enfrentan tanto los estudiantes como los docentes en su vida cotidiana, donde surgen de manera constante dificultades y retos que necesitan ser encarados y solucionados.

Por ello, las instituciones educativas representan una herramienta relevante para capacitar a la ciudadanía mediante la implementación de propuestas metodológicas novedosas como las siguientes:

La gamificación, como metodología, consiste en el uso de las mecánicas de juego en entornos de aprendizaje. Se trata de una gran herramienta para trabajar en el aula (Pérez & Gértudix-Barrio, 2021), pues fusiona varios elementos fundamentales, tales como la fidelidad, el esfuerzo, la motivación y la colaboración, entre otros. La gamificación puede ser caracterizada como una práctica pedagógica que utiliza componentes de juegos dentro del aula con el objetivo de estimular a los estudiantes. El juego, al promover la autorregulación, la colaboración, el aprendizaje activo y la motivación, ha sido catalogado como un método eficaz en el ámbito educativo (Mahecha et al., 2022).

En este marco, la gamificación no se trata solamente de jugar, sino de implementar en el salón de clases las mecánicas del juego para mejorar el pensamiento estratégico y la solución de problemas. La gamificación no es únicamente una actividad recreativa, sino un proceso organizado que mejora el desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes a través del empleo de elementos relacionados con los juegos.

Se pueden señalar los siguientes elementos para considerar que se está llevando a cabo una experiencia a través de gamificación:

Mecánicas: Son las normas que buscan que la actividad sea placentera y que los usuarios se comprometan a darle significado al juego.

Dinámicas: Son elementos a los que tiene que dirigirse un sistema de gamificación, en conexión con los resultados, motivaciones y aspiraciones que se quieren provocar en el participante.

Elementos del juego: Representan la versión más concreta que toman las dinámicas y mecánicas, siendo componentes utilizados para fomentar las actitudes esperadas en los estudiantes mediante avatares, insignias, puntos coleccionables, niveles y otros elementos similares.

Asimismo, estos componentes deben incluir una serie de rasgos que todas las experiencias de gamificación tienen en común: elementos narrativos para generar emoción, sistemas de recompensas, elementos personalizadores, trabajo en equipo, un sistema de retroalimentación inmediata para los estudiantes durante la realización de las actividades y tareas atractivas y amenas para los alumnos.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABProblemas) es otro método relevante que surgió entre las décadas de los 60 y 70. Es una propuesta educativa novedosa que se enfoca en el estudiante, fomentando habilidades y competencias útiles para su futuro trabajo. Se basa en la necesidad de fomentar un aprendizaje autónomo y activo entre los estudiantes, convirtiéndolos en el núcleo de su propio proceso educativo (Lozano, 2020).

Esta metodología empezó a utilizarse en universidades como Case Western Reserve (en EE. UU.) y McMaster (en Canadá) para atender la demanda de crear un aprendizaje más práctico en las materias relacionadas con las ciencias de la salud, a fin de convertir el proceso de aprendizaje en algo más autónomo y significativo para los alumnos (Hernández et al., 2021).

Aunque esta propuesta tiene su origen y se implementa inicialmente en las facultades de medicina, hoy en día se emplea en numerosas instituciones del mundo entero, abarcando campos como la ingeniería, las ciencias sociales y las humanidades. Se conoce como ABProblemas a una técnica pedagógica que emplea un problema como punto de partida para llegar después a varios conocimientos. De esta manera, este método sigue una estructura concreta que posibilita que los alumnos aborden las dificultades de una forma progresiva.

Los rasgos esenciales de esta propuesta educativa de ABP son:

- **El aprendizaje se enfoca en el estudiante:** El alumno tiene que estar involucrado activamente en el proceso de adquirir conocimientos. El profesorado tiene que mostrar su apoyo para solucionar el problema propuesto.
- **El aprendizaje ocurre en grupos reducidos:** Los alumnos colaboran en grupos reducidos que cambian con frecuencia de miembros, lo que les permite interactuar con distintos compañeros.
- **El profesorado sirve como guía:** El docente se presenta simplemente como un orientador en las tareas propuestas, apartándose de los tradicionales enfoques metodológicos que son exclusivamente magistrales. El profesor, utilizando preguntas e hipótesis, orientará a los estudiantes para que ellos mismos encuentren la manera de solucionar los problemas propuestos.
- **Los problemas** son un vehículo para el desarrollo de habilidades.

Otra metodología que ha surgido en este nuevo contexto social, como una propuesta innovadora para usar en el aula, es la metodología del aula invertida o *flipped classroom*. Su implementación fue principalmente en Estados Unidos y otros sistemas anglosajones, donde se expandió considerablemente. Este crecimiento no se restringió a estos sistemas, sino que el aula invertida también se extendió a otros contextos educativos en Europa, Asia y Latinoamérica, lo que demuestra cambios culturales significativos que optimizan su implementación en diversas áreas de estudio (Rodríguez et al., 2021).

Esta expansión no se debe únicamente a cuestiones culturales y geográficas, sino también a los beneficios pedagógicos que han promovido su éxito en diversas situaciones educativas. La combinación de diversos elementos es la que asegura el éxito y la divulgación rápida de esta práctica educativa, siendo los más relevantes la autonomía del alumnado, su flexibilidad

para atender a las necesidades de los mismos y el diálogo y la colaboración entre estudiantes y maestros. Asimismo, su flexibilidad permite la conciliación entre las obligaciones laborales y académicas, por lo que brinda una opción perfecta para aquellos estudiantes que trabajan.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es otra práctica educativa que, en la actualidad, ha cobrado mucha importancia. Esta es una metodología educativa que se enfoca en los estudiantes y se basa en las fortalezas individuales de cada uno, permitiéndoles profundizar en los temas que les sean de mayor interés en el contexto del currículum (Ruiz et al., 2022).

El ABP ha probado ser un método eficaz en diversos niveles educativos, debido a su flexibilidad y su orientación hacia la autonomía del aprendizaje. Los estudios han demostrado su eficacia en la educación primaria, secundaria, bachillerato y superior, revelando un impacto verdadero en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes. El ABP sobresale por su capacidad para incrementar notablemente la habilidad de los alumnos de incorporar nuevos saberes, fomentando una comprensión más integral que ayuda tanto a mejorar el desempeño académico como a desarrollar habilidades profesionales necesarias para su futuro (Zhou, 2023).

El maestro fomenta una empatía cognitiva y técnica esencial al experimentar el aprendizaje desde el punto de vista del estudiante. Identificar los puntos de fricción, las posibilidades creativas de herramientas como la realidad virtual, así como la carga cognitiva real que suponen estos nuevos lenguajes, es factible únicamente mediante esta experiencia directa. Esta fase de "ser aprendiz" actúa como un filtro de calidad que asegura que el diseño subsiguiente de las unidades didácticas tenga un rigor pedagógico genuino y no meramente instrumental.

La educación de los docentes se refuerza a través de la creación y el fortalecimiento de Comunidades de Práctica (CoP) cuando se ha superado la etapa de inmersión individual. Estas redes de cooperación profesional operan como laboratorios sociales en los que el saber se democratiza y se propaga. El intercambio abierto de "**vics**" (victorias pedagógicas) y, lo que es más importante, de los "**fails**" (fracasos o errores técnicos), es el valor en estas comunidades, no solamente compartir bibliografía o recursos.

Esta cultura de la transparencia posibilita que el error se convierta en un activo de aprendizaje colectivo, lo que disminuye la curva de aprendizaje del grupo y crea un repositorio vivo con soluciones prácticas para los retos que supone integrar IA y arte en el aula.

Para que la formación de los docentes sea sostenible ante la rapidez del cambio tecnológico, es necesario incorporar el microaprendizaje y la capacitación "just-in-time". El profesor de STEAM necesita "píldoras" de capacitación altamente específicas, módulos cortos y directos que se han creado para aclarar preguntas técnicas urgentes sobre instrumentos esenciales como CoSpaces, el modelado en 3D o la aplicación de *prompts* en inteligencia artificial generativa, en vez de largos cursos de actualización que a menudo quedan obsoletos antes de terminarse.

Esta modalidad de capacitación bajo demanda posibilita que el maestro obtenga la competencia precisa en el momento oportuno de la necesidad pedagógica, garantizando que la tecnología permanezca constantemente como un aliado efectivo durante el proceso de enseñanza y no como una dificultad técnica o burocrática insuperable.

7.4. Superando las Barreras Psicológicas y Actitudinales

Para que la transición hacia modelos educativos innovadores tenga lugar, primero es necesario un análisis profundo de las dimensiones cognitivas y emocionales que influyen en el trabajo pedagógico. Para vencer los obstáculos psicológicos al cambio tecnológico en la capacitación de los docentes, es necesario aceptar que la tecnofobia no es una falta de capacidad, sino un mecanismo defensivo frente a la rapidez con que se adopta la innovación (Sánchez et al., 2023).

Por lo tanto, la educación 4.0 se vuelve importante porque es disruptiva y promueve la innovación de los procesos formativos mediante modelos educativos, curriculares y pedagógicos de vanguardia que optimizan los procesos comunicativos e implementan tácticas y herramientas digitales para desarrollar y generar conocimiento enfocado en resolver problemas complejos. Cuando la educación quiebra las prácticas comunes para mejorar los resultados actuales, se torna disruptiva (Phun et al., 2020).

Los modelos de educación disruptiva se dividen en tres categorías: los que se basan en el autoaprendizaje, los que giran en torno a la actualización y modificación de las ofertas educativas, y aquellos que ponen énfasis en la conexión práctica de lo aprendido. Cuando se utilizan adecuadamente estos modelos, se obtienen resultados de aprendizaje mejores. Por lo tanto, la educación disruptiva proporciona un escenario más optimista al ofrecer más posibilidades de aprendizaje de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y obtener más ventajas en su formación.

Se ha enfatizado en la necesidad de incluir en la educación disruptiva enfoques formativos innovadores como la socioformación y de acompañarlos con tecnologías integrales que potencien el autoaprendizaje, la comunicación y la creatividad.

La socioformación es una técnica que se ha desarrollado en América Latina desde comienzos del siglo XXI, con el objetivo de instruir a los estudiantes para que ayuden al avance sustentable de la sociedad (Martínez et al., 2021). A través de la socioformación se podrá cultivar una capacidad de pensamiento crítica y compleja en los alumnos, que les guíe a reconocer y solucionar diferentes problemas con los que se enfrenta la humanidad, basándose en sus propias vivencias. El pensamiento complejo y la cooperación de las diferentes entidades también son factores que ayudan a desarrollar el talento humano durante la etapa universitaria (Tobón et al., 2021).

Como consecuencia de lo anterior, la educación disruptiva centrada en la socioformación tiene como objetivo que los individuos aprendan de un modo más activo y participativo. Los alumnos colaboran para solucionar problemas sociales y adquirir conocimientos en equipo. Por lo tanto, se les motiva a aprender mediante la práctica, interactuando con personas y en situaciones reales.

El aprendizaje se adapta a las capacidades y necesidades particulares de cada individuo. Asimismo, promueve una educación innovadora y busca romper con los modelos pedagógicos tradicionales, alentar la cooperación entre los miembros. De este modo, la educación disruptiva socioformativa tiene como objetivo que los individuos aprendan de manera más cooperativa, participativa y creativa (Martínez O. , 2025).

Es esencial desarrollar estrategias de andamiaje que desmitifiquen la tecnología para ayudar a los maestros menos digitalizados, convirtiéndola de una entidad intimidante en un instrumento útil. Este acompañamiento ha de ser individualizado y progresivo, posibilitando que el educador restablezca su sentido de autoeficacia a través de logros iniciales en contextos controlados, eludiendo de esta manera la sensación de obsolescencia que suele obstaculizar la incorporación del modelo STEAM y la IA.

Una piedra angular de la reconfiguración de la identidad profesional es el reconocimiento del error como un instrumento para aprender. En el modelo tradicional, el profesor solía ser visto

como una autoridad infalible; no obstante, en la era de la inmersión digital, es necesario fomentar una cultura de experimentación donde sea permitido equivocarse junto a los estudiantes.

Esta debilidad pedagógica no disminuye la autoridad, sino que robustece el vínculo educativo y moldea en el alumno la resiliencia y el pensamiento iterativo característicos de las ciencias y la ingeniería. Cuando se transforma el aula en un laboratorio de co-creación, el maestro pasa de ser un instructor fijo a convertirse en una guía que conduce la incertidumbre técnica con rigor académico, convirtiendo los errores técnicos en oportunidades para realizar análisis críticos colectivos (Mendoza et al., 2022).

La resistencia al cambio curricular es uno de los impedimentos debido a que se considera que el STEAM inmersivo es una "pérdida de tiempo". Por esa razón, la capacitación de los docentes debería hacer hincapié en la convergencia del currículo: las herramientas tecnológicas no son un agregado al programa, sino el medio para profundizarlo con mayor eficacia.

El uso de la inteligencia artificial para examinar contextos históricos o la incorporación del modelado 3D para entender la geometría no desplaza el contenido, sino que le brinda una dimensión práctica y relevante que el texto plano no puede lograr. El aprendizaje inmersivo no reduce el tiempo del currículo, sino que mejora la calidad de la cognición al transformar los conceptos abstractos en experiencias concretas y duraderas; esta es la clave (Alonso-Sainz, 2020).

7.5. Marcos de Referencia Internacionales

La capacitación de los docentes en el ecosistema STEAM debe basarse en marcos de referencia globales que establezcan estándares para las habilidades requeridas en la era de la Inteligencia Artificial (IA) y las Tecnologías Inmersivas (RX), no puede ser un proceso arbitrario. El Marco Común de Competencia Digital Docente (DigCompEdu), creado por la Comisión Europea, es una de las bases esenciales (Comisión Europea, 2022).

Este marco sugiere un avance de habilidades que abarca desde el educador principiante hasta el innovador, aunque su importancia hoy en día se encuentra en la adecuación de sus áreas fundamentales a la situación actual de la Web 3.0. En esta línea, la competencia de "Compromiso Profesional" se extiende a la cooperación en redes mundiales de inteligencia artificial, mientras que el campo de "Recursos Digitales" ahora requiere que el profesor no solo seleccione contenidos, sino que también esté en condiciones de juzgar la ética de los algoritmos generativos y la calidad pedagógica de los entornos inmersivos.

Complementando esta visión, los Estándares ISTE para Educadores (*International Society for Technology in Education*) (ESTÁNDARES ISTE para docentes, 2026) brindan una visión profundamente enfocada en el liderazgo digital y el diseño instructivo. ISTE, a diferencia de otros marcos más técnicos, sitúa al docente como un "Diseñador" que construye ambientes de aprendizaje genuinos en los que la tecnología STEAM mejora la independencia del alumno.

Este método requiere que el educador actúe como un "líder", motivando a sus colegas a adoptar prácticas nuevas y fomentando la igualdad en el acceso a herramientas avanzadas. La incorporación de estos estándares posibilita que la capacitación de los docentes vaya más allá del uso instrumental de dispositivos, promoviendo una perspectiva estratégica en la que la tecnología inmersiva se emplea para solucionar problemas reales a través del pensamiento computacional y la creatividad interdisciplinaria. Esto se descompone en los siguientes elementos:

- 1. Aprendices que perfeccionan constantemente sus prácticas, aprendiendo de otros y con ellos, y explorando métodos experimentados y prometedores que utilizan las TIC para enriquecer el aprendizaje de sus alumnos. Para lograr esto, los maestros deben:**
 - a.** Definir objetivos de aprendizaje profesional para investigar y utilizar estrategias pedagógicas posibles gracias a las TIC y reflexionar sobre su eficacia.
 - b.** Identificar intereses profesionales mediante la creación y participación activa en redes de aprendizaje, tanto locales como internacionales.
 - c.** Continuar actualizándose con la investigación que respalda los resultados óptimos de aprendizaje de los alumnos, lo cual incluye las conclusiones de ciencias relacionadas al aprendizaje.
- 2. Líderes que respaldan y fortalecen a sus alumnos para optimizar el aprendizaje y la enseñanza. Para ello, los profesores deben:**
 - a.** Desarrollar, promover y acelerar una perspectiva común acerca del empleo de las TIC con el fin de reforzar el aprendizaje mediante la implicación de todos los interesados en la educación.
 - b.** Promover el acceso igualitario a las TIC con fines educativos, a los contenidos digitales y a las oportunidades de aprendizaje para cubrir las variadas necesidades de cada uno de los alumnos.
 - c.** Enseñar a tus colegas cómo identificar, explorar, evaluar y adoptar recursos digitales y herramientas TIC para el aprendizaje.
- 3. Ciudadanos que motivan a sus alumnos a involucrarse de manera responsable en el mundo digital. Los maestros tienen que:**
 - a.** Diseñar experiencias para que los

alumnos hagan aportes positivos y responsables desde el punto de vista social, además de mostrar actitudes empáticas en línea para establecer relaciones y un sentido de comunidad. **b.** Fomentar una cultura de aprendizaje que estimule la curiosidad y el análisis crítico de los recursos en línea, así como la capacidad de leer y escribir en el ámbito digital y la habilidad para usar los medios. **c.** Orientar a los alumnos para que respeten los derechos de propiedad intelectual y sigan prácticas seguras, éticas y legales al utilizar herramientas digitales. **d.** Promover y estructurar la gestión de datos personales e identidad digital, al igual que cuidar la privacidad de los datos del alumnado.

- 4. Catalizador del proceso de aprendizaje. Colaborar con compañeros de trabajo y estudiantes para mejorar sus prácticas, encontrar y compartir ideas y recursos, así como solucionar problemas. Para lograr esto, los maestros deben:** **a.** Destinar tiempo de planificación para trabajar en conjunto con sus colegas y desarrollar experiencias de aprendizaje genuinas que hagan uso de las TIC. **b.** Trabajar conjuntamente y aprender juntos con los alumnos para identificar y emplear nuevos recursos digitales, así como para diagnosticar y resolver dificultades vinculadas al uso de las TIC. **c.** Hacer uso de instrumentos colaborativos para ampliar las vivencias auténticas y veraces de aprendizaje de los alumnos, al enlazarse en línea con equipos, estudiantes y expertos, tanto a nivel local como mundial. **d.** Exhibir competencia cultural al interactuar con estudiantes, padres y colegas y al hacerlo con ellos como socios en el aprendizaje de los alumnos.
- 5. Creadores de actividades y ambientes de aprendizaje genuinos que sean capaces de reconocer y tomar en cuenta la diversidad presente entre los alumnos. Para ello, los profesores deben:** **a.** Hacer uso de las TIC para crear, modificar y personalizar experiencias educativas que promuevan el aprendizaje autónomo y se adecuen a las necesidades y diferencias individuales de los alumnos. **b.** Crear actividades de aprendizaje auténticas que se ajusten a las normas del área de contenido y empleen herramientas y recursos digitales para optimizar el aprendizaje activo y profundo. **c.** Analizar y poner en práctica principios de diseño instruccional para desarrollar espacios digitales de aprendizaje novedosos que fomenten y respalden el aprendizaje
- 6. Promotores del aprendizaje a través de las TIC para respaldar el rendimiento académico de sus alumnos mediante la implementación de normas en TIC para**

los estudiantes. Para lograr esto, los maestros deben: **a.** Promover una cultura en la que los alumnos se apropien de sus metas y resultados de aprendizaje, ya sea en entornos individuales o grupales. **b.** Dirigir el empleo de las TIC y las tácticas de aprendizaje de los alumnos en plataformas digitales, espacios virtuales, seminarios prácticos o de campo. **c.** Generar oportunidades de aprendizaje que motiven a los alumnos a emplear un proceso de diseño y pensamiento computacional para innovar y solucionar dificultades. **d.** Promover y modelar la creatividad y la expresión creativa para transmitir conocimientos, ideas o conexiones.

- 7. Analistas que entienden y utilizan información para optimizar la instrucción y asistir a sus alumnos en el cumplimiento de sus metas educativas. Para ello, los profesores deben:** **a.** Ofrecer métodos alternativos para que los alumnos evidencien su competencia y reflexionen sobre su aprendizaje al emplear las TIC. **b.** Aplicar las TIC para crear y llevar a cabo una diversidad de evaluaciones formativas y sumativas que se adapten a lo que los alumnos requieren, les ofrezcan retroalimentación adecuada y contribuyan con información al proceso de instrucción. **c.** Emplear la información de evaluación para orientar el avance y transmitirlo a los alumnos, padres e interesados en la educación con el fin de desarrollar la autonomía del estudiante (ESTÁNDARES ISTE para docentes, 2026).

DigCompEdu e ISTE, al converger, brindan a los centros educativos una guía completa. El primero ofrece una estructura pormenorizada para valorar el grado de madurez digital del profesor, mientras que el segundo fomenta un cambio en la mentalidad pedagógica, garantizando que la formación no sea únicamente una adquisición de competencias individuales, sino un avance hacia un perfil docente apto para dirigir la alfabetización digital y espacial requerida en la actualidad.

7.6. Plan de Acción: Ruta de Implementación en una Institución

La capacitación de los docentes no es un acontecimiento aislado, sino un proceso ininterrumpido. La efectividad del método STEAM inmersivo se basa en que el profesor se considere un aprendiz constante, con la habilidad de orientarse en la incertidumbre tecnológica usando una brújula pedagógica firme. La puesta en marcha de un modelo STEAM, impulsado por IA, necesita una estrategia sistémica que trascienda la capacitación aislada y se afirme en un plan

institucional de formación docente organizado y duradero. Un diagnóstico de competencias iniciales es el primer paso ineludible en este proceso, una etapa decisivo para cartografiar la situación del capital humano de la organización (Lema & Rivadeneira, 2025).

No solo se trata de examinar las destrezas técnicas elementales, sino también de detectar las falencias en lo que respecta a la alfabetización de datos, el pensamiento computacional y la actitud hacia la innovación. Esta base inicial posibilita dividir la formación en segmentos, teniendo en cuenta que un equipo diverso precisa de itinerarios de aprendizaje individualizados que impidan la frustración de los perfiles menos digitalizados y el estancamiento de aquellos más avanzados.

La formación en cascada es el soporte de la sostenibilidad del plan una vez que se ha determinado el mapa de ruta. Esta estrategia se basa en la capacitación intensa y la identificación de "mentores STEAM", que son figuras importantes dentro del claustro que funcionan como nodos de conocimiento. Estos mentores no solamente tienen la capacidad técnica, sino también el liderazgo pedagógico que se requiere para ayudar a sus compañeros a resolver las dudas de la vida diaria y a implementar la IA en el aula. Como la innovación no se ve como una imposición externa, sino como una práctica validada por colegas que enfrentan los mismos retos y comparten el mismo contexto, este modelo de acompañamiento entre iguales disminuye la resistencia al cambio (Moral et al., 2023).

Es necesario que la institución suministre laboratorios para experimentación docente con el fin de que esta transferencia sea efectiva. Estos espacios, tanto físicos como virtuales (como los entornos de CoSpaces o las plataformas de simulación), están creados para que los docentes tengan la posibilidad de "jugar" y desarrollar prototipos de clase sin la tensión que supone una evaluación inmediata.

La experimentación libre es la fuente de la creatividad en pedagogía. En estos laboratorios, el maestro tiene la posibilidad de experimentar con un visor de realidad virtual que ilustra cómo se sintetizan las proteínas o con un *prompt* de inteligencia artificial que produce una rúbrica compleja. El maestro adquiere la confianza necesaria para manejar entornos de aprendizaje no lineales y disruptivos cuando prototipa sus sesiones antes de llevarlas al salón de clases.

El ciclo de formación termina con la evaluación del impacto, un elemento que relaciona el avance profesional con la optimización institucional. El éxito del plan no se mide solo con el

recuento de horas de formación o la satisfacción del docente, sino que se evalúa en qué medida estas nuevas habilidades dan lugar a mejores resultados académicos para los alumnos.

Esto supone examinar los indicadores de compromiso (*engagement*), el crecimiento de las capacidades de pensamiento crítico y la calidad de los proyectos interdisciplinarios presentados por los estudiantes. Solo a través de esta evidencia se puede modificar el plan institucional, garantizando que la inversión en formación y tecnología produzca un efecto concreto en la calidad educativa y en cómo los alumnos están preparados para afrontar los retos actuales (García et al., 2023).



8

CAPÍTULO

**CASOS Y EXPERIENCIAS
APLICADAS**

CAPÍTULO 8.

CASOS Y EXPERIENCIAS APLICADAS

Elena Marisol Martínez Gavilánez, Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero, Linda Maryuri Toaquiza Iglesias, Jenny Mireya Garcia Fonseca, Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta y David Fernando Albarrasín Reinoso.

8.1. De la Teoría a la Acción en el Aula Virtual

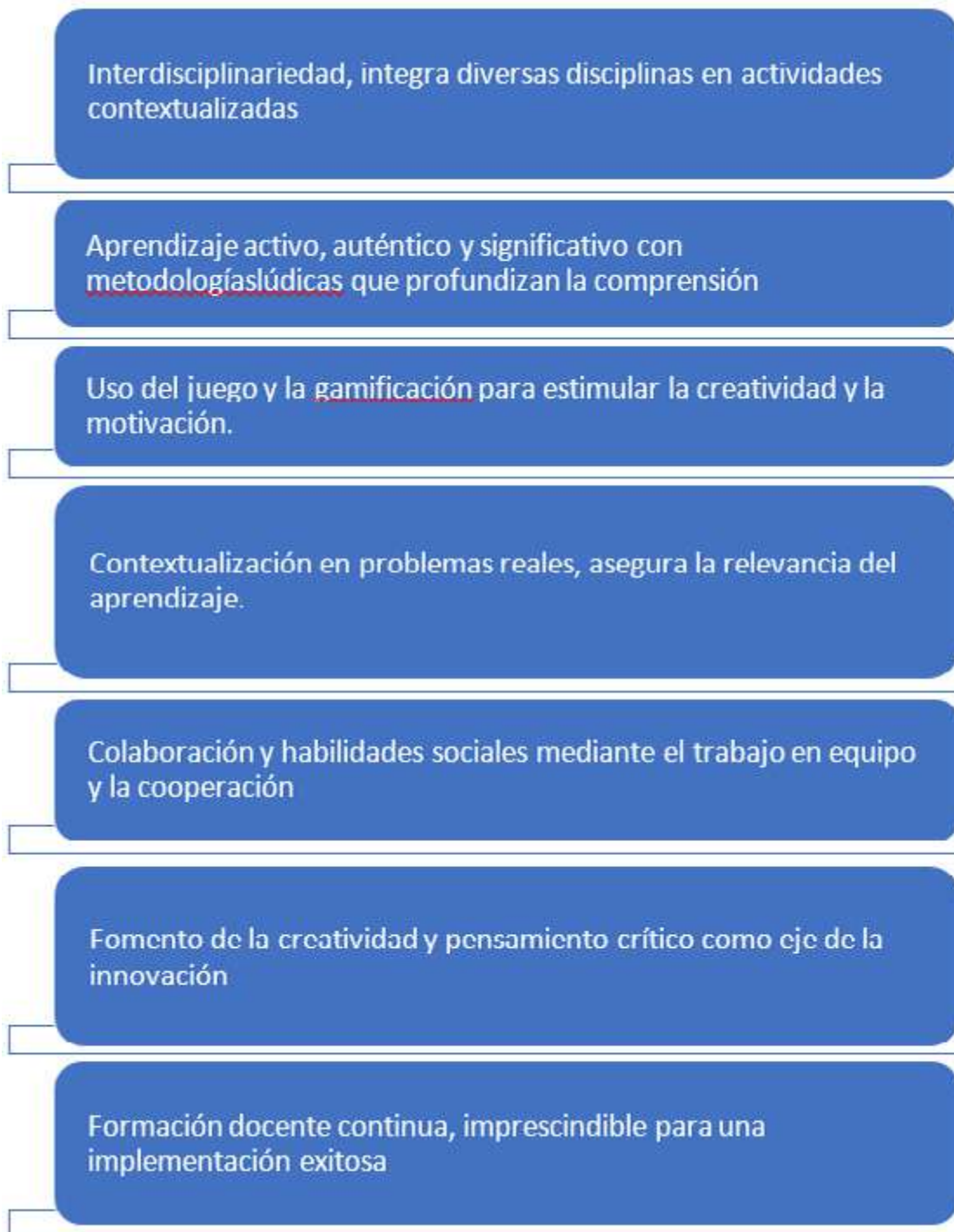
La educación moderna se enfrenta al desafío de preparar a los alumnos para un mundo que es cada vez más interconectado, competitivo y complejo. En este contexto, la innovación y la creatividad son competencias fundamentales que no se desarrollan completamente en muchos sistemas educativos. Aunque la eficacia del modelo STEAM depende de la capacitación del profesorado, la disponibilidad de recursos y el uso de prácticas inclusivas, varios estudios sobre su implementación fomentan la unión entre disciplinas, aumentan la motivación y favorecen que surjan soluciones innovadoras a problemas reales (Lema & Rivadeneira, 2025).

STEAM es un enfoque pedagógico que combina estas disciplinas para fomentar un aprendizaje innovador, integral y creativo. Supone la implementación de métodos pedagógicos que promueven la colaboración, el pensamiento crítico y la solución de problemas (García et al., 2023). La transición de STEM a STEAM se produce al incluir las artes, con el objetivo de enriquecer la educación y expandir la perspectiva interdisciplinaria hacia una formación más completa, crítica y transdisciplinaria (Rodríguez, 2024).

La filosofía de la metodología STEAM se alinea con modelos de enseñanza activa que ponen el foco en los estudiantes, como la indagación, los proyectos y el aprendizaje basado en problemas. También es coherente con estrategias como el aula invertida, la argumentación o la gamificación. Estas técnicas fomentan la motivación, la creatividad y el compromiso activo del alumno en su proceso de aprendizaje (Ortiz et al., 2021).

Ilustración 4. Principios pedagógicos y metodológicos de STEAM

Interdisciplinariedad, integra diversas disciplinas en actividades contextualizadas



Tomado de (Lema & Rivadeneira, 2025)

La educación STEAM, según estos principios, se distingue por su habilidad para vincular el aprendizaje con la vida diaria de los estudiantes y con problemas reales o ficticios en contextos concretos. Esta perspectiva, que se fundamenta sobre todo en proyectos y solución de problemas, fomenta un aprendizaje que es colaborativo, crítico y estimulante (Aguilera & Vílchez-González, 2024).

La creatividad, definida como la habilidad de crear ideas únicas y soluciones novedosas que se pueden aplicar en situaciones concretas, tiene un rol primordial en STEAM. Está vinculado con el pensamiento divergente, la motivación y una actitud positiva hacia el aprendizaje. El STEM/STEAM estimula el desarrollo de la creatividad de los estudiantes, así como las capacidades para superar los problemas (Mujib & Mardiyah, 2025).

Algunas de las estrategias pedagógicas que se utilizan con más frecuencia para promover la creatividad dentro de este enfoque son: el aprendizaje por medio de proyectos, la indagación, la investigación, el trabajo en equipo y el empleo de laboratorios. Estas metodologías fomentan la participación, el análisis y la solución de problemas abiertos; además, estimulan la innovación entre los alumnos (Pabón-Rúa et al., 2024).

En términos de impacto, STEAM produce ventajas para alumnos y profesores. En los profesores, promueve una transformación en la metodología que fomenta prácticas activas, colaborativas e innovadoras, potenciadoras del pensamiento divergente y la creatividad, al mismo tiempo que estimula la autonomía, el pensamiento crítico y la capacidad de solucionar problemas en situaciones particulares, apoyando también habilidades fundamentales como la colaboración, la innovación y el razonamiento lógico, consolidando de esta manera una educación completa y capaz de adaptarse a los retos presentes (Guilla et al., 2024).

La aplicación del modelo STEAM ha pasado de ser una propuesta meramente teórica a transformarse en un entorno de experimentación activa donde la transdisciplinariedad es quien determina el proceso de aprendizaje. En este marco, el análisis y la documentación de casos de estudio no son simplemente tareas administrativas, sino que forman parte del tejido conectivo de la comunidad educativa a nivel mundial.

Registrar tanto los fracasos controlados como las experiencias exitosas posibilita convertir la intuición pedagógica en evidencia empírica, brindando una hoja de ruta a aquellas entidades que desean duplicar modelos innovadores. Al organizar sistemáticamente estos casos, se confirma la validez de la metodología, se promueve el pensamiento crítico entre los educadores y se crea un repositorio de soluciones creativas para problemas difíciles, lo cual reduce el aislamiento en términos profesionales y propicia que la curva de aprendizaje sea colectiva en vez de individual.

Un caso de aplicación será considerado un modelo de alta calidad en el marco STEAM contemporáneo si, al menos, tres de sus áreas principales se integran orgánicamente y van más allá del aprendizaje estanco de disciplinas; además, debe demostrar un uso ético y crítico de la inteligencia artificial (IA). Los proyectos de diseño urbano sostenible a través del modelado generativo son un claro ejemplo de esta convergencia. En estos contextos, los alumnos incorporan la ingeniería para el desarrollo estructural, las matemáticas para calcular la eficiencia energética y las artes mediante el diseño biomimético y la estética funcional.

El uso de la inteligencia artificial en estos casos no se restringe a la producción automática de contenidos, sino que también sirve como un instrumento para el análisis de grandes volúmenes de datos con el propósito de prever los efectos ambientales o mejorar los flujos urbanos de movilidad. La utilización crítica de la inteligencia artificial, en este caso, posibilita que el alumno deje de ser un consumidor de tecnología y se convierta en un curador de soluciones, analizando los sesgos algorítmicos y la factibilidad técnica de las propuestas generadas.

La Bioartística asistida por Computación es otro ejemplo significativo en el que se combinan las Artes visuales, la Tecnología (interfaces y sensores) y la Ciencia (biología sintética o botánica). En este caso, la inteligencia artificial funciona como un vínculo para la interpretación de patrones biológicos complejos que después se convierten en instalaciones artísticas interactivas. Estos proyectos evidencian que la integración STEAM, cuando está bien documentada, no solo soluciona dificultades técnicas, sino que además promueve una sensibilidad humanística ante el progreso tecnológico, garantizando así que la innovación sea tan útil como ética y estéticamente relevante.

Las investigaciones analizadas demuestran que el uso del enfoque STEAM en diferentes niveles educativos potencia la innovación y la creatividad de los alumnos. Pazmiño y sus colaboradores resaltan que, en el nivel secundario, la implementación de proyectos interdisciplinarios respaldados por metodologías activas y herramientas digitales produce un aumento significativo en las habilidades digitales y la capacidad de creación, a la vez que fortalece la colaboración y el pensamiento crítico (Pazmiño et al., 2025).

En la educación básica, Espinosa (2024) sostiene que el empleo de métodos activos y proyectos integradores, como el aprendizaje basado en problemas y la indagación, promueve el pensamiento crítico y la creatividad; no obstante, señala restricciones relacionadas con la escasez de recursos apropiados y de capacitación para los profesores. De manera similar, Fe-

rrada y Kroff (2025) señalan que las tareas prácticas y contextualizadas incrementan el interés y la motivación del alumnado, aunque admiten la continuidad de estereotipos de género que limitan la participación equitativa en campos tecnológicos.

Por su parte, Guaila et al. (2024) enfatizan que poner en marcha estrategias integradoras en la escuela secundaria fomenta el pensamiento divergente, potencia las habilidades socioemocionales y cognitivas, además de ayudar a desarrollar una actitud innovadora ante los desafíos.

Finalmente, Rodrigues-Silva y Alsina (2023) argumentan que la combinación de las metodologías lúdicas con el enfoque STEAM mejora la creatividad y la producción de ideas originales, siempre y cuando los educadores estén bien preparados para vencer obstáculos pedagógicos. Los resultados de estas investigaciones indican que el enfoque STEAM es una metodología pedagógica que, mediante la combinación de aprendizaje activo, interdisciplinariedad y el empleo de recursos tecnológicos y lúdicos, potencia significativamente la motivación del alumnado, así como su creatividad e innovación. Por lo tanto, se presenta como un aporte fundamental para la educación contemporánea.

Para guiar la implementación de la perspectiva STEAM en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se propone un plan estratégico que consta de seis líneas de acción, desde el desarrollo profesional hasta la conexión con la comunidad. Cada línea contiene acciones concretas, personas responsables, recursos requeridos e indicadores que posibilitan la evaluación de su cumplimiento. La siguiente tabla resume estas directrices, brindando una guía práctica y estructurada para fomentar la creatividad, la interdisciplinariedad y la innovación en el campo educativo.

Tabla 5.

Ejemplo de Plan estratégico de lineamientos para la incorporación del enfoque STEAM

Línea estratégica	Acciones clave	Responsables	Recursos necesarios	Indicadores de logro
Formación y desarrollo docente	Diseñar programas de capacitación en metodologías activas, interdisciplinariedad y TIC. Crear comunidades de aprendizaje docente. Implementar incentivos y certificaciones a docentes innovadores.	Autoridades educativas, instituciones de formación docente	Plataformas virtuales, talleres, expertos en STEAM	% de docentes capacitados; número de comunidades de aprendizaje activas; reconocimientos entregados

Integración curricular	Incorporar proyectos STEAM en los planes de estudio. Articular contenidos de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en torno a problemas reales. - Flexibilizar la malla curricular	Ministerios de Educación, directivos, coordinadores académicos	Diseños curriculares, guías metodológicas, tiempo de planificación	Número de asignaturas con proyectos STEAM; evidencias de integración interdisciplinaria
Ambientes inclusivos y colaborativos	Diseñar proyectos que promuevan la equidad de género y la inclusión. Fomentar el trabajo en equipo y la resolución colaborativa de problemas. Incorporar la perspectiva intercultural en los proyectos STEAM.	Docentes, tutores, departamentos de inclusión	Materiales inclusivos, espacios colaborativos, apoyo psicopedagógico	% de participación equitativa en proyectos; satisfacción estudiantil; proyectos con enfoque intercultural
Innovación tecnológica y metodológica	Integrar tecnologías como robótica, programación, impresión 3D, RA/RV. Aplicar estrategias como gamificación, cultura maker y pensamiento de diseño. Promover proyectos de innovación estudiantil.	Instituciones educativas, docentes de tecnología, coordinadores TIC	Laboratorios, software, dispositivos digitales, internet	Número de proyectos innovadores; uso de tecnologías emergentes en clase; nivel de motivación estudiantil
Evaluación formativa y auténtica	Implementar evaluaciones basadas en proyectos y resolución de problemas. Incluir autoevaluación y coevaluación. Priorizar la creatividad, innovación y colaboración en los criterios de evaluación	Docentes, coordinadores académicos	Rúbricas de evaluación, portafolios, plataformas de seguimiento	% de proyectos evaluados con criterios STEAM; niveles de creatividad e innovación medidos
Vinculación con la comunidad y alianzas estratégicas	Establecer convenios con universidades, empresas y organizaciones. Organizar ferias, concursos y exposiciones de proyectos STEAM. Crear redes de apoyo con instituciones que aporten recursos y espacios maker.	Autoridades educativas, coordinadores de vinculación, comunidad	Alianzas institucionales, financiamiento, espacios maker	Número de convenios firmados; eventos STEAM realizados; participación comunitaria en proyectos

Tomado de (Lema & Rivadeneira, 2025)

Para la implementación del modelo STEAM en los diferentes niveles educativos (primaria, secundaria, universitario) es recomendable elaborar un formato para cada Caso, como una ficha técnica, donde figuren los siguientes puntos:

Objetivo de aprendizaje.

1. Herramientas de IA utilizadas.
2. Rol del docente.
3. Evidencias de evaluación (Rúbrica aplicada).

8.2. Nivel Primaria

La implementación del modelo STEAM en la educación primaria tiene el potencial de crear una sólida trilogía disciplinar. En esta, la Ciencia (S) contribuye con la precisión del método de observación biológica; la Tecnología (T), con las herramientas para procesar y analizar datos; y las Artes (A), con el medio estético y narrativo para sensibilizar a la sociedad. Un proyecto que podría ser un ejemplo de esto es "Bio-Detectives Inteligentes", una propuesta que va más allá del aula y transforma el ambiente natural en un laboratorio para el aprendizaje activo (Educapeques, 2026).

El desafío principal, que consiste en reconocer la biodiversidad local y sugerir soluciones de conservación, convierte al alumno de primaria en un investigador activo, no solo un receptor pasivo de información taxonómica. Al hacerlo, se promueve desde una edad temprana una conciencia ecológica basada en evidencia, así como el deber de salvaguardar y documentar su ecosistema inmediato (Greca et al., 2021).

El uso de la inteligencia artificial de visión por computadora, en particular con la plataforma iNaturalist, es el medio por el cual se refleja el componente tecnológico del proyecto. Los estudiantes, al hacer uso de esta herramienta para clasificar especies en tiempo real, viven en carne propia la forma en que el aprendizaje automático puede aumentar la habilidad humana para organizar la información biológica.

Esta etapa no solo posibilita una identificación taxonómica exacta de la fauna y flora local, sino que también invita a pensar acerca de la precisión algorítmica y lo importante que es la calidad de los datos recolectados. La IA, en vez de sustituir la observación científica, funciona como

un andamiaje que agiliza el proceso de reconocimiento y posibilita que el tiempo pedagógico se enfoque en entender las interdependencias dentro del ecosistema (Pazmiño et al., 2025).

El proyecto se cierra estéticamente y comunicativamente a través de la convergencia entre la narrativa creativa y la inteligencia artificial de voz. Después de que las especies han sido identificadas y analizadas desde un punto de vista biológico, los alumnos se trasladan a la esfera artística para dar "voz" a la biodiversidad.

- **Creación de Guiones:** Los alumnos redactan historias basadas en las características biológicas reales del animal (hábitat, dieta, amenazas), integrando el conocimiento científico en una estructura literaria.
- **Generación de Audio con IA:** Mediante herramientas de síntesis de voz, se generan relatos narrados en primera persona por los animales detectados, humanizando la problemática de la conservación sin perder el rigor de los datos.
- **Impacto STEAM:** Este proceso cierra el ciclo de aprendizaje al conectar la Biología (el sujeto de estudio) con la Narrativa Artística (el mensaje), utilizando la Tecnología como el puente que transforma un dato frío en una experiencia empática y educativa (Covarrubia, 2023).

El resultado final es la formación de ciudadanos con competencias digitales que entienden que preservar el medioambiente necesita una perspectiva multidisciplinaria. El modelo STEAM en la educación primaria, al incorporar la inteligencia artificial no como un objetivo en sí mismo, sino como una herramienta para examinar y transmitir la vida, consigue cultivar un pensamiento crítico que es a la vez analítico y profundamente humano (Rodríguez-Silva & Alsina, 2023).

8.3. Nivel de educación secundaria

La introducción del STEAM en la educación media, a través de la mejora de los procesos cognitivos y el desarrollo de habilidades y actitudes en relación con el entorno social, capacita a los estudiantes para convertirse en ciudadanos activos y agentes de cambio. De esta manera, se forman alumnos interesados en aprender, que entienden mejor las circunstancias sociales y poseen las capacidades requeridas para ayudar al progreso de la sociedad.

Las conclusiones de los estudios sobre la aplicación de STEAM en la educación secundaria, publicadas en revistas científicas, mostraron que se prefiere llevar a cabo investigaciones cualitativas y centrarse en las ciencias naturales como el foco principal de las indagaciones.

Además, se observó una variedad de estrategias pedagógicas, entre las que sobresalió el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

El uso del STEAM en la educación secundaria produce un efecto beneficioso en el progreso de las habilidades sociales y cognitivas, al igual que en la motivación de los alumnos. Si se planifica, implementa y evalúa de manera cuidadosa el enfoque, teniendo en cuenta el entorno social de los alumnos, se pueden maximizar sus beneficios (Martínez et al., 2025).

El modelo STEAM en el ámbito de la educación secundaria puede llegar a tener una expresión técnica y ética por medio de proyectos, como "Diseño Urbano Sostenible". Esta propuesta desplaza el aprendizaje desde la teoría abstracta hacia la solución de problemas relacionados con infraestructuras críticas. Este nivel educativo enfrenta el desafío de rediseñar un parque urbano con el objetivo de optimizar la eficiencia en la utilización de recursos energéticos e hídricos, lo que requiere una estrecha simbiosis entre las matemáticas (M), la ingeniería (E) y las artes (A). El proyecto tiene como objetivo la funcionalidad estructural, pero también exige al alumno que tome en cuenta el efecto social y la estética del ambiente. Se convierte así un espacio público en un ecosistema autosuficiente que, mediante el pensamiento sistémico, reacciona a las crisis climáticas actuales (Martínez et al., 2021).

El punto central de esta reestructuración es el uso del diseño generativo a través de algoritmos de inteligencia artificial. Los alumnos utilizan instrumentos de inteligencia artificial para determinar la ubicación ideal de los paneles solares y para establecer áreas de sombra naturales y artificiales, en vez de recurrir a un diseño estático fundamentado en la intuición.

Este procedimiento posibilita el procesamiento de variables complejas, como la incidencia solar anual y los patrones de radiación, con el objetivo de calcular la localización precisa que optimice la captación de energía fotovoltaica. Las matemáticas aquí ya no son simplemente una disciplina de lápiz y papel, sino que se transforman en el lenguaje que nutre algoritmos de optimización. Esto posibilita a los estudiantes examinar centenares de alternativas de diseño en cuestión de minutos y elegir las que brindan el rendimiento óptimo en términos de luz y termodinámica (Chih-Chao et al., 2022).

Es decisivo llevar a cabo una prueba completa de los materiales, herramientas y equipos requeridos antes de la implementación para asegurar que las actividades sean exitosas. En el transcurso del proceso, se recomienda: (1) observar la relación entre cada tarea y las diferentes

áreas del STEAM; (2) estimular a los alumnos de manera continua, enfatizando en la importancia de estas competencias para su futuro; (3) vincular los contenidos con situaciones cotidianas para darles más significado; y (4) finalizar cada proyecto produciendo un producto concreto, ya sea artístico, tecnológico o científico. Para finalizar, se sugiere llevar a cabo un evento en el que los alumnos tengan la oportunidad de mostrar sus trabajos ante toda la comunidad educativa, promoviendo con esto una comunicación eficaz y la apreciación del empeño tanto individual como grupal (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2024).

Para garantizar que la infraestructura sea tan eficiente como accesible, la integración tecnológica se extiende al uso de simuladores de tráfico y movimiento peatonal basados en IA.

- **Modelado de Flujos (M):** Los estudiantes utilizan datos masivos y redes neuronales para predecir cómo se desplazarán las personas dentro del parque, identificando "puntos calientes" de congestión y zonas subutilizadas.
- **Ingeniería Civil y Accesos (E):** Con base en estas predicciones, se diseñan accesos y senderos que minimizan el desgaste del terreno y optimizan la distribución de áreas de descanso, asegurando una movilidad fluida y segura.
- **Visión Estética y Social (A):** La fase final integra el diseño de paisajes y la arquitectura emocional. Se busca que la tecnología y la ingeniería no sean invasivas, sino que se armonicen con una estética que promueva el bienestar psicológico de los ciudadanos.

La síntesis avanzada de cálculos matemáticos complejos e ingeniería civil, con un enfoque estético y social, es el resultado de este proyecto STEAM. Los alumnos de secundaria que participan en este tipo de experiencias no solo adquieren herramientas avanzadas, sino también la habilidad de percibir a la ciudad como un organismo vivo en el que la exactitud técnica debe estar constantemente al servicio del equilibrio medioambiental y de la calidad de vida humana.

Para evaluar en el contexto de STEAM en la educación media, es necesario adoptar un punto de vista holístico. No solo las capacidades prácticas, sino también las actitudes y los saberes teóricos, así como las competencias socioemocionales de los alumnos, deben ser valoradas a través de una diversidad de herramientas. Para promover la reflexión crítica, la cooperación y la participación, son estrategias esenciales observar de manera directa, coevaluar y heteroevaluar. Cuando se evalúa de forma integral, se logra una percepción más amplia del aprendizaje y se fomenta el desarrollo completo del alumnado.

A continuación, se presenta un ejemplo de proyecto STEAM titulado "Una urbanización sostenible con respeto a los ecosistemas diseñado con IA", con la siguiente estructura.

En primer término, las Áreas STEAM que estarían implicadas sería la Ingeniería (E), Matemáticas (M), Artes (A) y Tecnología (T).

El proyecto debe resolver el Problema, sentido por la comunidad, del "Efecto Isla de Calor" dentro de un parque local.

1. Ficha Técnica del Proyecto

- **Población:** Alumnos de 14 a 16 años (Secundaria/Bachillerato).
- **Duración:** 4 semanas (12 sesiones).
- **Herramientas de IA:** * Autodesk Generative Design / TestFit: que busca optimizar la organización espacial.
 - Midjourney / DALL-E 3: con el fin de visualizar los conceptos estéticos.
 - ChatGPT/Claude: que ayudará a establecer qué materiales sostenibles y redacción de la propuesta técnica.

2. Secuencia Didáctica Paso a Paso

Fase 1: Empatía y Recolección de Datos (Ciencia y Matemáticas)

- **Actividad:** Visita del parque y medición de la temperatura en distintas zonas del mismo.
- **Uso de IA:** para analizar los datos y proyectar el aumento de la temperatura en 10 años sin intervención
- **Entrega de tarea:** Mapa de calor del estado actual.

Fase 2: Ideación Estética con IA (Artes)

- **Actividad:** con base en el mapa de calor, los estudiantes idean un parque "biofílico" de temperaturas agradables.
- **Uso de IA:** con *Prompts* en Midjourney que proponen estilos arquitectónicos
- **Objetivo:** Explorar la "A" de STEAM a través del diseño visual disruptivo.

Fase 3: Prototipado e Ingeniería Generativa (Ingeniería y Tecnología)

- **Actividad:** Definir la colocación de bancos, árboles y senderos para aumentar la sombra y permitir el flujo de aire.
- **Uso de IA:** uso de Diseño Generativo, con cálculo de área, presupuesto, prioridades.

- **Decisión Humana:** Los alumnos escogen la mejor alternativa dados los objetivos y la solución del problema planteado.

Fase 4: Presentación del "Gemelo Digital"

- **Actividad:** Crear una maqueta virtual del parque renovado
- **Uso de IA:** Generan un discurso persuasivo y un presupuesto estimado usando un LLM para presentar el proyecto al "Ayuntamiento"

Además del proyecto, se invita a los estudiantes a reflexionar acerca de los siguientes tópicos, para desarrollar su pensamiento crítico:

1. **Sobre la Creatividad:** "Se sintieron autores de los diseños para el parque, ¿Qué cambios le hiciste al diseño de la IA para que fuera realmente 'tuyo'?"
2. **Sobre la Ética y Datos:** ¿a quién benefició el conjunto de decisiones que tomaron y a quién perjudicó?
3. **Sobre la Colaboración:** «¿Cuándo la IA superó al equipo humano y en qué parte se quedó rezagado?»
4. **Sobre el Futuro:** «¿cómo podría la IA seguir ayudando a mantenerlo (ej. riego inteligente, sensores de luz)?»

Tabla 6. Rúbrica de evaluación para el proyecto STEAM a nivel secundario

Criterio	Excelente (4)	En Proceso (2)
Integración STEAM	Combina con éxito ingeniería, matemáticas y estética en el diseño.	Se enfoca solo en la tecnología sin base matemática o artística.
Uso Crítico de la IA	Justifica por qué eligió una variante de la IA y cómo la modificó.	Acepta el primer resultado de la IA sin cuestionarlo ni editarlo.
Sostenibilidad	El diseño resuelve claramente el problema de la temperatura ambiental.	El diseño es bonito pero no resuelve el problema térmico planteado.

8.4. Implementación del STEAM a nivel superior

En los últimos años, la implementación del enfoque STEAM en las instituciones de educación superior ha aumentado considerablemente. En este contexto, se destacan tendencias como la formación de alumnos para el mercado de trabajo contemporáneo y los retos tecnológicos del siglo XXI, además de tácticas pedagógicas, instrumentos y métodos para su aplicación.

La relevancia de fomentar la diversidad y la inclusión en el campo científico no se puede ignorar. Para asegurar que todos tengan las mismas oportunidades educativas y puedan colaborar en la evolución de las disciplinas científicas en un ambiente justo, este esfuerzo es fundamental. Para afrontar los retos mundiales de manera eficaz, es esencial la diversidad en la ciencia, ya que esta potencia el punto de vista y la creatividad (Zúñiga, F.; Marí, V., 2024).

La revisión sistemática de la literatura científica sobre el uso del modelo STEAM en la educación superior revela que existen varias estrategias didácticas, de las cuales la interdisciplinariedad es la más común (36%). La interdisciplinariedad comunica varias disciplinas para resolver un problema, integrando, de esa manera, conocimientos con el fin de superar la complejidad de los problemas concretos en entornos reales (Seong-Won & Youngjun, 2022), a través de la cual los alumnos se preparan para colaborar en equipo dentro de un ambiente laboral diverso y aumentan su motivación, lo que mejora notablemente sus habilidades en el ámbito de la creatividad, la solución de problemas y la comunicación (Rhee et al., 2020).

Por otra parte, hay que actualizar a los profesores acerca de las disciplinas implicadas en el STEAM, además de capacitarlos para poder enseñar de manera integrada (Karpudewan et al., 2022). Sin embargo, la interacción entre disciplinas representa un reto para el aprendizaje. Una estrategia adicional que sobresale es el aprendizaje activo (12%), orientado hacia una enseñanza eficaz (Karan & Brown, 2022). Por lo tanto, las estrategias didácticas se definen como una serie de acciones diseñadas para optimizar la enseñanza y el aprendizaje de temas específicos, con el objetivo de mejorar la comprensión de los contenidos.

Los estudios muestran que las competencias evaluadas están directamente vinculadas con las habilidades requeridas por las compañías para lograr el éxito en la vida y en el trabajo. Las cuales se enfocan en el desarrollo de habilidades cognitivas, destacándose la capacidad para resolver problemas (26%) y el pensamiento crítico (18%), que son fundamentales para analizar información, detectar dificultades y hallar soluciones eficaces. Asimismo, se destacan las habilidades blandas (*soft skills*) tales como la comunicación (13%), la colaboración (15%), el trabajo en equipo (6%), la creatividad (10%) y la capacidad para crear ideas nuevas. El pensamiento computacional (5%) es una habilidad destacada en el ámbito de las ciencias de la computación.

El modelo STEAM puede llegar a ser muy sofisticado cuando se aplica en la educación superior; por ejemplo, en un "laboratorio farmacéutico virtual", un entorno de aprendizaje de alto nivel en el que se pierde la frontera entre la investigación biotecnológica industrial y la academia. A este nivel, el enfoque se desplaza de la alfabetización funcional hacia la especialización interdisciplinaria, tratando el desafío decisivo de simular la creación de medicamentos o vacunas contra las nuevas variantes virales. Esta situación exige una profunda integración de las ciencias (S) en su rama proteómica y genómica, la tecnología (T) a través de la computación de alto rendimiento, y las matemáticas (M) en relación con la dinámica poblacional y los sistemas biológicos complejos (Zúñiga & Marí, 2024).

La utilización de herramientas avanzadas de inteligencia artificial, como AlphaFold integrado en los entornos de Google Colab, es el núcleo tecnológico de esta experiencia. La habilidad de pronosticar con exactitud atómica el plegamiento proteico supone un cambio de paradigma en la ciencia (S). Gracias a ello, los alumnos de nivel superior pueden ejecutar ejercicios de acoplamiento molecular (*molecular docking*) para determinar qué sustancias químicas tienen la afinidad más alta con las proteínas superficiales del virus. Esta aplicación de la tecnología (T) no solamente mejora el tiempo que lleva descubrir medicamentos, sino que deja a los investigadores en formación entender la relación inherente entre la función biológica y la estructura tridimensional de una molécula, lo cual permite validar hipótesis por medio de simulaciones in silico antes de cualquier intervención en laboratorios físicos.

La robustez del componente de Matemáticas (M) en este proyecto se manifiesta a través del Modelado Estocástico asistido por IA. Este enfoque permite ir más allá del diseño molecular para proyectar el impacto epidemiológico de las soluciones propuestas.

- **Simulación de Variables:** La inteligencia artificial procesa modelos matemáticos complejos para predecir la propagación viral bajo múltiples escenarios sociales y biológicos, integrando variables aleatorias que reflejan la incertidumbre del mundo real.
- **Optimización de Respuesta:** El modelado permite calcular la eficacia teórica de la vacuna en diferentes grupos demográficos, analizando la tasa de mutación del virus y la presión selectiva ejercida por el tratamiento.

El resultado final de esta aplicación es una experiencia científica altamente investigativa (S) que emplea la computación avanzada (T) y el rigor matemático (M) con el propósito de educar

a profesionales que sean capaces de guiar la respuesta frente a crisis sanitarias venideras. El modelo STEAM en nivel superior asegura una educación técnica de alta calidad al exponer a los alumnos a la complejidad del diseño farmacéutico digital, con el empleo crítico de la inteligencia artificial como instrumento primordial para la innovación y la seguridad mundial.

8.5. Proyectos Transversales: “IA y Arte Generativo” (T-A)

Al examinar la intersección entre el arte contemporáneo y la inteligencia artificial, se debe analizar cómo se redefine la creatividad, la autoría y las dinámicas sociales en el proceso de producción artística, además de sus consecuencias éticas y estéticas. Para comprender las interacciones y las consecuencias de la IA en la creatividad, su inclusión en el arte puede tratarse desde tres niveles de análisis: el ámbito técnico, el mundo artístico y las ciencias cognitivas.

En esos espacios, se detectan tensiones entre la actividad de las máquinas y la creatividad humana. La inteligencia artificial tiene el potencial de democratizar el acceso a herramientas artísticas, pero también se presentan retos en cuanto a la autenticidad y al valor del arte generado por seres humanos en comparación con el creado por máquinas. De la indagación para realizar proyectos transversales que relacionen la IA con el Arte, es esencial incluir diversas voces en el desarrollo de IA para mitigar sesgos y redefinir conceptos de creatividad y autoría en un contexto posthumanista (Alonso et al., 2024).

Lo tratado por Walter Benjamin en su libro "La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica" ha cambiado notablemente con el avance de la inteligencia artificial y la implementación cada vez más habitual de herramientas de IA por los artistas, especialmente los diseñadores gráficos, aunque esto también se está extendiendo rápidamente a otros campos como la música o las artes en general.

El autor mencionado pensó acerca de la manera en que la reproducción técnica disminuyó el "aquí y ahora" de las obras artísticas. La IA representa un reto más, ya que no además de reproducir, elabora una cantidad ilimitada de variaciones de una misma pieza, lo cual pone en duda la autenticidad y el "aura" de la obra artística (W. Benjamin, 1989).

En un contexto de reproducción en masa y circulación digital, la influencia que han tenido las tecnologías digitales y la inteligencia artificial (IA) en la producción artística ha dado lugar a un extenso debate académico, donde se redefine el concepto de autenticidad y originalidad. La inteligencia artificial ha revolucionado la creación artística, poniendo a prueba las concep-

ciones tradicionales de autoría, utilizando modelos como las redes generativas adversariales. Asimismo, la aparición de los *tokens* no fungibles (NFT) ha modificado las interacciones entre el arte, el espectador y el mercado, planteando nuevas interrogantes en torno a la propiedad intelectual (Amores & Medina, 2022).

Por otro lado, la IA no es únicamente una herramienta, sino que también interviene de manera activa en la creación creativa; esto cambia el entendimiento de lo que es la creatividad (Serra-Navarro, 2024,). La experiencia del espectador también se ve impactada por esta transformación, puesto que las tecnologías digitales hacen más accesibles las obras de arte y promueven la comunicación interactiva; no obstante, esto podría resultar en una despersonalización de la experiencia artística. En este contexto, incorporar la inteligencia artificial en el proceso creador tiene el potencial de crear nuevas maneras de expresar y entender el arte, lo que incita a una reflexión crítica acerca del futuro de la creatividad en un mundo donde las máquinas son fundamentales.

Un proyecto de carácter transversal sobre "IA y arte generativo" puede ser una forma de expresar la convergencia entre la sensibilidad estética y la computación avanzada. Este proyecto reta el entendimiento convencional del objeto artístico como una entidad estática. Dentro de este contexto, el desafío de concebir una instalación que responda al estado de ánimo del público transforma el rol de la audiencia, pasando a ser un agente activo que contribuye a la creación de la obra, en lugar de ser un espectador pasivo. La instalación como un espejo tecnológico de la experiencia humana inmediata es posible gracias a una simbiosis orgánica entre las Artes (A), que se comprenden como un lenguaje para comunicarse emocionalmente, y la Tecnología (T), que se expresa por medio del aprendizaje profundo.

La propuesta se basa en el Reconocimiento de Emociones, que es una aplicación esencial de la inteligencia artificial y emplea bibliotecas de código abierto, como TensorFlow.js. La instalación puede identificar y categorizar expresiones faciales en tiempo real, incluyendo microexpresiones ligadas a la tristeza, alegría, asombro o tensión, sin poner en riesgo la privacidad del usuario procesando datos de manera local.

Esto se logra al implementar modelos de redes neuronales directamente en sistemas embebidos o en el navegador. Esta etapa técnica no solo soluciona un problema de ingeniería relacionado con la visión por computadora, sino que también crea el vínculo sensorial requerido

para que la máquina "interprete" el entorno emocional y convierta las variables biométricas en insumos creativos.

La respuesta de la obra también puede materializarse a través de la Música Algorítmica, un proceso donde la IA actúa como un compositor en tiempo real que traduce los datos emocionales captados en estructuras sonoras coherentes.

- **Traducción de Datos a Sonido:** Los algoritmos de composición reciben los vectores emocionales y los procesan mediante reglas de armonía y contrapunto generativo. Por ejemplo, una detección de "serenidad" podría activar escalas pentatónicas y timbres suaves, mientras que la "excitación" podría derivar en ritmos complejos y frecuencias más brillantes.
- **Composición en Tiempo Real:** A diferencia de una lista de reproducción pregrabada, la música se genera nota a nota, asegurando que la experiencia sonora sea irrepetible e intrínsecamente ligada al flujo emocional del público presente.

La investigación de la frontera entre la expresión humana (A) y la tecnología (T) es el resultado de este proyecto. El modelo STEAM, al combinar sistemas de visión y composición generativa, muestra que la tecnología no tiene que ser deshumanizadora; en cambio, puede ser un medio novedoso para entender la subjetividad humana y un potenciador de la empatía. De esta manera, esta obra de arte se transforma en un testimonio de la manera en que la computación avanzada puede ser humanizada para generar espacios de reflexión y conexión emocional profunda.

8.6. Lecciones Aprendidas de las Experiencias Aplicadas

El modelo STEAM ha cambiado la estructura del aprendizaje. En las aulas, ahora se producen confluencias entre ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y artes; por lo tanto, se han convertido en laboratorios de innovación. La revalorización del factor "Error" es uno de los pilares más revolucionarios de este ecosistema.

El enfoque STEAM, a diferencia de los modelos pedagógicos tradicionales que castigan el error, lo considera una etapa esencial en la investigación científica y el diseño de ingeniería. La evaluación de proyectos que no funcionaron desde el punto de vista técnico, como un algoritmo de IA con resultados sesgados o un prototipo robótico que no alcanzó su autonomía, muestra que normalmente son éxitos a nivel pedagógico. El alumno desarrolla el pensamiento resiliente

y la habilidad de depuración (*debugging*) al identificar el error, competencias que fortalecen un aprendizaje significativo y profundo, algo que raramente permite el éxito inmediato.

El contexto es un factor fundamental para la equidad y la relevancia de estos aprendizajes. La incorporación de la inteligencia artificial (IA) no puede ser una imposición uniforme, sino una adecuación consciente a la conectividad y a los recursos locales. La comunidad STEAM ha exhibido una creatividad significativa al usar modelos de IA "*edge*" o de borde, que procesan datos localmente sin requerir la nube, o al aplicar instrumentos que consumen pocos datos para clasificar recursos naturales en áreas con acceso restringido a la red.

Esta contextualización no solo asegura la viabilidad técnica, sino que también proporciona un sentido de pertenencia al proyecto; el alumno se da cuenta de que la tecnología avanzada no es un ente extraño, sino una herramienta adaptable capaz de solucionar problemas concretos de su propia comunidad, ya sea a través de la optimización agrícola o del manejo del agua.

El impacto final del modelo STEAM se mide en la metamorfosis de la autopercepción del estudiante respecto a sus capacidades científicas y creativas. Al verse inmerso en proyectos transdisciplinarios, el alumno deja de etiquetarse como "bueno para las letras" o "malo para los números", rompiendo silos mentales preestablecidos.

- **Motivación Intrínseca:** La posibilidad de ver un resultado tangible, una instalación artística que suena o un sensor que reporta datos, y genera una gratificación que alimenta la curiosidad continua.
- **Identidad Científica:** Se observa un incremento sustancial en la confianza para abordar problemas complejos. Los estudiantes comienzan a percibirse a sí mismos como creadores de conocimiento y no solo como consumidores, lo que aumenta la probabilidad de que opten por carreras en áreas científico-tecnológicas.

No solo la sofisticación técnica del resultado final, sino también la robustez del proceso, es lo que determina el éxito de la educación STEAM. Cuando el error se toma como una oportunidad de aprendizaje y las herramientas de IA se ajustan a la realidad local, se crea un vínculo entre la teoría y la práctica que empodera al alumno. La próxima generación de expertos no solo dominará las herramientas del futuro, sino que también tendrá la resiliencia ética y creativa necesaria para navegar en un mundo que cambia continuamente gracias a esta transformación en la autopercepción.

La reconfiguración del error como instrumento de diseño tiene la capacidad de cambiar la estructura del individuo. Cuando se incorpora esta premisa desde la infancia mediante el modelo STEAM, la percepción de fracaso pasa de ser punitiva a convertirse en una etapa lógica e indispensable del proceso iterativo. Esta transición semántica y operativa, en otras esferas de la vida, posibilitaría el afrontamiento de retos complejos con una resiliencia cognitiva más alta; así, la frustración dejaría de ser un obstáculo paralizante y se transformaría en un dato diagnóstico que orienta el paso siguiente. Esta "pedagogía del error" fomenta una mentalidad de crecimiento en la que la identidad personal no se ve comprometida por un resultado fallido, sino que se robustece a través de la habilidad para analizar y reorganizar.

A nivel social y profesional, entender el fallo como un insumo técnico reduciría drásticamente el estigma asociado a la experimentación, fomentando una cultura de innovación audaz. En el ámbito de las relaciones interpersonales o la gestión de proyectos, la capacidad de "fallar rápido y barato" permitiría una corrección de rumbo más ágil, evitando la acumulación de errores sistémicos que suelen derivar de la negación del fallo inicial. El impacto en la salud mental sería profundo: al despojar al error de su carga moral de "derrota", se mitigan la ansiedad por la perfección y el miedo al juicio externo.

Si la sociedad finalmente abrazara el razonamiento del prototipado, los ciudadanos verían su vida no como una sucesión lineal de éxitos impuestos, sino como un trabajo generativo que se perfecciona constantemente, en el cual cada dificultad es, en realidad, un punto de inflexión hacia una solución más sólida y humana.



9

CAPÍTULO

ECOSISTEMAS EDUCATIVOS INTELIGENTES Y PROSPECTIVA

CAPÍTULO 9.

ECOSISTEMAS EDUCATIVOS INTELIGENTES Y PROSPECTIVA

David Fernando Albarrásin Reinoso, Elena Marisol Mart́nez Gaviĺnez,
Diana Del Pilar Iglesias Cruz, Elina Elizabeth Viracocha Rosero,
Linda Maryuri Toaquiza Iglesias, Jenny Mireya Garcia Fonseca
y Doris Elizabeth Chicaiza Toapanta.

9.1. El enfoque STEAM en la virtualidad

La educacíon afronta retos importantes en el contexto actual que requieren una revisíon exhaustiva de sus ḿtodos y enfoques. La diversidad cultural, la globalizacíon y el progreso tecnoĺgico son solo algunos de los elementos que afectan ćmo se enséna y se aprende.

En este contexto, la incorporacíon de metodoĺgias como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), STEAM (Ciencia, Tecnoloǵia, Ingenieŕia, Arte y Mateḿaticas) y el Aprendizaje Basado en el Juego (ABJ), se muestra como una solucíon eficiente a las necesidades educativas del siglo XXI. Estas metodoĺgias fomentan un aprendizaje ḿs activo e involucrado (Mart́nez D., 2024). Por ello hay que incorporarlas al proceso de transformacíon de la educacíon en los páises latinoamericanos, espećficamente en Ecuador.

Ecuador comenźo un proceso de transformacíon radical en su sistema educativo, desde el áno 2008, respaldado por la Constitucíon de la Reṕblica (Reṕblica del Ecuador, 2008) y la Ley Orǵnica de Educacíon Intercultural (Reṕblica del Ecuador, 2011). Estas reformas, que inclúan un nuevo plan de estudios, teńan como objetivo adecuarse a las demandas del desarrollo nacional y elevar considerablemente el nivel educativo. Las reformas juŕdicas fueron implementadas con el objetivo de fomentar una educacíon con calidez, pertinente y de alta calidad, que se ajuste a la sociedad del conocimiento y que est́e orientada hacia el crecimiento sostenible del páis.

No obstante, entre 2012 y 2022, el Ministerio de Educacíon informa que la mejora en el aprendizaje ha sido escasa a pesar de estos esfuerzos. Los resultados educativos contińan siendo impactados por las desigualdades en t́rminos socioecońmicos. La reforma educativa ha procurado beneficiar a toda la ciudadańia, poniendo un foco especial en los sectores excluidos; sin embargo, los resultados muestran que todav́ia hay retos importantes (Gobierno del Ecuador, 2026).

Las metodologías innovadoras permiten una mayor formación integral de los alumnos al ofrecer una transformación del método tradicional de enseñanza-aprendizaje. El modelo STEAM es uno de esos métodos innovadores. La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) ha sido un catalizador esencial en la evolución del modelo educativo moderno para superar las restricciones de la enseñanza tradicional.

Al repasar los resultados de su implementación, se nota un cambio radical de una educación pasiva, que se fundamenta en la recepción de información en una sola dirección, hacia una educación activa, donde el alumno pasa a ser el constructor de su propio saber. Esta integración interdisciplinar derriba las barreras del conocimiento, pero además promueve una "cultura de la acción", convirtiendo el salón de clases en un laboratorio para experimentar permanentemente, donde se considera el error como un paso imprescindible en el proceso de iteración científica y creativa (Camacho-Tamayo & Bernal-Ballén, 2024).

No obstante, el éxito de esta metodología no depende solo de la sofisticación de sus herramientas. Es fundamental que el elemento humano esté en el núcleo del ecosistema educativo, a pesar de que la implementación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) y la realidad extendida (RX) ha mejorado las habilidades de simulación y personalización del aprendizaje.

Sin una pedagogía firme que la respalde, por más poderosa que sea la tecnología, no tiene sentido; sirve como un potenciador de la intención del maestro, pero no es capaz de reemplazar el diseño instruccional, la empatía ni el liderazgo ético que solo puede ofrecer un educador. Por esta razón, la eficacia de la RX y la IA en el modelo STEAM está sujeta a su habilidad para contribuir al desarrollo humano, garantizando que la innovación técnica esté siempre subordinada a metas pedagógicas orientadas hacia el desarrollo completo del ser humano.

Los hallazgos que se han visto después de la aplicación continua de este enfoque demuestran su importancia en la actualidad. Los alumnos muestran un avance significativo en la resiliencia, desarrollando la habilidad de mantenerse firmes frente a retos creativos y técnicos, más allá del aprendizaje de habilidades técnicas.

Además, el pensamiento crítico se ve reforzado cuando se abordan problemas difíciles que no tienen una única solución, lo que lleva al estudiante a analizar diversas variables y a tomar decisiones fundamentadas. Finalmente, el modelo STEAM consigue establecer una capacidad

de resolver problemas que es sistémica y adaptable, capacitando a las futuras generaciones no solo para usar tecnología, sino también para dirigir alternativas sostenibles y humanas en un mundo en permanente transformación (García et al., 2023).

STEAM, que se compone de Matemáticas, Ingeniería, Arte, Tecnología y Ciencia, surgió inicialmente como STEM. Algunos investigadores sostienen que esta circunstancia oscurece la relevancia de otras áreas del conocimiento, incluyendo las ciencias sociales y las humanidades. Por eso se agregó la letra "A" para aludir al arte. Así, se infiere una intención compartida en todas las tendencias: abarcar un interés específico en la labor interdisciplinaria o transdisciplinaria (Moreno, 2019). La idea de STEAM se volvió popular a finales del siglo XX y comienzos del XXI como respuesta ante la necesidad de optimizar la educación en estos campos decisivos para poder competir en una economía global cada vez más tecnológica (Martínez D. , 2024).

Desde sus comienzos, STEM ha tenido como objetivo la creación de una fuerza laboral ética con competencias listas para el futuro, promoviendo así una cultura innovadora. Esto se consigue instruyendo a los alumnos de todas las edades en el arte de tomar riesgos, ser creativos y solucionar problemas (National Foundation Where Discovery Begin., 2020). Han pasado casi 30 años de reflexión para llegar a esto. Para preparar a las personas para la fuerza laboral actual, es fundamental educarlas en computación. La situación tecnológica ha cambiado de tal forma que ahora lidera la ruta hacia la Cuarta Revolución Industrial (Frommelt, 2024).

La metodología STEAM tiene una corta historia que comienza en 2001, en el momento en que los administradores científicos de la *National Science Foundation* (NSF) estadounidense introdujeron el concepto STEM. La investigadora y educadora Georgette Yakman introdujo el concepto de STEAM en 2006, que combinaba las nociones de creatividad e innovación (habitualmente llamadas "arte") con la educación STEM. Finalmente, en 2019, aproximadamente 3000 profesores en Estados Unidos y otras partes del mundo habían recibido formación en educación STEAM (Espinoza et al., 2025) .

Sin embargo, durante más de cincuenta años, en los Estados Unidos ha sido una prioridad nacional el perfeccionamiento del entendimiento de los alumnos por medio del enlace de prácticas y contenido mediante planes de estudio que incorporan matemáticas, ciencia y tecnología (MCT) (Elis et al., 2021).

A lo largo de las últimas décadas, la contribución a la educación STEAM está vinculada con una diversidad de elementos, como los módulos, la robótica, los proyectos, el contexto, los programas y los estudios de casos (Prahani et al., 2023). Observando el panorama mundial sobre STEAM, es necesario señalar que China promueve el programa "Inventado en China" para potenciar la reputación de su país, basándose en STEAM. En cuanto a Sri Lanka, necesita un cambio total de mentalidad por parte de los alumnos para incorporar la creación de valor (Embuldeniya, 2020).

En América Latina, se debe insistir en la necesidad de la capacitación de los docentes, además de revisar los currículos para hacerlos interdisciplinarios, además de resolver la cuestión presupuestaria, dado el alto costo de algunos recursos tecnológicos, entre otros rezagos que constituyen un desafío a superar (Salas-Pilco, 2024).

Para que el enfoque STEAM se implemente, es necesario hacer un cambio en la formación de los profesores para mejorar sus habilidades y asegurar que sean críticos y reflexivos en cuanto al marco conceptual, desarrollen competencias básicas, apliquen metodologías activas, fomenten espacios de aplicación y aprendan por sí mismos (Pineda, 2022). Los investigadores, por otro lado, proponen que los encargados de tomar decisiones incorporen actividades STEAM en los libros de texto y planes de estudio para garantizar la integración cognitiva.

El enfoque STEAM, que busca preparar a los alumnos para habilidades interdisciplinarias y fomentar la creatividad en un ambiente tecnológico de continua transformación, se presenta como una respuesta educativa relevante y en evolución. Se destaca la transformación que ha experimentado STEAM desde su origen como STEM, hasta incorporar el componente artístico, así como la manera en que se ha puesto en práctica y evaluado en distintos entornos educativos alrededor del mundo. Asimismo, se insinúa que los retos y sugerencias para optimizar la implementación eficaz de STEAM subrayan lo importante que es la capacitación del profesorado, la interdisciplinariedad en los planes de estudio y el empleo de métodos innovadores.

Con el fin de impulsar competencias interdisciplinarias y estimular la creatividad en respuesta a las exigencias de una economía global cada vez más tecnológica, se creó el enfoque STEAM. Se ha puesto en práctica y se ha evaluado en varios contextos educativos globales desde que STEM se transformó en STEAM al añadir el elemento artístico. Los retos incluyen la capacitación inadecuada de los profesores, la escasez de programas interdisciplinarios y el elevado precio

de los recursos tecnológicos. También se destaca la necesidad de que los docentes tengan habilidades fundamentales y reflexionen críticamente para lograr una implementación exitosa (Espinoza et al., 2025).

9.2. Ecosistemas Educativos Inteligentes (IES - Intelligent Educational Ecosystems)

Los Ecosistemas Educativos Inteligentes (IES, por su sigla en inglés) han surgido como consecuencia de la transformación del ambiente educativo, que ha ido más allá de la idea convencional del "aula virtual", que se entendía únicamente como un archivo digital de contenidos. Estos ecosistemas se caracterizan por ser redes de aprendizaje dinámicas, autónomas e interrelacionadas que funcionan con una lógica sistémica; en ellas, las barreras entre lo presencial y lo digital se desvanecen para propiciar un aprendizaje ubicuo. El ecosistema en este nuevo paradigma no es una escena inmutable, sino un organismo dinámico que se desarrolla a la par con el alumno, ajustándose a sus cambiantes requerimientos y promoviendo una autonomía que supera el mero hecho de consumir información.

Una infraestructura sensible, que consiste en espacios virtuales y físicos dotados con sensores de Internet de las Cosas (IoT) y sistemas de computación afectiva, permite que esto sea posible. Estos ambientes tienen la capacidad de reaccionar en tiempo real, no solamente a los avances académicos del estudiante, sino también a su estado emocional y sus grados de compromiso. Por ejemplo, si un aula inteligente nota signos de frustración o agotamiento a través de la biometría y el análisis conductual, puede modificar el nivel de dificultad de una tarea, la temperatura o la iluminación para mejorar las condiciones emocionales y cognitivas requeridas para un aprendizaje significativo y profundo (Villamar et al., 2024).

El verdadero potencial de estos ecosistemas está en su habilidad para la interoperabilidad total. Los IES posibilitan que los datos de aprendizaje se transmitan de forma segura y estandarizada entre varias plataformas e instituciones, en contraste con los sistemas fragmentados actuales. Esto permite un camino educativo fluido, en el que el registro de competencias, éxitos y formas de aprender acompaña a la persona desde los niveles básicos hasta la universidad y, finalmente, al mercado laboral. Esta continuidad de datos posibilita que cada nuevo ciclo educativo, comience exactamente donde el anterior concluyó, lo que evita redundancias y posibilita un currículo personalizado basado en la evidencia acumulada durante toda la vida (Tramallino, C.; Zeni, A., 2024).

La actividad de estos ecosistemas es coordinada por agentes independientes de Inteligencia Artificial. Estas entidades han pasado de ser sistemas de respuesta básicos a administradores proactivos que organizan proyectos complejos entre seres humanos y máquinas. Un agente autónomo en un IES no solo responde preguntas técnicas, sino que también puede detectar carencias de recursos, proponer socios adecuados para un proyecto a partir de perfiles complementarios y administrar los flujos de trabajo de forma eficaz. Los agentes de IA garantizan que la infraestructura técnica y social del ecosistema opere con una precisión y armonía sin igual, mientras que el papel del maestro se transforma en una mentoría estratégica (Campa Rubio et al., 2023).

9.3. Prospectiva 2030: El Horizonte de la Educación STEAM

La combinación de la inteligencia artificial generativa (IAG) con el enfoque STEAM ha empezado a mostrar novedosos métodos de enseñanza y aprendizaje que podrían revolucionar la educación en todos sus niveles. La sinergia entre la IAG y STEAM posibilita que los alumnos investiguen problemas complejos de una forma más eficaz y creativa, al tiempo que los docentes tienen la posibilidad de brindar experiencias de aprendizaje personalizadas y adaptativas. Esta convergencia, al impulsar la resolución de problemas, la creatividad y la interdisciplinariedad mediante tecnologías emergentes como los modelos de inteligencia artificial generativa, fortalece las habilidades del enfoque STEAM (Di Blassi et al., 2024).

La IAG se ha transformado en una potente herramienta educativa, gracias a su habilidad para crear contenido original y solucionar dificultades complejas a través de algoritmos sofisticados. La IAG tiene el potencial de favorecer procesos como la modelización matemática, la creación de arte digital y el diseño de proyectos de ingeniería dentro del marco STEAM, proporcionando a los alumnos un ambiente interactivo en el que pueden aprender y experimentar de forma dinámica (UTS, 2025).

Una de las características más sobresalientes de la IAG en el ámbito educativo matemático es su habilidad para crear ejemplos personalizados y representaciones visuales de ideas abstractas. Las herramientas de IA generativa, por ejemplo, en campos como la geometría y el álgebra, son capaces de producir representaciones gráficas y dinámicas que facilitan a los alumnos la visualización de problemas complejos con mayor claridad y accesibilidad (Holmes et al., 2021).

De igual manera, la IAG posibilita a los alumnos interactuar en tiempo real con modelos matemáticos, lo que les facilita alterar parámetros y examinar las variaciones de los resultados, promoviendo así una comprensión más cabal de los conceptos implícitos.

Las herramientas de IAG, en el ámbito de la formación en programación e ingeniería, tienen la capacidad de automatizar fragmentos del proceso de diseño, tal como optimizar estructuras o generar código. Esto posibilita que los alumnos se enfoquen en las áreas más creativas y de solución de problemas, mientras que la inteligencia artificial asume las labores más técnicas o repetitivas (Anderson, 2020).

En varios países, la integración de STEAM y la IAG ha comenzado a generar experiencias educativas innovadoras, demostrando las ventajas de esta convergencia en términos de creatividad, personalización y eficiencia en la enseñanza.

En los Estados Unidos, proyectos como AI4ALL, entidad que se enfoca en democratizar la inteligencia artificial para alumnos de secundaria y universitarios, han empezado a investigar las sinergias entre IA generativa y STEAM. Este programa brinda a los alumnos la posibilidad de realizar proyectos interdisciplinarios que integren arte, ciencia, matemáticas y tecnología mediante el uso de instrumentos de IA generativa para idear soluciones novedosas en campos como la salud, el diseño urbano y la sostenibilidad (AI4ALL, 2026).

El proyecto Creativity Machine, creado por el ingeniero Stephen Thaler, es otro ejemplo sobresaliente en los Estados Unidos. Esta herramienta de inteligencia artificial generativa (IAG) produce conceptos e ideas nuevas a partir de la fusión de datos ya existentes, lo que posibilita que estudiantes y especialistas indaguen en novedosas maneras de ser creativos en diseño de productos, música y arte.

Esta clase de sinergia entre STEAM e IAG posibilita que los alumnos empleen algoritmos generativos para ampliar su potencial creativo más allá de las fronteras convencionales, generando novedosos estilos de expresión y diseño (Thaler, 2026).

La incorporación de la inteligencia artificial en la educación STEAM, especialmente en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), ha sido liderada por Finlandia. El programa AI in Schools, que se inició en 2020, tiene como objetivo instruir a los alumnos sobre nociones de inteligencia artificial mientras colaboran en proyectos STEAM.

Los alumnos emplean instrumentos de inteligencia artificial generativa para modelar problemas relacionados con la ciencia y la tecnología, por ejemplo, optimizar diseños energéticos o predecir patrones climáticos. Esta perspectiva, además de mejorar sus capacidades en ciencia y tecnología, estimula el pensamiento crítico y la creatividad (AI in Schools, 2026).

Finlandia, por otra parte, ha incorporado la IAG en su plan de educación nacional, empleando plataformas como Elements of AI, las cuales imparten los principios básicos de la IA de forma accesible y aplicable a proyectos STEAM. Este programa ha evidenciado que la fusión de STEAM e inteligencia artificial puede alentar a los alumnos a encontrar soluciones innovadoras para dificultades complejas, abarcando desde el diseño de productos tecnológicos avanzados hasta la sostenibilidad ambiental (University of Helsinki, 2026).

Mediante la utilización de inteligencia artificial para el diseño interdisciplinario, en Singapur se ha reforzado el enfoque STEAM. Los alumnos de la Nanyang Technological University (NTU), entre otras instituciones, emplean la inteligencia artificial generativa en las clases de diseño industrial, fusionando el arte, las matemáticas y la ingeniería para crear productos novedosos. A modo de ejemplo, han empleado algoritmos generativos para diseñar productos arquitectónicos y muebles que mejoran la eficacia estructural y el diseño estético. Esto evidencia la capacidad de la IA para impulsar la resolución de problemas y la creatividad en entornos STEAM (NTU, 2026).

Los educadores tienen la posibilidad de emplear estas tecnologías para mejorar sus prácticas pedagógicas cuando la IAG se incorpora al enfoque STEAM, lo que brinda múltiples oportunidades. Por ejemplo, la IA generativa puede ser utilizada por los maestros para producir simulaciones de ciencia o matemáticas más complejas y personalizadas. Esto posibilita que los alumnos experimenten con diversos escenarios e indaguen soluciones de forma interactiva. Instrumentos como ChatGPT tienen la capacidad de asistir a los alumnos para dividir problemas complejos en etapas más controlables y ofrecer ejemplos acordes a su nivel de entendimiento.

Asimismo, la IAG tiene el potencial de hacer más sencillo el aprendizaje individualizado en proyectos STEAM. Los algoritmos de IA tienen la capacidad de proporcionar recomendaciones sobre contenido o tácticas para resolver problemas que se acomoden mejor a las necesidades individuales de cada estudiante cuando se examinan sus fortalezas y debilidades. Esto es

especialmente beneficioso en el enfoque STEAM, en el que los alumnos tienden a trabajar en proyectos abiertos que no tienen una única solución correcta (Holmes et al., 2021).

La convergencia de la Inteligencia Artificial (IA) y el enfoque STEAM implica un horizonte educativo que convierte la sofisticación técnica en una presencia ambiental. Esta "invisibilidad" de la tecnología es el resultado final de la integración digital, llegando a un estado de madurez en el que tanto la IA como la Realidad Extendida (RX) se transforman en componentes tan comunes y transparentes como lo fueron el lápiz y el papel hace siglos.

En este contexto, el alumno no "usa" la tecnología, sino que vive en un ambiente enriquecido donde las visualizaciones holográficas y los algoritmos de diseño generativo son extensiones orgánicas de su pensamiento creativo, lo que posibilita que el foco cognitivo se desplace desde la manipulación del instrumento hacia la resolución conceptual y la innovación artística.

Esta omnipresencia de la tecnología hace posible el cambio hacia un aprendizaje ubicuo y constante, donde las barreras convencionales entre el tiempo dedicado al estudio formal y el tiempo de vida diaria se disuelven por completo. Impulsado por la IA, el modelo STEAM se extiende más allá de los muros de la institución educativa para formar parte del entramado social y profesional del individuo.

La educación deja de ser una fase finita de la vida para convertirse en un proceso ininterrumpido de actualización de habilidades. Los ecosistemas inteligentes ofrecen recursos y retos justo cuando son requeridos (aprendizaje justo a tiempo), lo que hace posible que cualquier contexto, actúe como un nodo activo en el que se experimenta y se aprende interdisciplinariamente.

La incorporación de la neuroeducación y las interfaces cerebro-computadora (BCI) es el núcleo central de esta prospectiva. La puesta en marcha de la biometría avanzada en proyectos STEAM posibilita el seguimiento en tiempo real de los estados neurofisiológicos del alumno, detectando con exactitud las fases de agotamiento cognitivo o, al contrario, los estados de concentración profunda y flujo.

Por medio de estos dispositivos, el ambiente de aprendizaje tiene la capacidad de autorregularse: si una interfaz BCI descubre que un alumno de ingeniería se encuentra bloqueado frente a una cuestión compleja de diseño o cálculo, la IA puede actuar modificando el grado de dificultad o alterando el estímulo sensorial para restablecer la plasticidad neuronal y equilibrar los niveles dopaminérgicos.

Así, la combinación de la ciencia neurobiológica y la tecnología no persigue solamente el rendimiento en términos académicos, sino que también pretende una comprensión profunda de la mente humana, asegurando que el proceso de creación científica y artística sea una experiencia esencialmente gratificante y que esté en consonancia con las capacidades biológicas del ser humano.

La educación está experimentando una transformación debido a la sinergia entre STEAM y la inteligencia artificial generativa, lo que brinda nuevas posibilidades para personalizar, ser creativo y solucionar problemas. Los casos internacionales demuestran que esta convergencia posibilita que los alumnos enfrenten problemas complejos de una forma más eficaz y creativa, mientras que el profesorado puede proporcionar experiencias educativas más versátiles y ajustadas a las demandas particulares de cada estudiante. La incorporación de estas tecnologías emergentes en el aula capacita a los alumnos para afrontar los retos actuales, pero también brinda nuevas oportunidades para innovar en la enseñanza y el aprendizaje (Di Blasi, 2025).

9.4. Desafíos éticos y sociales de STEAM

La implementación de la inteligencia artificial en el modelo STEAM enfrenta dilemas serios que requieren una reflexión crítica sobre la justicia social y la integridad del ser humano. La consolidación de la llamada Brecha 5.0 es uno de los peligros más inminentes, y consiste en una nueva clase de desigualdad estructural que separa a las sociedades no solamente por la posibilidad de acceder a la tecnología, sino también por la habilidad de interactuar con ella de manera creativa.

Mientras que una parte de la población adquiere habilidades para planear, programar y liderar en los ecosistemas inteligentes, otra parte, la mayoritaria y excluida social y económicamente, se ve relegada a ser un consumidor pasivo de algoritmos cuya lógica desconoce. Esta desigualdad de poder cognitivo representa un riesgo para la cohesión social, pues transforma el conocimiento técnico en un privilegio exclusivo de las élites en vez de una herramienta para la emancipación universal; esto va en contra del espíritu democrático que, inicialmente, orientó la perspectiva STEAM.

La fragmentación que se presenta hace evidente la necesidad de crear un marco de Soberanía del Dato y Humanismo Digital. En un ambiente en el que los sensores captan cada interacción del alumno, desde sus microexpresiones faciales hasta sus métodos de resolución

de problemas, la privacidad deja de ser una opción técnica y se transforma en un derecho humano esencial.

La propuesta pedagógica tiene que garantizar que el alumno conserve el dominio sobre su propia huella digital y que los algoritmos de aprendizaje funcionen con absoluta transparencia (XAI - Explainable AI). El humanismo digital sostiene que la tecnología debe emplearse para fortalecer la autonomía del ser humano, no para manipular o prever su conducta a través de perfiles deterministas que restringen su libre desarrollo y su facultad de asombro.

La sostenibilidad del ecosistema determina si estos ambientes inteligentes serán viables a largo plazo. Es fundamental reconocer el enorme impacto ambiental que conlleva entrenar modelos de lenguaje de gran envergadura y mantener los centros de datos que respaldan la educación ubicua.

Pasar a un "STEAM Verde" supone incorporar el conocimiento ecológico en la propia creación de la tecnología educativa, poniendo como prioridad arquitecturas de hardware circulares y algoritmos de escasa huella de carbono. Un ecosistema inteligente solamente puede considerarse realmente desarrollado si tiene la capacidad de promover la innovación tanto artística como científica sin poner en peligro los recursos planetarios, y de alinear el desarrollo educativo con las restricciones biofísicas de la Tierra para asegurar un futuro habitable a las generaciones que estamos formando actualmente.

Para responder a estos desafíos éticos se ha propuesto un modelo que incorpore las Humanidades al STEAM, denominado STEAM más Humanidades. Chacón (2014) establece que la perspectiva ética, axiológica y humanista es el conjunto de conocimientos que proporciona la ética sobre la moral y los valores inherentes a los seres humanos. Estos fundamentos guían tanto las exigencias ético-morales del trabajo como las de la vida diaria de las personas en sus relaciones, su comunicación y su comportamiento frente al mundo en el que viven. Por lo tanto, se convierte en una herramienta significativa para dirigir procesos sociales, incluyendo la educación y la actividad científica e investigativa.

Ramírez y sus colaboradores en su estudio, se concentran en las necesidades e intereses del ser humano, y en la formación en valores como elementos orientadores y reguladores del comportamiento (Ramírez, Desarrollo del pensamiento crítico en la educación interdisciplinaria., 2023). De esta manera, se consigue que los alumnos se expresen al explicar y argumentar los

componentes y la estructura de la materia Didáctica de la Matemática, con un enfoque ético, axiológico y humanista en la licenciatura en Educación mención Matemática en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

El enfoque STEAM+H integra las disciplinas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte, Matemáticas y Humanidades para brindar una educación holística e interdisciplinaria. Este enfoque se ha implementado en varias instituciones educativas y ha permitido el desarrollo de habilidades técnicas, humanísticas y éticas que posibilitan encarar problemas complejos desde un punto de vista integral (Pérez & Martínez, 2022).

Este modelo no tiene como objetivo únicamente la formación de habilidades técnicas y científicas, sino que también pretende promover el pensamiento ético, la sensibilidad cultural y la creatividad. Incorporar las humanidades a la perspectiva STEAM posibilita vincular el saber técnico con el entorno humano, favoreciendo así una visión más holística de los desafíos del mundo real.

Esta táctica pedagógica también refuerza habilidades como la comunicación, la colaboración y la comprensión empática desde diferentes puntos de vista. Se toma como premisa la idea de aprendizaje significativo, planteada por David Ausubel, que sostiene que el aprendizaje es efectivo cuando el alumno vincula lo nuevo con lo que ya sabe y con sus vivencias. El pensamiento crítico se define como la habilidad de examinar, juzgar e interpretar información de manera lógica y reflexiva. Esta habilidad es fundamental para resolver problemas y también para llevar a cabo estrategias STEAM+H con el fin de tratar temas interdisciplinarios.

Las metodologías activas, tal como el Design Thinking y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), colocan al alumno en la parte central del proceso de aprendizaje, fomentando su intervención significativa y activa. El ABP incluye a los alumnos en la investigación y solución de problemas complicados con el fin de producir resultados concretos, fusionando saberes interdisciplinarios y habilidades aplicadas en situaciones reales (García & Pérez, 2021).

El Design Thinking, por su parte, fomenta habilidades como la colaboración, la creatividad y la solución eficaz de problemas enfocados en necesidades reales; se basa en cinco etapas: empatizar, definir, idear, prototipar y probar. Las dos metodologías fomentan el aprendizaje significativo y preparan a los alumnos con competencias esenciales para el siglo XXI; son indispensables para la integración de la perspectiva STEAM+H y la ética, axiología y humanismo.

Es conveniente, por lo anteriormente mencionado, afirmar que la integración de las Humanidades, el Arte, la Matemática, la Ingeniería, la Tecnología y la Ciencia (STEAM+H) fomenta el fortalecimiento de competencias interdisciplinarias al combinar habilidades y conocimientos provenientes de distintos campos para afrontar desafíos complejos. También posibilita que los alumnos examinen los problemas desde varios puntos de vista, empleando tanto la creatividad como el pensamiento lógico para sugerir soluciones novedosas.

Cuando se relaciona con problemas reales, como el cambio climático, la desigualdad social o los desarrollos tecnológicos, promueve un aprendizaje que tiene significado y un compromiso a nivel social, lo que prepara a los alumnos para convertirse en ciudadanos activos y críticos que ayuden a construir un futuro justo y sustentable.

Los enfoques humanista, ético, axiológico y STEAM+H tienen un compromiso común: la formación integral del ser humano. Estos enfoques desarrollan habilidades que van más allá de lo académico e incorporan aspectos éticos, morales, emocionales, culturales y de valores propios de los seres humanos. Estas dimensiones atraviesan todos los procesos formativos-educativos y son fundamentales para la profesionalidad pedagógica de los educadores al orientar sus maneras de actuar (Almonte et al., 2025).

La dignidad humana, la equidad, la justicia, la responsabilidad, la solidaridad, el compañerismo y la colaboración son algunos de los valores esenciales que estos enfoques promueven. Además, fomentan una convivencia pacífica y respetuosa con el medio ambiente y ciudadanos conscientes de su rol en la sociedad. La toma de decisiones responsables fundamentadas en principios morales es el centro del enfoque ético y axiológico humanista, que concede prioridad a la dignidad y al potencial individual.

STEAM+H, por su parte, combina ciencia, tecnología, arte y humanidades para ampliar el punto de vista y la sensibilidad del alumno. Asimismo, estos métodos fomentan el pensamiento crítico y creativo, estimulan la solución de problemas contextualizados y promueven la innovación desde un punto de vista interdisciplinario. Además, enfatizan la relevancia de la responsabilidad social y de colaborar, tratando problemas a nivel mundial a través de proyectos que refuerzan no solo las capacidades técnicas, sino también las habilidades sociales. En general, estas perspectivas tienen el compromiso de edificar una sociedad más equitativa y sostenible

en la que las personas estén dispuestas a adaptarse al cambio, a participar activamente y a fomentar el bienestar colectivo.

Tal como plantean Chacón (2014) y Ramírez y Quintana (2024), la educación con perspectiva STEAM necesita de marcos formativos que incorporen la dimensión axiológica y moral con el dominio científico y técnico; en esta línea, la estrategia sugerida satisface dicha necesidad al vincular el conocimiento matemático con valores y actitudes orientados hacia el bien común.

9.5. Recomendaciones para Líderes Educativos y Docentes

La implementación efectiva del modelo STEAM potenciado por la Inteligencia Artificial requiere una reconfiguración profunda de la gobernanza escolar y la práctica pedagógica.

La primera sugerencia estratégica para los dirigentes educativos se basa en promover una agilidad institucional sin igual. Las instituciones no pueden darse el lujo de tener marcos de planificación inflexibles o planes de estudio invariables en un entorno donde los ciclos de innovación tecnológica se han acortado a solamente seis meses.

Es necesario implementar laboratorios de experimentación pedagógica y estructuras de gestión adaptables que posibiliten una integración, evaluación y eliminación dinámica de herramientas digitales. Esta rapidez no supone perseguir ciegamente la tendencia más reciente, sino construir una infraestructura técnica y administrativa que pueda cambiar rápidamente para que la escuela permanezca siendo pertinente en un ecosistema del conocimiento que se expande de forma exponencial (Di Blasi, 2025).

Como pilar adicional, la inversión en capital humano debe ser considerada como la prioridad máxima, incluso por encima de la compra de hardware. El paso del profesor de ser un transmisor de información a convertirse en un arquitecto de ecosistemas de aprendizaje es lo que determina el éxito del enfoque STEAM con IA.

El educador no debe ser capacitado como un simple operador de software que se limita a acatar órdenes de una plataforma, sino como un diseñador instruccional crítico que entiende la lógica algorítmica y es capaz de discernir cuándo la mediación tecnológica aporta valor y cuándo entorpece el proceso humano. Asegurar que la tecnología sea una extensión de la intención pedagógica y no un reemplazo de la orientación ética y emocional que caracteriza a

una educación de calidad, requiere reforzar la autonomía del docente y ofrecer oportunidades para la co-creación interdisciplinaria.

Sin embargo, la sugerencia más importante para la supervivencia profesional de las generaciones futuras es estimular la curiosidad radical. Cuando las tareas procedimentales, el análisis de datos masivos e incluso algunos grados de creación técnica sean automatizados en el futuro, la habilidad para hacer preguntas disruptivas y asombrarse ante lo desconocido será la única capacidad humana que no se podrá sustituir (Di Blassi et al., 2024).

El enfoque STEAM debe emplear la inteligencia artificial para liberar al alumno de las tareas rutinarias, posibilitándole que canalice su energía cognitiva hacia la indagación de problemas sin solución obvia y a la síntesis creativa entre disciplinas que parecen no estar conectadas. Fomentar esta insaciable curiosidad garantiza que la persona no sea únicamente un usuario de la inteligencia artificial, sino también el motor de objetivos que guía el avance científico y artístico hacia perspectivas que las máquinas, por su propia naturaleza, no pueden concebir (Lema & Rivadeneira, 2025).

La combinación de la Inteligencia Artificial con la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) es poderosa; sin embargo, nos enfrenta a una serie de dilemas que debemos manejar. La tabla que sigue muestra un análisis detallado de los retos éticos más importantes:

Tabla 7. *Desafíos Éticos de la integración IA y enfoque STEAM*

Desafío Ético	Descripción del Problema	Impacto en el Entorno Educativo
Sesgo y Discriminación	Los algoritmos de IA pueden heredar prejuicios de sus creadores o de datos históricos.	Puede reforzar estereotipos de género o raza en áreas de ingeniería y ciencia.
Privacidad de Datos	El uso de herramientas de IA requiere recolectar datos biométricos y de comportamiento de los estudiantes.	Riesgo de vigilancia excesiva y mal uso de información sensible de menores.
Brecha Digital (Equidad)	El acceso a IA avanzada suele ser costoso o requiere hardware de alta gama.	Aumenta la distancia entre instituciones con recursos y aquellas en comunidades vulnerables.

Transparencia (Caja Negra)	Muchos sistemas de IA toman decisiones sin que los usuarios entiendan el "porqué".	Dificulta que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico sobre cómo se llega a un resultado científico.
Propiedad Intelectual	El uso de IA generativa en el área de Artes (A) cuestiona quién es el autor original.	Confusión sobre el valor del esfuerzo creativo humano frente a la producción automatizada.
Deshumanización	Delegar la tutoría o la evaluación totalmente a la IA puede enfriar el proceso de aprendizaje.	Pérdida de la conexión empática y el mentorazgo esencial en el enfoque STEAM.

Adaptado de (Di Blasi et al., 2024)

El obstáculo más relevante que representa la integración de la inteligencia artificial con el enfoque STEAM es evitar que la tecnología reemplace el proceso de resolver problemas. El fracaso productivo (cometer errores y volver a intentarlo) es fundamental para el aprendizaje en STEAM. Si una IA le proporciona al alumno la solución final en cuestión de segundos, se pierde el desarrollo de la resiliencia y del razonamiento que subyace al método científico.

La ética no debería ser una barrera para la innovación, sino una brújula. Integrar estos debates en el aula es, de hecho, una excelente forma de cumplir con el componente social y humanístico de las Artes dentro de STEAM.

9.6. Epílogo: Hacia una nueva Ilustración Tecnológica

La consolidación del modelo STEAM es mucho más que una reforma de los planes de estudio; se convierte en el lenguaje universal del siglo XXI para enfrentar los retos existenciales que caracterizan a nuestro tiempo. Esta perspectiva brinda el marco cognitivo que se requiere para solucionar problemas sistémicos como la transición energética, la seguridad sanitaria a nivel mundial y el cambio climático, al fusionar la rigurosidad del método científico y la exactitud matemática con el potencial disruptivo de la ingeniería y la sensibilidad ética del arte.

Debido a que su naturaleza es intrínsecamente compleja y trasciende fronteras nacionales, estos desafíos no pueden ser manejados desde una única disciplina. De esta forma, la metodología STEAM funciona como un puente integrador que facilita a las nuevas generaciones no solamente entender la dimensión de las crisis presentes, sino también crear soluciones que sean sostenibles desde el punto de vista humano y viables desde el punto de vista tecnológico.

En este contexto, se presenta una necesidad ética y educativa: la transición hacia un papel activo dentro de los nuevos entornos digitales. Los líderes, estudiantes y educadores actuales deben ser invitados a convertirse en "prosumidores" de los ecosistemas inteligentes. Alvin Toffler, un futurólogo, acuñó este término y pronosticó con increíble exactitud una sociedad en la que se difuminaría la separación entre el productor y el consumidor (Toffler, 1990).

En el marco de la Inteligencia Artificial y del modelo STEAM, ser un prosumidor significa ir más allá de simplemente recibir herramientas tecnológicas para involucrarse activamente en su desarrollo, formación y supervisión ética. Esto garantiza que el conocimiento producido sea un bien común en lugar de una mercancía opaca.

Aceptar el rol de prosumidor en la época de la inteligencia artificial implica hacerse cargo de modelar la infraestructura del futuro. La invitación consiste en vivir en estos ecosistemas con una actitud creativa y crítica, donde cada persona emplee la tecnología para aumentar su habilidad de agencia y solución de problemas. Al adoptar este enfoque, aseguramos que el progreso no sea algo que simplemente "sucede", sino un proceso consciente y colaborativo en el cual la inteligencia humana y la artificial se unen para garantizar un futuro de bienestar colectivo y equilibrio planetario.

Liderar la transición hacia un modelo educativo y social plenamente integrado con la Inteligencia Artificial requiere una hoja de ruta estratégica que trascienda la mera adopción técnica.

La alfabetización algorítmica, considerada no solo como la habilidad de programación, sino también como el saber crítico para entender las bases lógicas y estadísticas de la IA, es el primer pilar esencial en este proceso. En un contexto en el que las decisiones automatizadas tienen repercusiones desde la evaluación académica hasta el acceso a recursos económicos, es esencial que los estudiantes y líderes dispongan de las herramientas necesarias para auditar los prejuicios inherentes a los datos y a las conclusiones de los modelos.

Esta alfabetización constituye una defensa de la democracia, al hacer posible que la sociedad civil reconozca y rectifique las "cajas negras" algorítmicas que puedan tener el potencial de perpetuar prejuicios relacionados con raza, género o economía.

Para completar esta base crítica, el liderazgo actual necesita adoptar una perspectiva de diseño centrada en la vida. Este paradigma mueve el diseño tradicional centrado en el usuario, que frecuentemente se limita al consumo, hacia un enfoque sistémico que une los proyectos

STEAM con las fronteras biofísicas del planeta. Implementar esta perspectiva implica que la innovación no se mide solamente por su rentabilidad o eficiencia, sino también por su potencial para promover la justicia social y la regeneración ecológica. En el ámbito educativo, esto se traduce en retos STEAM que procuran respuestas a la crisis climática o a la re-distribución de recursos, garantizando que la IA no sea un acelerador del agotamiento de materiales y energía, sino una herramienta para la sostenibilidad.

La cooperación radical es la base de la arquitectura de esta transformación. En un mundo cada vez más complejo, el conocimiento cerrado y competitivo es insuficiente y está desactualizado. La participación activa en comunidades de código abierto y redes de aprendizaje compartido que tienen como objetivo democratizar el conocimiento es una forma en la que se expresa un liderazgo efectivo hoy en día.

La cooperación radical quiebra las jerarquías convencionales entre el experto y el aprendiz, promoviendo entornos en los que la transmisión de modelos de IA, metodologías de investigación y programas STEAM es transparente y libre. Al compartir el capital intelectual, se promueve la innovación en grupo y se asegura que el avance tecnológico no sea solo de algunas pocas compañías, sino una inteligencia colectiva al servicio de todos los seres humanos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, L. (2025).** *Retos y oportunidades de los posgrados en las Escuelas Normales ante la Nueva Escuela Mexicana [Conferencia]*. Escuela Nacional para Maestras de Jardines de Niños, Ciudad de México. <https://revistavoces.net/retos-y-oportunidades-de-los-posgrados-en-las-escuelas-normales-ante-la-nueva-escuela-mexicana/>.
- Acosta, A. (2022).** Diálogos feministas encarnados-situados: resignificando nuestros espacios de producción de conocimiento y nuestras prácticas de subjetivación*. *Disertaciones*, 11(2), 7-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.33975/disuq.vol11n2.925>
- Aguilera, D., & Vílchez-González, J. (2024).** ¿De qué hablamos cuando hablamos de educación STEAM? Una revisión de experiencias educativas. *Revista Fuentes*, 26(2), 211-224. <https://doi.org/https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2024.15412>
- AI in Schools. (17 de Marzo de 2026).** *AI in Schools: Building future skills with AI*. <https://aiinschools.org/>
- AI4ALL. (17 de marzo de 2026).** *Democratizing AI through education*. <https://ai-4-all.org/>
- Al otro lado del espejo. (8 de Marzo de 2026).** *Mel -slater ilusión de lugar, ilusión de plausibilidad, cuerpo virtual como si fuera real*. <https://zewx.wordpress.com/2018/04/22/al-otro-lado-del-espejo-mel-slater-ilusion-de-lugar-ilusion-de-plausibilidad-cuerpo-virtual-como-si-fuera-real/>
- Alcalá, M. (2021).** Cognición situada y aprendizaje significativo. *Identidades*, 16(1). [https://doi.org/Disponibile en https://www.academia.edu/28544739/Cognicion_situada_y_aprendizaje_significativo_1_](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.academia.edu/28544739/Cognicion_situada_y_aprendizaje_significativo_1_)
- Almonte et al. (2025).** Una estrategia didáctica STEAM+H con enfoque humanista y ético para la enseñanza. *CEMACYC*. <https://doi.org/https://ponencias.ciaem-redumate.org/cemacyc/article/view/335/544>
- Alonso et al. (2024).** IA en el mundo de las artes: un análisis crítico de las comunidades creativas que trabajan con Machine Learning y los efectos de la tecnología en la producción artística. *La Palabra*, 48. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/uptc.01218530.n48.2024.18242>

- Alonso-Sainz, T. (2020).** *Identidad docente en el siglo XXI.: Reinterpretaciones desde la ética sustantiva de Charles Taylor. [Tesis doctoral]*,. Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio Biblos-e Archivo, <http://hdl.handle.net/10486/696267>.
- Amores, M., & Medina, M. (2022).** “El arte NFT y su irrupción en el mercado del arte”. *Boletín de arte*, 43, 207-220. <https://doi.org/https://doi.org/10.24310/BoLArte.2022.vi43.14377>.
- Anderson, M. (2020).** *How AI is Revolutionizing Education and Learning*. EdTech.
- Aparicio, W. (2023).** La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. . *Revista internacional de pedagogía e innovación educativa*, 3(2). <https://doi.org/Obtenido de https://editic.net/ripie/index.php/ripie/article/>
- Arantes, J. (2022).** The ‘Postdigital Teacher Identities’ Praxis: a Discussion Paper. *Postdigital Science Education*, 4(1), 447–466. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42438-021-00271-3>
- Bailenson, J. (2018).** *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W. W. Norton & Company.
- Baldevenites et al. (2022).** Gestión emocional en el entorno vuca de la mano del coaching educativo. En E. (. Leganés-Lavall, *Retos educativos para un desarrollo humano integral* (págs. 83-93). Madrid, España: Adaya Press. <https://doi.org/10.58909/add22785449>.
- Baptista, M. (2017).** SEYMUR PAPERT: PARÁBOLAS PARAEXPLICAR ELDEBATE SOBRE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN. *Revista Panamericana de Pedagogía*, 25(1). <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i25.1694>
- Basarab et al. (26 de Febrero de 1994).** *Carta de la transdisciplinariedad*. Ediciones de la Rabida. Filosofia.org: <https://www.filosofia.org/cod/c1994tra.htm>
- Bautista, J. (2018).** *Guía didáctica aplicando realidad aumentada para alumnos de 4to año de Educación Básica, para las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en la Escuela Fiscal Mixta “Dr. Carlos Cadena N.* Universidad Central de Ecuador.
- Bayas, L. (2024).** Estrategias metodológicas activas que desarrollan el pensamiento lógico-crítico direccionados al mejoramiento del desempeño académico estudiantil. . *Magazine de las ciencias: Revista de investigación e innovación*, 9(1), 1–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/rmc.v9i1.3048>

- Beltrán et al. (2024).** *Explorando el uso de la realidad virtual en educación: Desafíos y oportunidades para docentes y estudiantes.* Universidad El Bosque. Disponible en <https://repositorio.unbosque.edu.co/items/982f5d62-4eca-45b1-a3ac-cb0193a15a02/full>.
- Benjamin, T. (2024).** Desafíos de la realidad extendida en la educación técnica: una revisión sistemática. *Investigación aplicada e innovación*, 18(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.71701/REVISTAI.V.18.2024.85>
- Berglund, A. (2023).** Design for extended reality (DFXR) – exploring engineering and product design education in XR. . En V. autores, *Proceedings of the International Conference on Engineering and Product Design Education* (págs. 60- 82). EPDE <https://doi.org/10.35199/epde.2023.60>.
- Blasquez, J. (2022).** LA PARADOJA DE LA TRANSPARENCIA EN LA IA: OPACIDAD Y EXPLICABILIDAD ATRIBUCIÓN DE RESPONSABILIDAD. *Revista Internacional de Pensamiento Político*, 17(1), 261-272. <https://doi.org/https://www.upo.es/revistas/index.php/ripp/article/view/7526/6376>
- Bocchini, B. (17 de abril de 2024).** *São Paulo vai usar IA para elaborar aulas digitais da rede pública.* . Agência Brasil. : <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2024-04/sao-paulo-vai-usar-ia-para-elaborar-aulas-digitais-na-rede-publica>
- Bruner et al. (1984).** *Aprendizaje Escolar y Evaluación.* Paidós.
- Bybee, R. (2013).** *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*, . NSTA Press, .
- Caballero, A. (2024).** *Impulsando la creatividad digital y la interactividad en el aula.* Universidad Miguel Hernández.
- Cabero, J., & García, F. (2016).** *Realidad aumentada. Tecnología para la formación.* Madrid: Síntesis.
- Cajiao, F. (2010).** *Evaluar es valorar.* Editorial Magisterio.
- Calderón et al. (2023).** Realidad virtual y aumentada en la educación superior: experiencias inmersivas para el aprendizaje profundo. *Religación*, 8(37), e2301088 |. <https://doi.org/http://doi.org/10.46652/rgn.v8i37.1088>
- Calduch, I. (2021).** Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). En e. a. Calduch, *Metodologías innovadoras en el aula universitaria* (pp. (págs. 125-144)). Laboratorio Educativo Dis-

ponible en https://www.researchgate.net/publication/355344498_Aprendizaje_Basado_en_Problemas_ABP.

Camacho-Tamayo, E., & Bernal-Ballén, A. (2024). Educación STEAM como estrategia pedagógica en la formación docente de ciencias naturales: una revisión sistemática. *EduTec*, 87(1), 220-235. <https://doi.org/https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.2929>

Camacho-Tamayo, E., & Bernal-Ballén, A. (2024). Educación STEAM como estrategia pedagógica en la formación docente de ciencias naturales: una revisión sistemática. *EduTec*, 87(1), 220-235. <https://doi.org/https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.2929>

Camacho-Tamayo, E., & Bernal-Ballén, A. (2024). STEAM education as a pedagogical strategy in natural science teacher training: A systematic review. *EduTec*, 87, 87(1), 220-235. <https://doi.org/https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.2929>

Cambarieri et al. (2024). Ponencia: Explorando el potencial de las microcredenciales y la tecnología Blockchain para la Transformación Digital en la Educación Superior. XXX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Disponible en https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/177204/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1.

Campa Rubio et al. (2023). Competencias Digitales Docentes y su integración con las herramientas de Google Workspace: una revisión de la literatura. *Transdigital*, 4(7), 1-22. <https://doi.org/https://doi.org/10.56162/transdigital163>

Carballo et al. (2023). El diseño centrado en el usuario: estrategia para la actualización docente. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 18(34), 171-181. <https://doi.org/10.36677/legado.v18i34.19365>

Carbonel, N., & Hernández, M. (2024). Impacto de los Sistemas de Tutoría Inteligente. Una revisión sistemática. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 89(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3025>

Carceller, I. (2019). LA REALIDAD AUMENTADA COMO HERRAMIENTA DE ENRIQUECIMIENTO DEL PROCESO DE APRENDIZAJE. *EDETANIA*, 56(1), 169-184,.

CEIDE UNAM. (12 de Marzo de 2026). *Analizar, definir, desarrollar, implementar y evaluar (ADDIE)*. <https://recrea.ceide.unam.mx/modelos/ADDIE>

Chacón, N. (2014). *Enfoque ético, axiológico y humanista en la educación y la actividad científico-investigativa*. Editorial Académica Española.

- Chih-Chao et al. (2022).** Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(2), 905-941. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>
- Comisión Europea. (2022).** *Marco Europeo para la competencia digital de los educadores: DigCompEdu*. Eduteka <https://eduteka.icesi.edu.co/articulos/ined21-competencias-digitales-profesorado>.
- Comisión Europea. (2023).** *Teaching with AI – Assessment, Feedback and Personalisation*. *European Digital Education Hub*. <https://www.indire.it/wp-content/uploads/2023/06/Teaching-with-AI-%E2%80%93-Assessment-Feedback-and-Personalisation-7.pdf>.
- Covarrubia, M. (2023).** *STEAM en Educación Primaria: un enfoque interdisciplinario para la innovación educativa*. Universidad de Valladolid.
- Csikszentmihalyi, M. (1990).** *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.
- Del Río et al. (2022).** *Proyecto Internacional “GENERANDO COMPETENCIAS DIGITALES PARA LA INNOVACIÓN. PROYECTO INTERNACIONAL UMA-UNESCO 2022* <https://riuma.uma.es/rest/api/core/bitstreams/26f09bdf-75bf-4ee1-b77a-4413f493346c/content>.
- Di Blasi, B. (2025).** Un marco estratégico para la integración ética y didáctica de la inteligencia artificial generativa en la enseñanza con enfoque STEAM. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Especial*, 243-249. <https://doi.org/Dispñible> en <https://www.bing.com/ck/a?!&p=bdd8cf8ccf6cc2b714c44e0b174cc4c4310fc8de80f2164ca27c9402c1919e0aJmltdHM9MTc3NjM4NDAwMA&pfn=3&ver=2&hsh=4&fclid=21b4c5cd-7014-6f71-1330-d05471246e10&u=a1aHR0cHM6Ly9yZWllYy51bml-jZW4uZWR1LmFyL3JlaWVjL2FydGljbGUvZG9>
- Di Blassi et al. (2024).** *EDUCACIÓN STEAM EN TIEMPOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA*. Dunken, Buenos Aires.
- E. Pérez. (2024).** *FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE MEDIANTE ENFOQUE STEAM*. Universidad Católica de Manizales disponible en <https://repositorio.ucm.edu.co/server/api/core/bitstreams/c3479497-fde9-44c6-b0c7-8d9c564f99b8/content>.
- Ebe museografía. (8 de Marzo de 2026).** *Las experiencias inmersivas*. <https://evemuseografia.com/2021/04/21/las-experiencias-inmersivas/>

- Educapeques. (16 de Marzo de 2026).** *Proyectos STEAM interdisciplinarios: guía completa para educación primaria (2026)*. <https://www.educapeques.com/recursos-para-el-aula/proyectos-steam-educacion-primaria.html>
- Elis et al. (2021).** *Looking at STEAM education in different countries*. Obtenido de <https://tinyurl.com/yt5ukdup>.
- Embuldeniya, C. (2020).** *STEM (STEAM) Evolution – Understanding the Foundation of World Economic Development*. VIDURAVA, 3-8. Obtenido de <https://tinyurl.com/2uhra2td>.
- Escobar, G. (2014).** La evaluación del aprendizaje, su evolución y elementos en el marco de la formación integral. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(24), 126-141. <https://doi.org/https://doi.org/10.22383/ri.v14i2.27>
- Espinosa, P. (2024).** Integración del enfoque STEAM en la educación general básica: impacto en el desarrollo del pensamiento crítico y creatividad. *Revista Tecnopedagogía e Innovación*, 3(1), 53-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.62465/rti.v3n1.2024.70>
- Espinoza et al. (2025).** Metodología STEAM: el reto de enseñar más allá de una herramienta digital. *Verdad Activa*, 5(1), 129-137. <https://doi.org/doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2501>
- ESTÁNDARES ISTE para docentes. (15 de Marzo de 2026).** <https://cdn.iste.org/www-root/Libraries/Documents%20%26%20Files/GlobalReach/ISTE%20Standards%20Educators%20Spanish.pdf>
- Fagan, M., & Gilbert, G. (2025).** *NIST IR 8557: Usable cybersecurity and privacy for immersive technologies*. National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8557>.
- Ferrada, C., & Kroff, F. (2025).** Motivaciones y percepciones de estudiantes de escuelas insulares en Chile sobre la Educación STEAM. *Revista de Investigación, Formación y Desarrollo*, 13(1), 55-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.34070/rif.v13.i1.2025.405.55-69>
- Fontán et al. (2025).** Tecno-imaginarios de la Inteligencia Artificial sobre la identidad docente: un estudio exploratorio. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 29(1), 197–220. <https://doi.org/https://doi.org/10.30827/profesorado.v29i1.30861>
- Frommelt, M. (2024).** *STEAM Education*. Obtenido de <https://tinyurl.com/yeanshff>.

- Fuentes et al. (2020).** La identidad profesional docente, un acercamiento a su estudio. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11(1), 1-20. https://doi.org/https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.727
- Gamboa et al. (2023).** Taxonomía revisada de Bloom como apoyo para la redacción de resultados de aprendizaje y el alineamiento constructivo. *Innovaciones Educativas*, 25(38). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22458/ie.v25i38.4529>
- García et al. (2020).** La inteligencia artificial en la educación. *Dominio de las ciencias*, 6(3), 648-666. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1421>
- García et al. (2023).** El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191-202. <https://doi.org/https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- García, P., & Pérez, C. (2021).** Aprendizaje Basado en Proyectos y su impacto en la formación interdisciplinaria. *Educación y Tecnología*, 15(2), 87-102. [https://doi.org/Disponibile en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2007-7467202100020015300021&lng=en](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2007-7467202100020015300021&lng=en)
- George-Reyes et al. (2023).** Pensamiento computacional basado en realidad virtual y razonamiento complejo: caso de estudio secuencial. *Revista de Educación a Distancia*, 23(73). <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/red.540841>
- Giaretta, A. (2024).** Security and privacy in virtual reality: a literature survey. *Virtual Reality*, , 29 (1), 10- 15. <https://doi.org/https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10055-024-01079-9.pdf>
- Gobierno del Ecuador. (15 de Marzo de 2026).** *Estadística Educativa*. <https://educacion.gob.ec/publicaciones-estadistica-educativa/>
- González et al. (2025).** Inteligencia Artificial en la educación superior latinoamericana: implementaciones, desafíos éticos y efectividad pedagógica. *LatIA*, 30(4), 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.62486/latia2025304>
- González, M. (2000).** Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. *Revista Pedagógica Universitaria*, 5(2), 1-23. [https://doi.org/Disponibile en https://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/CartillaB/6antologia](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/CartillaB/6antologia)

- González, M. (10 de febrero de 2026).** *Cómo usar la IA para analizar feedback en tiempo real.* Openwebinar : <https://openwebinars.net/blog/como-usar-la-ia-para-analizar-feedback-en-tiempo-real/>
- González, R., & López, P. (2026).** La práctica docente y la innovación educativa como ejes de producción de conocimiento. *Revista de Estudios en Práctica Docente e Innovación Educativa*, 1(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.24844/EN1T/2601>
- Greca et al. (2021).** Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Eureka*, 18(1), 180201-180219. https://doi.org/https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Guaila et al. (2024).** La enseñanza de las ciencias naturales desde un enfoque STEAM: Impacto en la creatividad y el pensamiento crítico. *Revista Social Fronteriza*, 4(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.598>
- Guerrero et al. (2023).** La Inteligencia Artificial y sus alcances en la educación superior latinoamericana. *Revista Iberoamericana de Investigación en Educación y Sociedad* ,, 3(1), 264–271. <https://doi.org/https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i1.627>
- Hernández et al. (2021).** El aprendizaje basado en problemas: Una propuesta de cualificación docente. *Praxis y Saber*, 12(31). <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n31.2021.11174>
- Holmes et al. (2021).** *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning.* Center for Curriculum Redesign. Boston.
- Honores et al. (2024).** El metaverso como entorno educativo: explorando nuevas posibilidades. *Dominio De Las Ciencias*, 3(6), 53–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v10i1.3698>
- Huddleston Jr., T. (15 de Agosto de 2023).** *Bill Gates says A.I. could transform education: It 'will be like a great high school teacher' who always gives useful feedback.* CNBC Make it. : <https://www.cnbc.com/2023/08/15/bill-gates-ai-tutors-will-be-like-a-great-high-school-teacher.html>
- Iglesias, A. (2024).** LA REALIDAD VIRTUAL Y LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA Y LA HISTORIA. *CREA International Multidisciplinary Journal*, 4(1), 9-26. [https://doi.org/Disponibile en https://revistas.uvigo.es/index.php/ijmc](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://revistas.uvigo.es/index.php/ijmc)

- Jara, C. (2024).** Aplicaciones de inteligencia artificial (IA) en el contexto educativo ecuatoriano: retos y desafíos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, , 7046-7060. [https://doi.org/Disponibile en https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/11897](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/11897)
- Jara, I., & Ochoa, J. (. (2021).** *Usos y Efectos de la Inteligencia Artificial en la Educación.* . Sector Social División Educación. . <https://doi.org/https://ie42003cgalbarracin.edu.pe/biblioteca/LIBR-NIV331012022134652.pdf>
- Jarauta, B., & Pérez, M. (2017).** La construcción de la identidad profesional del maestro de primaria durante su formación inicial. El caso de la Universidad de Barcelona. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*,, 21(1), 103-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.30827/profesorado.v21i1.10354>
- Jiménez, M. (9 de Febrero de 2024).** OpenAI alcanza los 2.000 millones de dólares en ingresos anualizados y entra en la élite de Silicon Valley. . *El País Cinco días.* . <https://cincodias.elpais.com/companias/2024-02-09/openai-alcanza-los-2000-millones-de-dolar>
- Karan, E., & Brown, L. (2022).** Enhancing Students' Problem-solving Skills through Project-based Learning. *Problem Based Learning*, 10(1). [https://doi.org/https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v10i1.6887](https://doi.org/https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v10i1.6887)
- Karpudewan et al. (2022).** What Research Says About the Relationships Between Malaysian Teachers' Knowledge, Perceived Difficulties and Self-efficacy, and Practicing STEM Teaching in Schools. *The Asia-Pacific Education Researcher*,, 32, 353–365. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40299-022-00658-1>
- Khlaif et al. (2024).** Immersive extended reality (XR) technology in engineering education: Opportunities and challenges. *Technology, Knowledge and Learning*, 107(19). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10758-023-09719-w>
- Krathwohl, D. (2002).** A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice*,, 41(4), 212-218. [https://doi.org/Disponibile en https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15430421tip4104_2](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15430421tip4104_2)
- Lafourcade, P. (1987).** *Evaluación de los aprendizajes.* Cincel.
- Lara et al. (2022).** La realidad virtual como recurso y herramienta útil para la docencia y la investigación. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 594-606. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>

- Lave, J., & Wenger, E. (1991).** *Aprendizaje situado: participación periférica legítima*. Cambridge [England] ; New York : Cambridge University Press.
- Lema, A., & Rivadeneira, J. (2025).** La implementación del enfoque STEAM como herramienta para fomentar la creatividad y la innovación en la educación. *Revista de Investigación Educativa Niveles*, 2(2), 48-63. <https://doi.org/https://doi.org/10.61347/rien.v2i2.78>
- Lens-Fitzgerald, M. (2009).** *Augmented Reality Hyper Cycle*. . recuperado de de: <http://www.sprxmobile.com/the-augmented-realityhype-cycle>.
- Lobo, A. (7 de Marzo de 2026).** *La Pedagogía de John Dewey: Una Guía sobre la Escuela Activa, la Experiencia y la Democracia*. Actos en la escuela: <https://actosenlaescuela.com/pedagogia-de-john-dewey/>
- Lozano, M. (2020).** El aprendizaje basado en problemas en estudiantes universitarios. *Tendencias Pedagógicas*, 37, 90-103. <https://doi.org/https://doi.org/10.15366/tp2021.37.008>
- Mahecha et al. (2022).** *Experiencias aplicadas en autorregulación del aprendizaje: Aspectos metacognitivos para la educación actual*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Make Code. (8 de marzo de 2026).** *Make Code*. <https://makecode.microbit.org/>
- Manriquez, C. (2023).** *Integración de los campos del conocimiento hacia el desarrollo de competencias STEAM: una ruta metodológica en el marco del laboratorio vivo como ecosistema abierto de innovación*. Universidad Santo Tomás disponible en <https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/ff74aae2-4741-464e-83f7-a3058e779865/content>.
- Martín, A. (2025).** *APRENDIZAJE-SERVICIO COMO HERRAMIENTA DE FORMACIÓN DOCENTE: IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO STEAM PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN EL ÁMBITO DE LAS DIDÁCTICAS DE LAS CIENCIAS Y MATEMÁTICAS*. Universidad de Extremadura. Disponible en https://biblioteca.plataformavoluntariado.org/wp-content/uploads/2025/06/tduex_2025_martin_sanchez.pdf.
- Martínez et al. (2021).** Ejes claves del modelo educativo socioformativo para la formación universitaria en el marco de la transformación hacia el desarrollo social sostenible. *Formación universitaria*, 14(1), 53-66. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000100053>
- Martínez et al. (2025).** Implementación del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la educación secundaria alta: revisión sistemática de metodo-

logías, temáticas y formación de ciudadanos activos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 76(1), 254-294. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n76a10>

Martínez, D. (2024). Metodologías innovadoras y tendencias curriculares: redefiniendo la educación del siglo XXI. . *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* , 5(5), 3250 – 3268. <https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2859>

Martínez, O. (2025). Innovaciones Disruptivas en la Educación: Pilares para una Sociedad Sostenible. *Reviwe Science*, 10(35). <https://doi.org/https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2025.10.35.0.10-24>

Medina et al. (2023). Evaluación formativa mediada por analíticas de aprendizaje en la educación STEAM: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Meta Avaliação*, 15(48), 480- 492. <https://doi.org/10.22347/2175-2753v15i48.3918>

Méndez, B. (2024). Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb en la enseñanza de física. *Revista Ecos de la Academia*, 10(20). <https://doi.org/https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v10i20.1127>

Mendoza et al. (2022). La Estrategia de emplear el error como herramienta para el aprendizaje. *MundoFesc*, 12(23), 60-73. <https://doi.org/https://doi.org/10.61799/2216-0388.1050>

Miao et al. (2024). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación*. UNESCO Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227>.

Moradielos. (9 de marzo de 2026). *El supuesto cono de la experiencia o pirámide del aprendizaje*. https://www.academia.edu/30704080/EL_SUPUESTO_CONO_DE_LA_EXPERIENCIA_O_PIR%C3%81MIDE_DEL_APRENDIZAJE_UNAS_NOTAS_DE_ADVERTENCIA_PARA_PROFESORES_CONSCIENTES Borrador Draft Paper

Moral et al. (2023). Competencias docentes implicadas en el diseño de Entornos Literarios Inmersivos: conjugando proyectos STEAM y cultura maker. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia RIED*, 26(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33839>

Moreno et al. (2024). MODELOS DE APRENDIZAJE EN LA TRANSICIÓN HACIA LA COMPLEJIDAD COMO UN DESAFÍO A LA SIMPLICIDAD. *Sofía*, 36(1), 69-112,. <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/soph.n36.2024.02>

- Moreno, R. (2019).** La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista De Investigación En Tecnologías De La Información*, 7(14), 260–270. <https://doi.org/https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Mujib, M., & Mardiyah, M. (2025).** Evaluación de actitudes hacia la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) para fomentar la creatividad en la educación secundaria. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 72(1), 39-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1279>
- Muñoz et al. (2020).** Realidad aumentada para la educación de matemática financiera. Una app para el mejoramiento del rendimiento. *Construyendo futuro*, 12(12), 37-44. <https://doi.org/https://doi.org/10.22463/24221783.2634>
- National Foundation Where Discovery Begin. (14 de noviembre de 2020).** *A Vision Statement for STEAM education of the future*. Obtenido de <https://tinyurl.com/yzphmuy8>
- Ninabanda et al. (2025).** El Metaverso como entorno emergente de aprendizaje en la Educación Superior: revisión sistemática de aportes teóricos, desafíos y perspectivas. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 3981. <https://doi.org/https://doi.org/10.60100/rcmg.v6i2.889>
- NTU. (19 de Marzo de 2026).** *AI-driven Design and Innovation in Education*. <https://ntu.edu.sg>
- Ocampo, A. (2025).** Evaluación Formativa en la Enseñanza Superior de la Actividad Física y el Deporte: Revisión Sistemática de Herramientas Innovadoras como Rúbricas Digitales, Portafolios Electrónicos y Sistemas de Feedback Automatizados. *REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR SAGA*, 2(2), 572-582. <https://doi.org/https://doi.org/10.63415/saga.v2i2.111>
- OEA PORTAL EDUCATIVO. (8 de Marzo de 2026).** *Academia STEAM: ética, estética y lenguaje*. <https://portal.educoas.org/es/networks/item/academia-steam-eetica-llengiaje-1>
- Oliver et al. (2009).** *Un ABP basado en la robótica para las ingenierías*. XV JENUI Disponible en <http://jenui2009.fib.upc.edu/>.
- Ordoñez et al. (2024).** Experiencias docentes en la enseñanza de física. *Educare et comunicare revista de investigación de la facultad de humanidades*, 11(2), 80-90. <https://doi.org/https://doi.org/10.35383/educare.v11i2.724>
- Organización de las Naciones Unidas. (2022).** Retrieved 18 de Julio de 2025, from ONU. Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible : <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-dedesarrollo-sostenible/>

- Ortiz et al. (2021).** Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Pabón-Rúa et al. (2024).** Perspectivas teóricas y metodológicas sobre creatividad en Educación STEAM: una revisión sistemática. *Revista Científica*, 51(3), 1-21. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.21959>
- Paredes et al. (2024).** La realidad virtual y realidad aumentada en la educación. *Sinergia Académica*, 7(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.51736/sa242>
- Patel et al. (2021).** Impact of augmented reality on student engagement in STEM education. *Smart Learning Environments*, 8(1), 154- 164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40561-021-00154-9>
- Pazmiño et al. (2025).** El impacto de las metodologías STEAM en el desarrollo de competencias digitales y creativas en estudiantes. *Ciencia Latina*, 9(1), 2690-2709. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16035
- Peckham et al. (2025).** Inteligencia artificial en el diseño generativo: una revisión estructurada de tendencias y oportunidades en técnicas y aplicaciones. *Designs*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/designs9040079>
- Peña, G. (2007).** *Educación Virtual vs Enseñanza Remota de Emergencia*. Universidad Católica Andrés Bello. Disponible en [https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2021/11/EV-vs-ERE-AV.pdf#:~:text=Como%20se%20puede%20ver%2C%20el%20n%C3%BAcleo%20de,\(ADDIE\)%E2%80%9D%20\(p.%2031\)%2C%20entendiendo%20por%20cada%20elemento:](https://www.ucab.edu.ve/wp-content/uploads/2021/11/EV-vs-ERE-AV.pdf#:~:text=Como%20se%20puede%20ver%2C%20el%20n%C3%BAcleo%20de,(ADDIE)%E2%80%9D%20(p.%2031)%2C%20entendiendo%20por%20cada%20elemento:)
- Pereyra, R. (7 de Marzo de 2026).** *El Estado de Flujo: Explorando la Teoría de Csikszentmihalyi para una Vida Plena*. Revista El Candelabro: <https://revistaliterariaelcandelabro.blog/2024/03/el-estado-de-flujo-explorando-la-teoria-de-csikszentmihalyi-para-una-vida-plena/>
- Pérez, C., & Martínez, L. (2022).** STEAM+H y la integración de las Humanidades en la enseñanza de las ciencias. *Avances en Educación*, 27(5), 65-80.
- Pérez, E., & 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/https://doi.org/10.18172/con.4741>

Phun et al. (2020). Educación Disruptiva basada en la caracterización de variables ecoambientales para mitigar el calentamiento global. *Procedia Computer Science*, 172, 979-984. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.142>

Piarpuezan et al. (2024). Integración de la Inteligencia Artificial en la educación superior: un análisis bibliométrico de la literatura reciente. *Runas Journal of Education and Culture*, 5(10). <https://doi.org/10.46652/runas.v5i10.176>

Pimentel et al. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)

Pineda, D. (2022). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, , 229-244. <https://doi.org/Obtenido de https://tinyurl.com/yc762rvx>

Pons, L., & Soto, I. (2020). Evaluación de una propuesta de aprendizaje basado en juegos de rol llevada a cabo en la asignatura de cultura científica de bachillerato. *REXE- revista de estudios y experiencias en educación*, 19(39), 123-144. <https://doi.org/Disponible en https://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe/article/view/877>

Prahani et al. (2023). Analyze of Steam Education Research for Three Decades. *Journal of Technology and Science Education*, 837-856. <https://doi.org/https://doi.org/10.3926/jotse.1670>

Preyer et al. (2018). *Beyond Semantics and Pragmatics*. University of Oxford.

Ramírez, G. (2023). Desarrollo del pensamiento crítico en la educación interdisciplinaria. *Revista de Pedagogía*, 20(2), 56-74. <https://doi.org/Disponible en https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/12220>

Ramírez, G., & Quintana, A. (2024). Formación en valores y la educación humanista: Un análisis didáctico. *Revista Internacional de Educación Ética*, 14(1), 35-51. <https://doi.org/https://doi.org/10.51736/q9tkjs89>

Recursos TIC. (9 de marzo de 2026). *¿Qué es la Realidad extendida y cómo se usa en el aula?* <https://www.recurstics.com/realidad-extendida/>

- Rengifo, G., & Espinoza, E. (2019).** Estudio sobre los problemas en la educación ecuatoriana y políticas educativas, 1990-2018. *Revista metropolitana de ciencias aplicadas*, 2(3), 175-182. [https://doi.org/Disponibile en http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA](https://doi.org/Disponibile%20en%20http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA)
- República del Ecuador. (2008).** *Constitución de la República del Ecuador*. República del Ecuador.
- República del Ecuador. (2011).** *Ley Orgánica de Educación Intercultural*. República del Ecuador.
- Reyes, M. (2024).** *Integración de realidad virtual y realidad aumentada en enseñanzas artísticas mediante Google Arts & Culture*. Universidad Miguel Hernández.
- Rhee et al. (2020).** 'Effects of interdisciplinary courses on future engineers' competency'. *Higher Education, Skills and Work-based Learning*, 10(3), 467-479. <https://doi.org/http://hdl.voced.edu.au/10707/568454>
- Ríos, A. (2001).** La evaluación del Aprendizaje: Una alternativa Pedagógica para su Transformación en la Universidad de Manizales. *CIUM*, 9(1), 49-69.
- Ríos, R. (8 de Marzo de 2026).** *La teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner*. Carpeta Pedagógica: <https://carpetapedagogica.com/lateoriadelasinteligenciasmultiplesdehowardgardner>
- Rivera et al. (2024).** *Chat GPT y educación universitaria: posibilidades y límites del chatGPT como herramienta docente*. Octaedro.
- Rodrigues-Silva, J., & Alsina, A. (2023).** Educación STEAM y aprendizaje lúdico en todos los niveles educativos. *Revista Prâksis*, 1, 188-212. <https://doi.org/https://doi.org/10.25112/rpr.v1.3170>
- Rodrigues-Silva, J.; Alsina, A. . (2023).** Educación STEAM y aprendizaje lúdico en todos los niveles educativos. *Revista Prâksis*, 11(1), 188-212. <https://doi.org/https://doi.org/10.25112/rpr.v1.3170>
- Rodríguez et al. (2020).** *Comunicación, educación y juventud: nuevas formas de aprender y enseñar en la era digital*. Egregius.
- Rodríguez et al. (2021).** Aula invertida y su impacto en el rendimiento académico: Una revisión sistematizada del período 2015-2020. *EDMETIC*, 10(2), 1-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.21071/edmetic.v10i2.13240>

- Rodríguez, E. (2024).** Antecedentes STEAM en enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 55(1), 513-516. <https://doi.org/10.15446/ted.v55n1.21136> Disponible en <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/21136>
- Rogovsky et al. (2019).** Ponencia: sumergirse en el diseño de nuevos formatos para el aprendizaje de experiencias inmersivas. FLACSO <https://pent.flacso.org.ar/producciones/sumergirse-en-el-diseno-de-nuevos-formatos-para-el-aprendizaje-experiencias-inmersivas>.
- Román-Acosta, D. (2024).** Exploración filosófica de la epistemología de la inteligencia artificial: Una revisión sistemática. *EPISTEME. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(1), 101-122. <https://doi.org/10.61154/rue.v11i1.3388>
- Rose, F. (2012).** *The Art of Immersion*. Editorial: W. W. Norton & Company; .
- Rosero et al. (2025).** Estrategias pedagógicas mediadas por la realidad aumentada Quiver, en estudiantes de Inicial. *Ciencia Digital*, 9(1), 71-89. <https://doi.org/10.33262/ciencia-digital.v9i1.3226>
- Rosero et al. (2026).** Uso de IA para desarrollo de habilidades blandas: revisión sistemática de la literatura. *Revista Colombiana de Evaluación*(98). <https://doi.org/10.17227/rce.num98-22795>
- Ruiz et al. (2022).** Aprendizaje basado en proyectos: Una revisión sistemática de la literatura (2015-2022). *Revista Internacional de Humanidades*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.4181>
- Salas-Pilco, S. (2024).** K-12 STEAM Education in Latin America: A Systematic Review. *IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)*, 1(6). <https://doi.org/10.1109/EDUNINE60625.2024.10500534>
- Salcedo, P. (2026).** LA INTEGRACION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA FORMACION DE PROFESORES STEAM: UNA REVISION SISTEMATICA DE LA LITERATURA EMPIRICA (2020- 2025). Universidad de Concepción. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Salcedo-Lagos/publication/392901605_LA_INTEGRACION_DE_LA_INTELIGENCIA_ARTIFICIAL_EN_LA_FORMACION_DE_PROFESORES_STEAM_UNA_REVISION_SISTEMATICA_DE_LA_LITERATURA_EMPIRICA_20.

- Salmeron et al. (2023).** El futuro de la Inteligencia Artificial para la educación en las instituciones de Educación Superior. *Revista Conrado*, 19(93), 27-34. *Conrad*, 19(93), 27-34. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442023000400027
- Sánchez et al. (2023).** La educación disruptiva socioformativa y el uso de la tecnología para la formación integral y humanista de estudiantes universitarios. *Revista educación superior*, 52(208). <https://doi.org/https://doi.org/10.36857/resu.2023.208.2654>
- Sandoval et al. (2020).** Implicaciones Socioeducativas de la Creatividad a partir de la Mediación Pedagógica: Una Revisión Crítica. *Estudios Pedagógicos*, 46(1), 383-397. <https://doi.org/https://10.4067/S0718-07052020000100383>
- Sandoval, E. (2022).** *La investigación en la formación docente: clave para garantizar el derecho a una educación con justicia social*. Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación.
- Schoeb et al. (2020).** Mixed reality for teaching catheter placement to medical students: A randomized single-blinded, prospective trial. *BMC Medical Education*, 20(450). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12909-020-02450-5>
- Schutz et al. (2018).** *Research on Teacher Identity: Mapping Challenges and Innovations*. Springer.
- Selwyn, N. (2019).** *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. . John Wiley y Sons.
- Seong-Won, K., & Youngjun, L. (2022).** Effects of Science, Mathematics, and Informatics Convergence Education on Creative Problem-solving. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(4), 1692-1698. <https://doi.org/https://doi.org/10.18517/ijaseit.12.4.14419>
- Serra-Navarro, D. (2024,).** “Inteligencia artificial, vampirismo y la caja negra: aproximación especulativa en el marco del aprendizaje automático (AA)”. *Arte, Individuo y Sociedad*, 36(4), 967-977. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.5209/aris.95515>
- Siemens, G. (2004).** *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*. McGraw Hill. <https://doi.org/http://www.fce.ues.edu.sv/uploads/pdf/siemens-2004-conectivismo.pdf>.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997).** A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. . *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603–616. . <https://doi.org/https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>

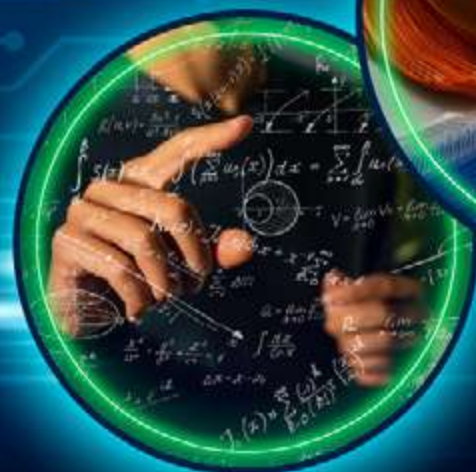
- Soames, S. (2019).** *El surgimiento de la filosofía analítica*. Fondo Editorial Tecnos.
- Solís, M., & Maldonado, S. (2021).** Modelo TPACK y metodología activa, aplicaciones en el área de matemática. *Revista Científica UISRAEL*, 8(2), 49–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.35290/rcui.v8n2.2021.394>
- Suarez, V., & McGrath, J. (2022).** Teacher professional identity: How to develop and support it in times of change. *OECD Education Working Papers*, 267. [https://doi.org/Disponible en https://www.oecd-ilibrary.org/education/teacher-professional-identity_b19f5af7-en;-jsessionid=ZMI6v-KpckB9aAynYLLMcXodhTDye87wFkt-19D2.ip-10-240-5-155](https://doi.org/Disponible%20en%20https://www.oecd-ilibrary.org/education/teacher-professional-identity_b19f5af7-en;-jsessionid=ZMI6v-KpckB9aAynYLLMcXodhTDye87wFkt-19D2.ip-10-240-5-155)
- Suarez, V., & McGrath, J. (2022).** Teacher professional identity: How to develop and support it in times of change. *OECD Education Working Paper*, 27(1). [https://doi.org/Disponible en https://www.oecd-ilibrary.org/education/teacher-professional-identity_b19f5af7-en;-jsessio](https://doi.org/Disponible%20en%20https://www.oecd-ilibrary.org/education/teacher-professional-identity_b19f5af7-en;-jsessio)
- Sweller, J. (2010).** Interactividad de elementos y carga cognitiva intrínseca, extraña y alemana. *Educ Psychol Rev*, 22(1), 123–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Tejera, F. (2022).** *Realidad Aumentada con el uso del Cubo Merge Como Estrategia Didáctica Para el Fortalecimiento de las Competencias Tecnológicas en Estudiantes de Grado Décimo*. Universidad de Santander. Disponible en <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/19698d4e-2e9d-42bb-aece-8bcc085e5a9d/full>.
- Thaler, S. (19 de Marzo de 2026).** *Creativity Machine: Pioneering AI Creativity*. . <https://creativitymachine.net>
- Thompson et al. (2022).** A meta analysis of virtual and augmented reality applications in medical training. *Computers & Education*, 104271.(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104271>
- Tirocchi, S. (2022).** Educación y plataformas digitales. Implicaciones para los estudiantes. En e. a. Tirocchi, *Redes sociales y ciudadanía: ciberculturas para el aprendizaje*. (págs. 159-166). Grupo Comunicar Ediciones.
- Tobón et al. (2021).** Proposal for a new talent concept based on socioformation. *Educational Philosophy and Theory*, 53(1), 21-33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1725885>

- Toffler, A. (1990).** *La tercera ola*. Bookey disponible en <https://cdn.bookey.app/files/pdf/book/es/la-tercera-ola.pdf>.
- Torres et al. (2014).** Los MOOC y la masificación personalizada. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 18(1), 63–72. <https://doi.org/https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19122>
- Tramallino, C., & Zeni, A. (2024).** Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación. *Educación*, 1(1), 29-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.18800/educacion.202401.M002>
- Tramallino, C.; Zeni, A. (2024).** Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación. . *Educación*, 1(1), 29-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.18800/educacion.202401.M002>
- Troncoso et al. (2023).** Inteligencia artificial y educación: nuevas relaciones en un mundo interconectado. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 11(2), 312-328. [https://doi.org/Disponibile en https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/481](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/481)
- Tyler, R. (1950).** *Basic principle of curriculum and instruction*. Chicago University. .
- UNESCO. (2021).** *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*. UNESCO. <https://doi.org/https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455arXiv+23oecd.ai+23school-education.ec.europa.eu+23>
- UNESCO. (2024).** *Global survey on privacy in media and information literacy*. . United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Universidad Continental. (12 de Marzo de 2026).** *Modelo SAM, un método para el diseño de cursos virtuales*. <https://ucontinental.edu.pe/innovacionpedagogica/modelo-sam-un-metodo-para-el-diseno-de-cursos-virtuales/notas-destacadas/>
- Universidad Politécnica de Madrid. (2020).** *Guía de Aprendizaje Basado en Retos*. Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en <https://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/guias/GUIA-ABR.pdf>.
- University of Helsinki. (19 de Marzo de 2026).** *Elements of AI*. <https://www.elementsofai.com/>

- UTS. (5 de Agosto de 2025).** *Cinco principios para el uso ético eficaz de la IA generativa.* <https://educationexpress.uts.edu.au/collections/artificial-intelligence-in-learning-and-teaching/resources/five-principles-for-effective-ethical-use-generative-ai/>
- VanLehn et al. (2023).** A Step-Based Tutoring System to Teach Underachieving Students How to Construct Algebraic Model. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 23(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40593-023-0>
- Ventura, C. (2013).** Estilos de aprendizaje y comunidades disciplinares desde un enfoque situado de la cognición. *Revista Internacional de Psicología*, 12(2). <https://doi.org/Disponibile> en [https://www.bing.com/ck/a?!&&p=99dad9c249ffa524c28a908bfe34269a871091e-84b9ef9b98f1e72ad0f111ad1JmltdHM9MTc3NjM4NDAwMA&pntn=3&ver=2&hsh=4&f-clid=21b4c5cd-7014-6f71-1330-d05471246e10&psq=Ventura%2c+C.+\(2013\).+Estilos+de+aprendizaje+y+comunidad](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=99dad9c249ffa524c28a908bfe34269a871091e-84b9ef9b98f1e72ad0f111ad1JmltdHM9MTc3NjM4NDAwMA&pntn=3&ver=2&hsh=4&f-clid=21b4c5cd-7014-6f71-1330-d05471246e10&psq=Ventura%2c+C.+(2013).+Estilos+de+aprendizaje+y+comunidad)
- Villamar et al. (2024).** Aplicación de la inteligencia artificial en la educación, herramientas de la IA aplicadas en la educación. *RECIMUNDO*, 8(3), 114–127. [https://doi.org/doi:https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(3\).julio.2024.114-127](https://doi.org/doi:https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(3).julio.2024.114-127)
- Villarruel et al. (2026).** Revolución Educativa: El Impacto de la Inteligencia Artificial y los Metaversos en la Transformación del Aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 3(1), 181-199. <https://doi.org/https://doi.org/10.70625/rlce/539>
- W. Benjamin. (1989).** *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica.* Taurus.
- Wallkington, M. (2025).** Las implicaciones de la inteligencia artificial generativa para la educación matemática. *School, Sciences and Mathematics*, 18(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ssm.18356>Digital Object Identifier (DOI)
- Weidinger et al. (2021).** Ethical and social risks of harm from Language Models. *Deep Mind*. <https://doi.org/https://arxiv.org/pdf/2112.04359>
- XR Association. (7 de Marzo de 2026).** *Education in XR.* (XR Association, Washington, D.C.). https://xra.org/wp-content/uploads/2023/05/XRA_Slicks_Education_V1.pdf-1.pdf
- Yakman, G. (2008).** *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education* [Conferencia. ITEEA 70th Annual Conference, Salt Lake City, UT.

- Zamora et al. (2022).** GAMIFICACIÓN COMO ESTRATEGIA DE FORMACIÓN EN SST. *Encuentros con Semilleros*, 3(1), 34-41. [https://doi.org/https://doi.org/10.15765/es.v3i1.3597](https://doi.org/10.15765/es.v3i1.3597)
- Zatarain et al. (2022).** Experiences of web-based extended reality technologies for physics education. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(1), 63-82. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cae.22571>
- Zavatta, G. (2024).** *Reconsidering the Role of Teacher Professional Learning in Shaping the Social and Professional Identity of Teachers: Reflections from an Ongoing Study in Building Teacher Agency Through Digital Technologies*. INTED2024 Proceedings, IATED,6756-6764. <https://www.doi.org/10.21125/inted.2024.1771>.
- Zhou, C. (2023).** El impacto del método de aprendizaje basado en proyectos en los estudiantes. *Education and Psychology*, 9, 20-25. . [https://doi.org/ https://doi.org/10.54691/bcpep.v9i.4603](https://doi.org/https://doi.org/10.54691/bcpep.v9i.4603)
- Zuñiga et al. (2024).** Estrategias Educativas STEM-STEAM en Nivel Superior: Revisión Sistemática de Literatura. *Espacios*, 45(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p02>
- Zúñiga, F., & Marí, V. (2024).** Estrategias Educativas STEM-STEAM en Nivel Superior: Revisión Sistemática de Literatura. *Espacios*, 45(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p02>
- Zúñiga, M. (2025).** Rúbricas automatizadas para evaluar buenas prácticas en HTML . *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 41(1), 16-22,. <https://doi.org/10.24215/18509959.41.e2>.

TINTA
Sabla
EDITORIAL



ISBN 978-9907-821-01-7



9 789907 821017