



Física y Transformación Digital

Innovación, IA y Metodologías Activas

Kleber Perez, Marco Sislema, Wilson Chicaiza,
Karina Vasquez, Luis Cepeda & Alex Moreta

EDITORIAL
SAGA

 **CIIE**
Centro de Investigación
e Innovación Educativa

Física y transformación digital

Innovación, IA y metodologías activas

Autores:

MSc. Kleber Wilson Pérez Chafla

Lic. Marco Enrique Sislema Pilamunga

MSc. Wilson Chicaiza Inguillay

MSc. Karina Alexandra Vasquez Lituma

Lic. Luis Herminio Cepeda Lema

MSc. Alex Marcelo Moreta Chango





Datos bibliográficos

ISBN:	978-9907-803-25-9
Título del libro:	Física y transformación digital Innovación, IA y metodologías activas
Autores:	Perez Chafla, Kleber Wilson Sisler Pilamunga, Marco Enrique Chicaiza Inguillay, Wilson Vasquez Lituma, Karina Alexandra Cepeda Lema, Luis Herminio Moreta Chango, Alex Marcelo
Editorial:	SAGA
Materia:	370 - Educación
Público objetivo:	Profesional / académico
Publicado:	2026-04-21
Número de edición:	1
Tamaño:	5Mb
Soporte:	Libro digital descargable
Formato:	Pdf (.pdf)
Idioma:	Español
DOI:	https://doi.org/10.63415/saga.2026.85

Hecho en Ecuador / Made in Ecuador

Autores

MSc. Kleber Wilson Pérez Chafla

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ kleber.perez@docentes.educacion.edu.ec

id <https://orcid.org/0009-0004-8260-3055>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Kleber Wilson Pérez Chafla es un docente e investigador ecuatoriano especializado en la enseñanza de las Matemáticas y la Física. Es Licenciado en Ciencias de la Educación, mención Ciencias Exactas, por la Universidad Nacional de Chimborazo, y posee una Maestría en Pedagogía con mención en Docencia e Innovación Educativa por la Universidad UTE.

Cuenta con más de cuatro años y medio de experiencia en docencia en diversos contextos educativos, destacándose por la implementación de metodologías activas, inclusivas e interdisciplinarias orientadas al fortalecimiento del pensamiento lógico-matemático y el razonamiento científico. Ha participado como docente capacitador en procesos formativos dirigidos a jóvenes y adultos, así como en programas de nivelación académica.

Actualmente se desempeña como docente de Matemáticas y Física en una institución educativa intercultural bilingüe, donde promueve prácticas pedagógicas innovadoras centradas en el estudiante, el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

En el ámbito investigativo, su trabajo se enfoca en la innovación metodológica y la educación inclusiva. Es autor de artículos científicos publicados en la revista *Ciencia Latina* y en revistas académicas nacionales, donde aborda el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como estrategias para fortalecer el aprendizaje en Bachillerato.

Asimismo, es autor del libro digital “Matemática inclusiva e innovadora: del DUA a las tecnologías disruptivas”, en el cual propone enfoques pedagógicos contemporáneos que integran inclusión educativa y tecnologías emergentes.

Su trayectoria refleja un firme compromiso con la calidad educativa, la innovación pedagógica y la transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto ecuatoriano y latinoamericano.

Lic. Marco Enrique Sislema Pilamunga

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



marco.sislema@docentes.educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0002-3050-5432>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Marco Enrique Sislema Pilamunga es un docente ecuatoriano de Física Matemática, con una destacada trayectoria profesional en diversas unidades educativas tanto del sector público como privado en el Ecuador. Su experiencia pedagógica se ha enfocado en la enseñanza de las ciencias exactas, promoviendo el pensamiento lógico, crítico y analítico en los estudiantes de educación básica superior y bachillerato.

A lo largo de su carrera, ha demostrado un compromiso constante con la calidad educativa, integrando metodologías innovadoras y estrategias didácticas que facilitan la comprensión de contenidos complejos en áreas como matemática y física. Su práctica docente se caracteriza por el uso de recursos tecnológicos, el aprendizaje significativo y la contextualización de los conocimientos científicos en la vida cotidiana.

Cuenta con una sólida experiencia en el ámbito educativo, participando activamente en procesos académicos, planificación curricular y fortalecimiento de competencias en los estudiantes. Además, ha contribuido en espacios educativos donde se promueve la formación integral, ética y con valores, aportando al desarrollo de una educación inclusiva y de calidad.

Su vocación docente y su permanente interés por la actualización profesional le han permitido consolidarse como un educador comprometido con la transformación educativa y el desarrollo del pensamiento científico en las nuevas generaciones.

MSc. Wilson Chicaiza Inguillay

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



wilson.chicaizai@docentes.educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0002-7352-1264>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Wilson Chicaiza Inguillay es un docente e investigador ecuatoriano con amplia experiencia en la enseñanza de Matemática y Física a nivel de Bachillerato. Actualmente cursa la Maestría en Gestión Educativa con Mención en Organización, Dirección e Innovación de los Centros Educativos (Mgs.C) en la Universidad Estatal de Milagro, y posee el Máster Universitario en Didáctica

de las Matemáticas en Educación Secundaria y Bachillerato por la Universidad Internacional de La Rioja (España). Además, es Licenciado en Ciencias de la Educación, profesor de Ciencias Exactas por la Universidad Nacional de Chimborazo.

Con más de once años de experiencia docente, ha formado a generaciones de estudiantes en distintas instituciones educativas de la provincia de Chimborazo, promoviendo un aprendizaje significativo y el desarrollo del pensamiento lógico y científico. Su labor pedagógica se caracteriza por la implementación de metodologías activas, recursos tecnológicos y estrategias innovadoras que fomentan la comprensión y aplicación práctica de las ciencias exactas.

Desde su rol ha liderado proyectos de investigación y publicaciones académicas, entre ellas artículos científicos enfocados en el uso de la inteligencia artificial en la educación, el fortalecimiento de las competencias digitales y la promoción de una educación inclusiva y transformadora en el Ecuador. Su trabajo refleja un compromiso constante con la mejora de la calidad educativa y la formación integral de los estudiantes.

MSc. Karina Alexandra Vasquez Lituma
Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador

✉ karinaa.vasquez@docentes.educacion.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0009-0002-5001-4550>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Karina Alexandra Vásquez Lituma soy una destacada profesional ecuatoriana con sólida trayectoria en el ámbito educativo. Magíster en Educación y docente con más de diez años de experiencia en el magisterio, especializada en las áreas de Lengua y Literatura e inglés. Mi trayectoria profesional se ha desarrollado principalmente en el trabajo con niños y jóvenes, etapa en la que ha consolidado una práctica pedagógica basada en el respeto, la sensibilidad y el acompañamiento integral del estudiante.

Mi enfoque pedagógico se fundamenta en el aprendizaje significativo, el desarrollo del pensamiento crítico y la formación en valores, convencida de que la educación no solo transmite conocimientos, sino que transforma realidades y construye proyectos de vida. Promueve metodologías activas, inclusivas e innovadoras que fortalecen las habilidades comunicativas, cognitivas y socioemocionales.

Autora de un libro de Matemáticas y he publicado un artículo científico, aportando al ámbito académico desde la investigación y la producción intelectual. Mi labor se caracteriza por el compromiso, la ética profesional y la firme convicción de que educar es un acto de amor y responsabilidad social.

Creo profundamente que cada niño y joven es una historia en construcción y que el aula es el espacio donde los sueños comienzan a tomar forma. Mi labor refleja una firme convicción: la educación transforma vidas y abre caminos hacia un futuro más justo, humano y solidario. Por ello, continúo perfeccionando mi práctica profesional, guiada por valores de responsabilidad, respeto y servicio a la comunidad educativa.

Lic. Luis Herminio Cepeda Lema

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



luis.herminio@docentes.educacion.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0002-6503-6517>

Riobamba, Ecuador

Semblanza



Luis Herminio Cepeda Lema es un docente del Ministerio de Educación del Ecuador, con una trayectoria orientada al fortalecimiento de la calidad educativa y al desarrollo de prácticas pedagógicas innovadoras. Su labor profesional se caracteriza por el compromiso con la formación integral de los estudiantes, la mejora continua de los procesos educativos y la incorporación responsable de recursos tecnológicos en el ámbito escolar.

Desde su experiencia en el sistema educativo ecuatoriano, ha participado activamente en procesos formativos, planificación institucional y acompañamiento pedagógico, contribuyendo al desarrollo académico de diversas comunidades educativas. Su trabajo se distingue por una visión humanista y transformadora, orientada al logro de aprendizajes significativos y al fortalecimiento de capacidades en los distintos niveles de enseñanza.

Es autor de la obra “Matemática inclusiva e innovadora: del DUA a las tecnologías disruptivas”, en la cual aborda estrategias pedagógicas centradas en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y el uso de tecnologías emergentes como herramientas para promover una educación equitativa, accesible y adaptada a las necesidades diversas del estudiantado. Esta publicación refleja su compromiso con la innovación educativa y la generación de propuestas prácticas para el aula contemporánea.

Luis Herminio Cepeda Lema mantiene un interés permanente en la actualización profesional, la investigación educativa y el uso de herramientas digitales para potenciar el desempeño docente. Además, su registro en ORCID (0009-0002-5001-4550) refleja su compromiso con la producción académica y la transparencia en su labor investigativa. Reside en Riobamba, Ecuador, donde continúa desarrollando su labor educativa con ética, responsabilidad y vocación de servicio.

MSc. Alex Marcelo Moreta Chango

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador



moreta148@gmail.com



<https://orcid.org/0009-0008-5760-6245>

Píllaro, Ecuador

Semblanza



Alex Marcelo Moreta Chango, es un investigador y autor ecuatoriano, Magíster en matemática aplicada mención en matemática computacional por la universidad Nacional de Chimborazo. Su formación académica se complementa con la Licenciatura en Ciencias de la Educación profesor de ciencias exactas, por la Universidad Nacional de Chimborazo, así como en el tema político el título de presidente del Gad parroquial San Andrés del cantón Píllaro, lo que consolida su preparación en el ámbito pedagógico, tecnológico y político en el Ecuador.

Con una trayectoria de más de 7 años en el ámbito educativo en diferentes unidades educativas de la provincia de Chimborazo y la provincia de Pichincha ha consolidado un liderazgo y ha impulsado el uso de la tecnología para un mejor desempeño educativo de los estudiantes en donde se ve reflejado la gestión directiva, la innovación y la transformación. A ello se suma su experiencia política de 4 años, donde ha impulsado el desarrollo económico rural mediante convenios, ejecución de obras, trabajo social entre otras en la parroquia San Andrés.

Ha desarrollado proyectos y publicaciones como autor principal, publicó 2 artículos científicos, orientados al Aprendizaje basado en proyectos (ABP) y DUA como estrategia innovadora para fortalecer el pensamiento lógico-matemático y el razonamiento físico en estudiantes de Bachillerato y la Implementación de un modelo matemático de ecuaciones diferenciales para la simulación del movimiento de las ruedas de un robot con diferentes velocidades impuestas mediante MATLAB/Simulink, aportando significativamente al avance de la educación innovadora y transformadora en Ecuador.

Dedicatoria

A las y los docentes, investigadores y estudiantes que comprenden la física como una ciencia viva, dinámica y profundamente vinculada con los cambios tecnológicos que transforman la sociedad contemporánea. Este libro, *Física y transformación digital: Innovación, IA y metodologías activas*, está dedicado a quienes convierten el aprendizaje científico en una experiencia significativa, donde la curiosidad, el pensamiento crítico y la innovación se integran para construir nuevas formas de enseñar y aprender.

A quienes reconocen que la enseñanza de la física trasciende fórmulas y teorías para convertirse en una oportunidad de descubrir, experimentar y comprender el mundo desde una mirada analítica y creativa. A ustedes, que incorporan la inteligencia artificial, los recursos digitales y las metodologías activas como herramientas que potencian la participación, la investigación y la resolución de problemas reales; que promueven aulas colaborativas donde el conocimiento científico dialoga con la tecnología y con los desafíos del presente. Su labor inspira a formar generaciones capaces de transformar la realidad mediante la ciencia, la innovación y el uso ético de las tecnologías emergentes.

Agradecimiento

Se expresa un profundo agradecimiento a las y los docentes, investigadores y profesionales de la educación que, con compromiso y visión innovadora, impulsan prácticas pedagógicas donde la física, la tecnología y la transformación digital convergen para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este libro, Física y transformación digital: Innovación, IA y metodologías activas, surge del intercambio académico, de la reflexión colectiva y del interés por fortalecer una educación científica más participativa, actual y conectada con las demandas del siglo XXI.

Se reconoce especialmente a quienes integran inteligencia artificial, simuladores, laboratorios virtuales, recursos digitales y metodologías activas que favorecen el aprendizaje autónomo, el pensamiento científico y la construcción colaborativa del conocimiento. Su trabajo demuestra que la educación puede convertirse en un espacio donde la innovación tecnológica y la formación humana avanzan de manera conjunta, ampliando las posibilidades de comprender y transformar el entorno desde la ciencia.

De manera particular, se extiende el reconocimiento al equipo del CIIE – Centro de Investigación e Innovación Educativa, por su acompañamiento constante en la promoción de propuestas pedagógicas innovadoras y en el fortalecimiento de procesos investigativos orientados a la mejora de la educación científica y tecnológica. Asimismo, se agradece a Editorial SAGA por su compromiso con la difusión de obras académicas que contribuyen al desarrollo de una educación moderna, crítica y en permanente diálogo con los avances de la era digital.



El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es)

Todos los derechos reservados © 2026

Sinopsis

Este libro presenta una visión renovada de la enseñanza de la Física en entornos educativos atravesados por tecnologías digitales, inteligencia artificial y estrategias pedagógicas participativas. A lo largo de sus capítulos se articulan competencias científicas y digitales con ciudadanía responsable, pensamiento crítico, modelización y reflexión ética ante el uso de sistemas inteligentes en ciencias. Se describen experiencias con IA generativa como asistente conceptual, apoyo para resolución guiada de problemas, detección de errores y personalización del aprendizaje, favoreciendo trayectorias formativas flexibles. Los laboratorios virtuales y remotos amplían el acceso experimental mediante simuladores interactivos, experimentos híbridos, análisis de datos con hojas de cálculo y visualización gráfica avanzada que fortalece la interpretación científica. El aprendizaje basado en proyectos impulsa la creación de prototipos, la integración STEAM, la energía solar y la sostenibilidad, junto con presentaciones científicas digitales rigurosas. La gamificación y la cultura maker aportan retos físicos, robótica básica y evaluación por misiones que fortalecen motivación y autonomía. El texto propone secuencias didácticas inclusivas, microaprendizaje, aula invertida e innovación curricular con impacto institucional, ofreciendo una ruta coherente para transformar la práctica docente y potenciar experiencias significativas, colaborativas y orientadas a la resolución de problemas reales.

Palabras clave: física educativa; inteligencia artificial; metodologías activas; laboratorios virtuales; gamificación; innovación curricular

Synopsis

This book presents a renewed vision of Physics education shaped by digital technologies, artificial intelligence, and participatory pedagogical strategies. Across its chapters, scientific and digital competencies connect with responsible citizenship, critical thinking, modeling, and ethical reflection on intelligent systems in science. It describes experiences using generative AI as a conceptual assistant, support for guided problem solving, error detection, and personalized learning that fosters flexible learning pathways. Virtual and remote laboratories expand experimental access through interactive simulators, hybrid experiments, spreadsheet data analysis, and advanced graphical visualization that strengthens scientific interpretation. Project-based learning promotes prototype creation, STEAM integration, solar energy, sustainability, and rigorous digital scientific presentations. Gamification and maker culture bring physics challenges, basic robotics, and mission-based assessment that enhance motivation and autonomy. The text proposes inclusive learning sequences, microlearning, flipped classroom practices, and curricular innovation with institutional impact, offering a coherent route to transform teaching practice and foster meaningful, collaborative experiences oriented toward real-world problem solving.

Keywords: physics education; artificial intelligence; active methodologies; virtual laboratories; gamification; curricular innovation

Índice General

Sinopsis	xiii
Índice General	15
Introducción	17
Capítulo 1: La Física en la era digital	21
1.1.- Competencias científicas y digitales	25
1.2.- Ciudadanía científica	27
1.3.- Pensamiento crítico y modelización	30
1.4.- Ética en el uso de IA en ciencias	32
Capítulo 2: Inteligencia Artificial aplicada al aprendizaje de la Física	35
2.1.- IA generativa como asistente conceptual	38
2.2.- Resolución guiada de problemas	41
2.3.- Análisis de errores con IA	43
2.4.- Personalización del aprendizaje	46
Capítulo 3: Laboratorios virtuales y remotos	49
3.1.- Simuladores interactivos.....	52
3.2.- Experimentos híbridos	55
3.3.- Análisis de datos con hojas de cálculo.....	57
3.4.- Visualización gráfica avanzada.....	60
Capítulo 4: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en Física	63
4.1.- Diseño de prototipos	66
4.2.- Proyectos interdisciplinarios STEAM	69
4.3.- Energía solar y sostenibilidad	71
4.4.- Presentaciones científicas digitales	74

Capítulo 5: Gamificación y cultura maker	77
5.1.- Retos físicos gamificados	80
5.2.- Diseño de dispositivos simples.....	82
5.3.- Robótica básica aplicada a movimiento	85
5.4.- Evaluación por misiones y niveles	87
Capítulo 6: Innovación curricular en Física	91
6.1.- Secuencias didácticas inclusivas	94
6.2.- Microaprendizaje.....	97
6.3.- Aula invertida.....	99
6.4.- Impacto institucional de la innovación.....	102
Conclusiones	105
Referencias Bibliográficas	109

Introducción

La enseñanza de la Física atraviesa una transformación profunda impulsada por tecnologías digitales, inteligencia artificial y metodologías activas que reconfiguran las experiencias de aprendizaje dentro y fuera del aula. Durante décadas, la educación científica estuvo vinculada a prácticas centradas en la repetición mecánica y la transmisión vertical del conocimiento; sin embargo, las nuevas generaciones demandan dinámicas más interactivas, flexibles y conectadas con la vida cotidiana. En esta transición, Ruiz-Mori et al. (2023) reconocen que las competencias digitales forman parte de una alfabetización imprescindible para participar de manera crítica y reflexiva en la sociedad contemporánea.

La relación entre ciencia, tecnología y ciudadanía adquiere una relevancia particular cuando el aprendizaje deja de percibirse como una acumulación de contenidos y comienza a convertirse en una experiencia de interpretación del mundo. Rendón Gil y Angulo Armenta (2022) destacan que la ciudadanía digital implica prácticas responsables, éticas y colaborativas vinculadas con el acceso, análisis y producción de información. Desde esa mirada, la Física ya no permanece encerrada entre ecuaciones abstractas; se convierte en un puente capaz de conectar fenómenos naturales, pensamiento crítico y participación consciente dentro de sociedades cada vez más interconectadas.

A lo largo de los últimos años, las instituciones educativas han experimentado cambios acelerados relacionados con plataformas virtuales, laboratorios remotos y sistemas inteligentes de apoyo académico. Ese movimiento ha modificado las formas de enseñar ciencias y también las expectativas del estudiantado. Gamarra Rojas et al. (2025) consideran que la inteligencia artificial generativa abre posibilidades pedagógicas orientadas al acompañamiento personalizado, la retroalimentación inmediata y

la construcción colaborativa del conocimiento. Frente a esta realidad, surge una pregunta inevitable: ¿de qué manera la Física puede aprovechar estas herramientas sin perder profundidad científica ni sensibilidad humana?

El interés por responder esta interrogante nace de situaciones visibles en múltiples espacios educativos. Muchas aulas todavía presentan dificultades para despertar motivación, fomentar la experimentación y relacionar los contenidos científicos con problemas auténticos. Romo Pozo et al. (2025) muestran que los simuladores interactivos fortalecen competencias prácticas tanto en entornos virtuales como presenciales, ampliando oportunidades de aprendizaje experimental. Esa posibilidad resulta especialmente significativa cuando los recursos materiales son limitados y la curiosidad estudiantil necesita nuevos estímulos para mantenerse viva, activa y vinculada con la observación del entorno.

El libro encuentra su justificación académica en la necesidad de articular innovación pedagógica, desarrollo tecnológico y formación científica integral. Varona Klioukina y Engel (2024) sostienen que las tecnologías digitales favorecen procesos de personalización del aprendizaje que reconocen ritmos, intereses y trayectorias diversas. Desde esa perspectiva, este trabajo busca aportar herramientas conceptuales y metodológicas que permitan fortalecer experiencias inclusivas, participativas y emocionalmente significativas. La Física, entendida como una forma de interpretar la realidad, adquiere una dimensión cercana cuando dialoga con experiencias concretas y con preguntas nacidas de la curiosidad cotidiana.

También resulta necesario reflexionar sobre las implicaciones éticas vinculadas con el uso de sistemas inteligentes en educación. Paguay-Simbaña et al. (2024) advierten que la inteligencia artificial demanda criterios responsables relacionados con privacidad, transparencia y toma de decisiones pedagógicas. En medio de algoritmos capaces de procesar grandes cantidades de

información, la presencia docente conserva un valor profundamente humano. La mirada crítica, la sensibilidad frente al aprendizaje y la construcción de vínculos continúan siendo elementos esenciales para acompañar procesos educativos donde la tecnología funciona como herramienta y no como reemplazo de la experiencia pedagógica.

En este recorrido, las metodologías activas ocupan un lugar especialmente relevante. El aprendizaje basado en proyectos, la gamificación, el aula invertida y la cultura maker abren espacios donde la teoría científica se entrelaza con la creatividad y la resolución de problemas reales. Morales Gramal et al. (2025) destacan el valor de los enfoques STEAM para integrar conocimientos interdisciplinarios y fortalecer habilidades analíticas y colaborativas. La Física deja entonces de percibirse como un territorio distante; adquiere movimiento, textura y cercanía, parecida a una brújula que orienta la comprensión del mundo contemporáneo.

Las preguntas que acompañan este libro atraviesan diferentes dimensiones educativas: ¿qué transformaciones generan las tecnologías digitales en la enseñanza de la Física?, ¿qué papel cumple la inteligencia artificial dentro del aprendizaje científico?, ¿qué estrategias metodológicas favorecen mayor participación, autonomía y pensamiento crítico?, ¿qué condiciones permiten construir experiencias inclusivas y sostenibles? Estas inquietudes orientan el propósito general de la obra: analizar la relación entre innovación tecnológica, metodologías activas y formación científica, ofreciendo rutas pedagógicas aplicables en diversos escenarios educativos.

La estructura del libro responde a esa intención integradora. El primer capítulo aborda la Física en la era digital mediante competencias científicas, ciudadanía y ética tecnológica. El segundo desarrolla aplicaciones de inteligencia artificial orientadas al aprendizaje y resolución de problemas.

Posteriormente, los laboratorios virtuales y remotos permiten comprender nuevas posibilidades experimentales. Zúñiga González et al. (2025) resaltan la importancia de los proyectos interdisciplinarios vinculados con energías renovables y sostenibilidad, aspecto que atraviesa buena parte de las propuestas incluidas en esta obra.

Los capítulos posteriores profundizan en gamificación, cultura maker, microaprendizaje, innovación curricular y secuencias didácticas inclusivas. Carpena Arias y Esteve Mon (2022) reconocen que las metodologías activas fortalecen participación y motivación dentro de la educación superior, mientras Guerschberg y Gutierrez (2025) destacan el potencial del microaprendizaje para dinamizar experiencias formativas contemporáneas. Cada apartado fue concebido pensando en docentes, investigadores y estudiantes que buscan renovar la enseñanza de la Física desde una mirada humana, crítica y tecnológicamente consciente, donde aprender ciencias también pueda sentirse cercano, creativo y profundamente transformador.

CAPÍTULO 1



La Física en la era digital

En la era digital, la física ya no se escribe únicamente con tiza en un encerado. Se respira en cada pantalla, en cada simulación que permite observar lo invisible, casi como si el conocimiento pudiera palparse con la mirada. Este capítulo se despliega como un espacio de encuentro entre la rigurosidad científica y la sensibilidad humana, donde las competencias digitales actúan como un puente tendido sobre aguas movedizas. No se trata de acumular datos, sino de habitarlos con curiosidad y criterio, dejando que la incertidumbre también enseñe.

El lector descubrirá que la competencia científica se manifiesta en la capacidad de preguntar, de experimentar con una inquietud genuina que no admite respuestas apresuradas. Al integrarse con las herramientas digitales, ese proceso se expande como una onda que todo lo alcanza; cada clic se convierte en una oportunidad para rehacer el camino. Las simulaciones despiertan un asombro próximo a la experiencia directa, haciendo que la física se vuelva tangible, casi viva. Sin embargo, Ruiz-Mori et al. (2023) advierten que la brecha digital continúa marcando diferencias significativas en el acceso y desarrollo de habilidades tecnológicas, una sombra alargada sobre este paisaje de posibilidades.

Frente a esa desigualdad, la alfabetización digital adquiere un sentido más hondo: no basta con encender un dispositivo, se requiere interpretar, cuestionar y dar sentido a lo que aparece en la pantalla. Ruiz-Mori et al. (2023) destacan que las competencias digitales incluyen habilidades críticas para gestionar información en entornos tecnológicos, una brújula en medio de la abundancia. La información fluye sin pausa, y esa misma abundancia puede generar saturación, una tormenta leve que confunde. Entonces, la competencia científica se convierte en una guía paciente, evitando que el aprendizaje se diluya entre tantas voces.

La ciudadanía científica se presenta, en este recorrido, como una manera de habitar el conocimiento con responsabilidad colectiva. No se trata de una erudición distante, sino de sentir que

cada concepto dialoga con la vida cotidiana, como un rumor que viene de la calle. Rendón Gil y Angulo Armenta (2022) señalan que la ciudadanía digital se vincula con prácticas críticas que fortalecen la participación informada dentro de entornos tecnológicos, una afirmación que resuena con una calidez cercana. El conocimiento científico, entonces, deja de pertenecer a unos pocos; se abre en conversación, casi como un tejido que se teje entre muchas manos.

A esa apertura le sigue una exigencia ética que atraviesa cada interacción con la tecnología. Participar en la ciencia implica asumir la responsabilidad por lo que se difunde y por las decisiones que se tocan con los datos. Rendón Gil y Angulo Armenta (2022) destacan que el ejercicio de la ciudadanía digital requiere valores como el respeto y la colaboración, elementos esenciales para construir comunidades informadas. La física, en este marco, se vuelve una herramienta para leer el mundo, pero también un espejo donde se reflejan nuestras elecciones. La desinformación acecha, y la conciencia crítica actúa como un filtro silencioso.

En paralelo, el pensamiento crítico y la modelización se entrelazan como dos hilos que permiten dar forma a las intuiciones. Modelizar no es copiar la realidad, sino capturar su esencia, aceptando que toda representación deja algo fuera. Esa tensión invita a revisar, a ajustar, a sentir que el conocimiento siempre puede ser afinado. Chicaiza Pérez et al. (2025) sostienen que la modelización matemática favorece la reflexión analítica, permitiendo evaluar información y construir argumentos con mayor solidez. La tecnología, con sus gráficos interactivos, convierte lo abstracto en una experiencia casi sensorial.

Existe, en ese proceso, una dimensión emocional que no puede omitirse. La satisfacción de ver que un modelo funciona se alterna con la frustración cuando los resultados no encajan, y ambas sensaciones forman parte del aprendizaje auténtico. Chicaiza Pérez et al. (2025) añaden que la modelización contribuye al desarrollo de habilidades críticas, promoviendo una actitud activa frente al

conocimiento y sus aplicaciones. Quien aprende construye, prueba, modifica; deja de ser un receptor pasivo para convertirse en un explorador que se equivoca y vuelve a intentar. Esa autonomía genera una confianza que se filtra hacia otras áreas de la vida.

Ahora bien, el uso de la inteligencia artificial en ciencias introduce un matiz ético que no puede pasarse por alto. La capacidad de automatizar análisis despierta admiración, pero también una inquietud sutil: ¿dónde quedan los límites de lo delegable? Paguay-Simbaña et al. (2024) señalan que el uso responsable de la inteligencia artificial en educación implica considerar principios como la equidad, la transparencia y el respeto por la dignidad humana. Cada algoritmo, entrenado con datos específicos, puede ocultar sesgos o reproducir desigualdades si no se diseña con cuidado. La precisión técnica, entonces, necesita ir acompañada de responsabilidad moral.

La inteligencia artificial procesa números, pero no experimenta emociones ni comprende las implicaciones éticas profundas de sus resultados. Esa diferencia esencial recuerda que las decisiones finales deben mantenerse en manos humanas, donde el juicio crítico y la empatía siguen siendo irremplazables. Paguay-Simbaña et al. (2024) advierten que los sistemas pueden reproducir desigualdades si no se diseñan con criterios éticos claros, lo que refuerza la necesidad de una mirada vigilante. En el laboratorio de física digital, cada simulación representa una interpretación del mundo; si esa interpretación se construye sin cuidado, puede generar conclusiones engañosas. La ética actúa como un faro discreto pero firme.

Este capítulo, en su conjunto, no ofrece certezas absolutas, sino un camino lleno de matices y preguntas abiertas. Las competencias científicas y digitales, la ciudadanía crítica, la modelización y la ética de la inteligencia artificial configuran un paisaje donde la física se vive de otra manera: más interactiva, más conectada, más humana. No se trata de dominar la tecnología, sino

de habitar el conocimiento con sensibilidad, permitiendo que la razón y la emoción dialoguen en igualdad. Al cerrar esta introducción, el lector está ya en medio del viaje, con una brújula en la mano y la mirada puesta en el horizonte compartido.

1.1.- Competencias científicas y digitales

La física, en la era digital, se percibe distinta. Ya no se limita a fórmulas en un cuaderno; respira en pantallas, simulaciones y datos que fluyen sin pausa. Se siente casi como un cambio de atmósfera: más dinámico, más cercano, incluso un poco abrumador. En ese escenario, las competencias científicas y digitales adquieren un matiz humano, cercano a la experiencia cotidiana del aprendizaje.

Se entiende que la competencia científica implica mucho más que memorizar leyes. Involucra cuestionar, observar, experimentar con curiosidad genuina. Al integrarse con lo digital, ese proceso se amplía. El estudiante no queda quieto frente al conocimiento, sino que interactúa con él. Lo manipula, lo pone a prueba, lo reconstruye con cada clic, con cada intento fallido.

Las herramientas digitales introducen una nueva sensibilidad en el aprendizaje. Una simulación puede despertar asombro, casi como ver un fenómeno real en miniatura. Ese instante, donde lo abstracto se vuelve visible, deja huella. Y en ese momento, la física deja de ser distante; se vuelve tangible, cercana, casi palpable, como si pudiera tocarse.

Se reconoce que el desarrollo de estas competencias no ocurre de manera uniforme. Ruiz-Mori y colaboradores señalan que “la brecha digital continúa marcando diferencias significativas en el acceso y desarrollo de habilidades tecnológicas” (Ruiz-Mori et al., 2023). Esta afirmación resuena con cierta inquietud, pues evidencia que no todos parten desde el mismo lugar en esta transformación.

A pesar de ello, también se percibe una expansión del conocimiento. Las competencias digitales permiten acceder a información científica de forma inmediata. Ya no se depende de un único libro o una explicación aislada. El aprendizaje se abre, se multiplica, se diversifica. Se construye desde distintas voces, desde distintos enfoques, generando una experiencia más rica y compleja.

Figura 1

Integración de competencias científicas y herramientas digitales en el laboratorio de física



En este panorama, la alfabetización digital adquiere un sentido más profundo. No se trata únicamente de manejar dispositivos, sino de interpretar información, cuestionarla y darle sentido. Ruiz-Mori et al. (2023) destacan que las competencias digitales incluyen habilidades críticas para gestionar información en entornos tecnológicos, lo que transforma la manera en que se construye el conocimiento científico.

Se percibe también cierta tensión. La abundancia de información puede generar confusión, incluso saturación. Frente a múltiples datos, surge la necesidad de discernir, de elegir con criterio. Allí, la competencia científica se convierte en una guía, casi

como una brújula que orienta entre tantas posibilidades, evitando que el aprendizaje se diluya.

El rol del estudiante cambia. Ya no es un receptor pasivo, sino un participante activo. Experimenta, investiga, se equivoca y vuelve a intentar. Ese proceso, aunque a veces frustrante, fortalece la comprensión. Se siente más auténtico, más cercano a la práctica real de la ciencia, donde el error también enseña.

Desde la perspectiva educativa, se percibe un llamado a la adaptación. Las metodologías tradicionales ya no bastan. Se requiere integrar estrategias que combinen lo científico con lo digital, creando experiencias más significativas. Ruiz-Mori et al. (2023) indican que la producción científica en torno a estas competencias ha crecido, reflejando una preocupación global por su desarrollo y su impacto.

Al observar todo esto, se percibe una transformación que va más allá de lo académico. Las competencias científicas y digitales configuran una nueva forma de entender el mundo. No se trata únicamente de aprender física, sino de vivirla de otra manera: más interactiva, más conectada, más humana, incluso en medio de la tecnología.

1.2.- Ciudadanía científica

La ciudadanía científica se percibe como una forma de habitar el conocimiento con responsabilidad y sensibilidad. No se trata de acumular datos, sino de sentir que cada concepto de la física dialoga con la vida cotidiana. En la era digital, esa relación se vuelve más cercana; la información fluye rápido, casi como una corriente eléctrica que invita a participar, cuestionar y construir sentido compartido.

Se reconoce que participar en la ciencia implica una actitud activa frente a la información. La audiencia ya no permanece inmóvil, recibe, contrasta y reinterpreta. Esa dinámica despierta

curiosidad y, en ocasiones, cierta inquietud. Según Rendón Gil y Angulo Armenta (2022), la ciudadanía digital se vincula con prácticas críticas que fortalecen la participación informada dentro de entornos tecnológicos.

En ese tejido de interacciones, la física deja de ser una disciplina distante. Se vuelve una herramienta para leer el mundo, como una brújula que orienta entre datos, simulaciones y modelos. La ciudadanía científica implica comprender fenómenos, pero también reconocer su impacto social. Cada avance tecnológico trae consigo preguntas éticas que no pueden ignorarse.

Figura 2

Representación conceptual de la ciudadanía científica en un entorno urbano digital y colaborativo



La emoción aparece cuando se comprende que el conocimiento científico no pertenece a unos pocos. Se abre, se comparte, se transforma en conversación. En palabras de Rendón Gil y Angulo Armenta (2022), la alfabetización digital favorece una participación más equitativa, permitiendo que distintas voces se integren en la construcción del saber. Esa apertura genera una sensación de pertenencia.

A medida que crece la interacción con herramientas digitales, también se fortalece la capacidad de análisis. La ciudadanía científica invita a detenerse, observar con atención y cuestionar lo evidente. No todo dato es verdad absoluta. Esa conciencia crítica actúa como un filtro que protege frente a la desinformación, un problema cada vez más presente en entornos digitales.

Se percibe también una dimensión ética que atraviesa este concepto. Participar en la ciencia implica asumir responsabilidad por las decisiones que se toman y por la información que se difunde. Rendón Gil y Angulo Armenta (2022) señalan que el ejercicio de la ciudadanía digital requiere valores como el respeto y la colaboración, esenciales para construir comunidades informadas.

El aprendizaje adquiere un matiz más humano cuando se integra la ciudadanía científica. No se limita a fórmulas o teorías; se conecta con experiencias, con preguntas que nacen en la vida diaria. Esa cercanía transforma la percepción de la física, que deja de ser abstracta para convertirse en algo tangible, casi palpable en cada fenómeno observado.

Se siente, además, una invitación constante a participar en proyectos colectivos. La ciencia ciudadana abre puertas a colaboraciones donde personas de distintos ámbitos contribuyen con datos, observaciones y reflexiones. Esa participación fortalece el vínculo entre ciencia y sociedad, generando un sentido de propósito compartido que resulta profundamente motivador.

La tecnología actúa como puente en este proceso. Facilita el acceso a información, pero también exige responsabilidad en su uso. Rendón Gil y Angulo Armenta (2022) destacan que el desarrollo de competencias digitales permite una interacción más consciente con los contenidos científicos. Esa interacción no es pasiva; se convierte en diálogo permanente.

En conjunto, la ciudadanía científica se percibe como un camino en construcción, lleno de matices y aprendizajes. Invita a sentir la ciencia como parte de la vida, a cuestionar, a participar y a cuidar el conocimiento que se comparte. En medio de pantallas y datos, surge una oportunidad valiosa: conectar la razón con la sensibilidad y transformar la manera de comprender el mundo.

1.3.- Pensamiento crítico y modelización

El pensamiento crítico y la modelización se sienten como dos hilos que se entrelazan con delicadeza en la comprensión de la física. No basta con observar; se percibe la necesidad de interpretar, de cuestionar lo que parece evidente. En la era digital, esa experiencia se vuelve más intensa, casi como una conversación interna que no se detiene.

Cuando se habla de modelización, se piensa en representaciones que intentan capturar la esencia de un fenómeno. No son copias exactas, más bien funcionan como espejos que reflejan lo esencial. Esa construcción despierta una sensación de descubrimiento, donde cada variable incorporada parece dar un paso más hacia la comprensión profunda.

El pensamiento crítico aparece como una voz que acompaña ese proceso. Pregunta, duda, incomoda. Y en esa incomodidad se abre un espacio fértil para el aprendizaje. Según Chicaiza Pérez et al. (2025), la modelización matemática favorece la reflexión analítica, permitiendo evaluar información y construir argumentos con mayor solidez.

Se percibe entonces que modelizar no es un acto mecánico. Involucra decisiones, elecciones que requieren criterio. Cada modelo implica dejar fuera ciertos elementos, lo cual genera una tensión interesante. Esa tensión invita a pensar, a revisar, a aceptar que todo conocimiento tiene límites y que siempre puede ser afinado.

En ese recorrido, la tecnología actúa como aliada. Simulaciones, gráficos interactivos y entornos digitales permiten visualizar lo que antes parecía intangible. La experiencia se vuelve casi sensorial; se observa el movimiento, se perciben cambios, se anticipan comportamientos. Esa cercanía fortalece la conexión con los conceptos físicos.

El pensamiento crítico se nutre de esa interacción constante. No acepta respuestas inmediatas sin antes examinarlas. Chicaiza Pérez et al. (2025) destacan que este tipo de pensamiento implica analizar, interpretar y cuestionar, elementos que se potencian cuando se trabaja con modelos que requieren ajustes y validaciones continuas.

También se reconoce una dimensión emocional en este proceso. Existe cierta satisfacción al ver que un modelo funciona, que logra aproximarse a la realidad. Pero también aparece la frustración cuando no encaja, cuando los resultados no coinciden. Ambas sensaciones forman parte del aprendizaje, lo hacen más humano y cercano.

Desde la perspectiva de quien aprende, la modelización se siente como una herramienta que da voz a las ideas. Permite expresar lo que se piensa de manera estructurada, darle forma a intuiciones que, de otro modo, quedarían dispersas. Esa posibilidad genera confianza, una sensación de control sobre lo que se aprende.

Se percibe además que este enfoque fortalece la autonomía. La persona no depende únicamente de explicaciones externas; construye, prueba, modifica. Chicaiza Pérez et al. (2025) señalan que la modelización contribuye al desarrollo de habilidades críticas, promoviendo una actitud activa frente al conocimiento y sus aplicaciones.

En conjunto, pensamiento crítico y modelización dibujan un camino lleno de matices. No se trata de alcanzar certezas

absolutas, sino de transitar un proceso dinámico, lleno de preguntas y ajustes. En medio de pantallas y fórmulas, se construye una forma de entender la física que se siente viva, cercana y profundamente significativa.

Figura 3

Representación de la modelización física mediante entornos digitales y pensamiento analítico.



1.4.- Ética en el uso de IA en ciencias

La ética en el uso de la inteligencia artificial dentro de las ciencias se percibe como una presencia silenciosa que acompaña cada avance. No se limita a normas escritas; se siente como una conciencia que guía decisiones. En la física digital, donde los datos fluyen con rapidez, surge la necesidad de actuar con responsabilidad, cuidando cada paso dado.

El vínculo entre ciencia y tecnología se vuelve más íntimo cuando la inteligencia artificial participa en procesos de análisis y predicción. Esa cercanía despierta admiración, pero también cierta inquietud. La capacidad de automatizar decisiones invita a reflexionar sobre los límites, sobre aquello que no debería delegarse sin cuestionamiento previo.

Se reconoce que la ética no aparece como un complemento opcional. Forma parte del proceso mismo de construcción del conocimiento. Paguay-Simbaña et al. (2024) señalan que el uso responsable de la inteligencia artificial en educación implica considerar principios como la equidad, la transparencia y el respeto por la dignidad humana.

Desde la mirada de quien aprende, surge una sensación ambivalente. Por un lado, la tecnología facilita el acceso a información y acelera procesos. Por otro, aparece la duda sobre la veracidad de los resultados generados. Esa tensión invita a desarrollar una actitud vigilante, atenta a posibles sesgos o interpretaciones erróneas.

La inteligencia artificial, en su aparente objetividad, puede ocultar decisiones humanas. Algoritmos entrenados con datos específicos reflejan realidades parciales. Paguay-Simbaña et al. (2024) advierten que los sistemas pueden reproducir desigualdades si no se diseñan con criterios éticos claros, lo que refuerza la necesidad de una mirada crítica constante.

En el ámbito de la física, donde los modelos y simulaciones ocupan un lugar central, la ética adquiere un matiz especial. Cada simulación representa una interpretación del mundo. Si esa representación se construye sin cuidado, puede generar conclusiones engañosas. La precisión técnica necesita ir acompañada de responsabilidad moral.

También se percibe una dimensión humana que no puede desplazarse. La inteligencia artificial procesa datos, pero no experimenta emociones ni comprende implicaciones éticas profundas. Esa diferencia recuerda que las decisiones finales deben mantenerse en manos humanas, donde la empatía y el juicio ético siguen teniendo un valor irremplazable.

El uso de inteligencia artificial en entornos educativos transforma la experiencia de aprendizaje. Sin embargo, no todo avance garantiza una mejora real. Paguay-Simbaña et al. (2024) destacan que es necesario evaluar el impacto de estas herramientas, considerando tanto sus beneficios como los posibles riesgos asociados a su implementación.

Figura 4

Representación alegórica de la ética y la transparencia en la integración de la inteligencia artificial dentro de la investigación científica experimental



Se genera también una invitación a construir una cultura ética compartida. No se trata de imponer reglas rígidas, sino de fomentar una conciencia colectiva que valore el uso responsable de la tecnología. Esa construcción se alimenta del diálogo, de la reflexión conjunta y de la disposición a cuestionar prácticas establecidas.

En medio de algoritmos y datos, la ética actúa como un faro discreto pero firme. Orienta, advierte, acompaña. La física en la era digital encuentra en ella un equilibrio necesario, una forma de avanzar sin perder de vista lo esencial: el respeto por las personas, por el conocimiento y por el impacto que cada decisión puede generar en el mundo.

CAPÍTULO 2



**Inteligencia Artificial aplicada al
aprendizaje de la Física**

Este capítulo transita por los senderos donde la inteligencia artificial se vuelve compañera silenciosa del aprendizaje de la física. No se trata de una presencia invasora, sino de una voz que acompaña sin imponerse, que ofrece pistas cuando la duda nubla la comprensión. Cada concepto abstracto comienza a respirar con una textura más cercana, casi familiar. El estudiante deja de sentirse frente a un muro infranqueable y percibe, en cambio, un diálogo fluido donde las preguntas encuentran eco.

La inteligencia artificial generativa actúa entonces como un asistente conceptual que reformula, reorganiza y tiende puentes entre ideas dispersas. Gamarra Rojas et al. (2025) señalan que estas herramientas redefinen la relación entre docente y estudiante, promoviendo una interacción más activa y personalizada. No se delega el pensamiento, sino que se amplifica la capacidad de explorar. Cada explicación alternativa abre una ventana distinta, y el error, en lugar de cerrar el camino, se convierte en una invitación a girar la mirada.

Aprender física, en este marco, se parece cada vez menos a memorizar fórmulas y más a recorrer un paisaje que se ilumina paso a paso. La resolución guiada de problemas introduce una orientación constante, una suerte de faro que ilumina sin recorrer la senda por completo. Parra (2026) destaca que las estrategias didácticas orientadas fortalecen el razonamiento, permitiendo que el estudiante comprenda el proceso más allá del resultado. La confianza crece cuando cada intento, incluso fallido, aporta una nueva perspectiva.

En ese trayecto acompañado, la inteligencia artificial no entrega respuestas definitivas, sino que propone caminos para encontrarlas. Se percibe una mezcla de curiosidad y calma, porque la incertidumbre deja de ser paralizante. El aprendizaje adquiere un ritmo natural, donde las pausas y los avances se alternan sin rigidez. Cada problema resuelto no es un punto de llegada, sino una

estación que invita a seguir explorando. La física se vuelve más habitable, más respirable.

El análisis de errores con inteligencia artificial introduce una perspectiva profundamente humana sobre la equivocación. Macías Borrego (2025) plantea que el error constituye una evidencia del proceso cognitivo y no únicamente una falla. Lejos de señalar con dedo acusador, esta mirada convierte cada tropiezo en una huella que revela el pensamiento en acción. Se aprende a mirar los errores sin temor, casi con curiosidad, como quien descubre pistas en un libro abierto.

Los algoritmos detectan patrones recurrentes, clasifican dificultades conceptuales o procedimentales, y devuelven una retroalimentación que se siente cercana. No se trata de una corrección fría, sino de un diálogo silencioso que invita a revisar, ajustar y reconstruir. Según Macías Borrego (2025), el análisis contemporáneo integra múltiples dimensiones del error, ampliando la comprensión más allá de la simple corrección superficial. La frustración se disuelve y aparece, en su lugar, una disposición abierta a intentar de nuevo.

La personalización del aprendizaje, mediada por inteligencia artificial, transforma la experiencia educativa en un recorrido que se adapta al ritmo de cada persona. Varona Klioukina y Engel (2024) destacan que la personalización mediada por tecnologías digitales atiende la diversidad de ritmos y estilos presentes en el aula. Ya no se avanza en fila uniforme, sino que cada estudiante transita por un sendero con textura propia. La física deja de ser un territorio lejano y se vuelve un espacio íntimo, donde cada paso tiene sentido.

Los contenidos se presentan de maneras diversas: simulaciones, problemas adaptativos, explicaciones graduales. Cada recurso parece buscar un lenguaje que resuene en quien aprende. Varona Klioukina y Engel (2024) señalan que estas

prácticas permiten generar experiencias más flexibles y centradas en el estudiante. Se percibe una retroalimentación constante, casi como una conversación que reconoce avances y también respeta las pausas. El tiempo de aprendizaje se vuelve flexible, nunca aprisionado.

Esta personalización no aísla ni fragmenta el saber; al contrario, construye una relación más auténtica con el conocimiento. El estudiante asume un papel activo, se reconoce en sus decisiones y en sus ritmos. La ansiedad que suele acompañar a materias complejas se reduce, reemplazada por una sensación de acompañamiento invisible pero firme. La tecnología, en ese equilibrio, se vuelve discreta. No protagoniza, sino que sostiene desde un segundo plano, con una presencia que orienta sin invadir.

Cierra así esta introducción un arco que comenzó con el asombro y se detiene en la confianza constructiva. La inteligencia artificial, cuando se integra con sensibilidad didáctica, no mecaniza el aprendizaje: lo humaniza desde otros ángulos. Gamarra Rojas et al. (2025) advierten que el equilibrio entre apoyo tecnológico y pensamiento independiente resulta fundamental para un aprendizaje auténtico. Cada interacción con estas herramientas deja una huella que transforma la manera de aprender física, acercándola a la experiencia cotidiana. El capítulo que sigue transita, precisamente, por esas huellas.

2.1.- IA generativa como asistente conceptual

La inteligencia artificial generativa se percibe como una presencia cercana, casi como una voz que acompaña el proceso de aprender física. No reemplaza la experiencia humana; más bien la amplifica, la envuelve con nuevas posibilidades. En medio de conceptos abstractos, aparece como un puente que acerca ideas complejas y las vuelve más accesibles.

En el aula, su papel como asistente conceptual transforma la dinámica tradicional. Se siente una especie de diálogo constante, donde las preguntas encuentran respuestas inmediatas, pero también nuevas interrogantes. Esa interacción genera una sensación de movimiento continuo, como si el aprendizaje respirara y se adaptara a cada inquietud.

La física, con su lenguaje matemático y sus modelos, puede resultar distante en ciertos momentos. Sin embargo, la inteligencia artificial generativa interviene como un traductor sensible. Reformula, reorganiza, ofrece ejemplos. Según Gamarra Rojas et al. (2025), estas herramientas redefinen la relación entre docente y estudiante, promoviendo una interacción más activa y personalizada.

Desde la mirada de quien aprende, aparece una mezcla de asombro y curiosidad. La posibilidad de recibir explicaciones alternativas, de ver un concepto desde distintos ángulos, genera una experiencia más rica. No se trata de memorizar, sino de comprender, de conectar ideas que antes parecían aisladas.

El acompañamiento de la inteligencia artificial también invita a experimentar. Se pueden plantear hipótesis, modificar condiciones, observar resultados. Esa libertad despierta una sensación de exploración constante, donde el error deja de ser un obstáculo y se convierte en parte del camino hacia el entendimiento.

En ese proceso, el rol docente no desaparece; se transforma. Se percibe una guía más estratégica, orientada a facilitar experiencias significativas. Gamarra Rojas et al. (2025) destacan que la inteligencia artificial generativa actúa como un apoyo pedagógico que fortalece la mediación educativa, enriqueciendo la interacción en el aula.

Figura 5

IA generativa como asistente en la visualización de conceptos de física



También se reconoce que esta herramienta no entrega respuestas definitivas. Invita a cuestionar, a contrastar, a pensar. Esa característica fortalece el pensamiento crítico, ya que no todo lo generado debe aceptarse sin revisión. Se abre un espacio para el análisis, para la construcción consciente del conocimiento.

El aprendizaje de la física adquiere entonces un matiz más dinámico. Las simulaciones, las explicaciones adaptadas y las representaciones visuales generan una experiencia casi tangible. Se siente como si los conceptos cobraran vida, como si pudieran tocarse a través de la pantalla.

Sin embargo, también surge la necesidad de un uso responsable. La dependencia excesiva podría limitar la autonomía si no se gestiona con cuidado. Gamarra Rojas et al. (2025) advierten que el equilibrio entre apoyo tecnológico y pensamiento independiente resulta fundamental para un aprendizaje auténtico.

En conjunto, la inteligencia artificial generativa como asistente conceptual abre un camino lleno de matices. Acompaña,

orienta, desafía. En cada interacción, deja una huella que transforma la manera de aprender física, acercándola a la experiencia cotidiana y convirtiéndola en un proceso más humano, más cercano y profundamente significativo.

2.2.- Resolución guiada de problemas

La resolución guiada de problemas en física se percibe como un camino acompañado, donde cada paso encuentra una orientación que reduce la incertidumbre. No se trata de entregar respuestas inmediatas, sino de construir un recorrido que permita comprender el sentido de cada operación. En ese trayecto, se siente una mezcla de curiosidad y confianza que impulsa a continuar.

Cuando la inteligencia artificial interviene en este proceso, se genera una interacción cercana, casi como una tutoría constante. Las dudas no permanecen en silencio; encuentran respuesta, se transforman, se enriquecen. Esa presencia acompaña sin imponer, ofreciendo pistas que invitan a pensar y reorganizar ideas con mayor claridad.

El aprendizaje se vuelve más significativo cuando los problemas dejan de ser barreras y se convierten en oportunidades. Cada ejercicio representa una historia por descifrar, un pequeño reto que despierta interés. Parra (2026) destaca que las

estrategias didácticas orientadas fortalecen el razonamiento, permitiendo que el estudiante comprenda el proceso más allá del resultado.

Se percibe entonces que la guía no limita la autonomía. Al contrario, la fortalece. Cada indicación actúa como un faro que ilumina el camino sin recorrerlo por completo. Esa distancia permite que quien aprende tome decisiones, experimente y descubra, generando una sensación de logro que resulta profundamente motivadora.

Figura 6

Entorno de aprendizaje híbrido para la resolución de problemas de física mediante asistencia holográfica e inteligencia artificial



En la física, donde las variables se entrelazan y los conceptos pueden parecer abstractos, esta orientación adquiere un valor especial. Se organizan ideas, se identifican relaciones, se avanza con mayor seguridad. La complejidad no desaparece, pero se vuelve más manejable, más cercana, casi familiar.

También se reconoce una dimensión emocional en este proceso. Resolver un problema guiado genera tranquilidad, disminuye la frustración inicial. Poco a poco, esa calma se transforma en confianza. Parra (2026) señala que el acompañamiento adecuado favorece la comprensión, promoviendo un aprendizaje más sólido y duradero.

La interacción con herramientas digitales añade una capa adicional de dinamismo. Se reciben retroalimentaciones inmediatas, se corrigen errores en el momento, se ajustan procedimientos. Esa inmediatez crea un ritmo constante, donde el aprendizaje no se detiene y cada intento aporta una nueva perspectiva.

A medida que se avanza, se percibe un cambio en la manera de enfrentar los problemas. Ya no se ven como obstáculos, sino como espacios de exploración. La guía inicial deja huellas que permiten actuar con mayor independencia en situaciones futuras. Se construye una especie de memoria del proceso.

El papel del docente también se transforma en este escenario. Se convierte en un mediador que diseña experiencias, que orienta con intención. Parra (2026) resalta la importancia de estrategias que promuevan la comprensión profunda, integrando el acompañamiento con la reflexión activa del estudiante.

En conjunto, la resolución guiada de problemas se presenta como una experiencia que equilibra apoyo y autonomía. Invita a avanzar con seguridad, a equivocarse sin temor y a aprender desde el proceso. En cada paso, se construye una relación más cercana con la física, donde el conocimiento se siente accesible y lleno de sentido.

2.3.- Análisis de errores con IA

El análisis de errores con inteligencia artificial transforma la experiencia de aprender Física en un proceso más cercano y reflexivo. Se percibe como un espejo que no juzga, sino que devuelve señales sobre lo que necesita atención. En ese diálogo silencioso entre estudiante y sistema, cada equivocación deja de ser un tropiezo y se convierte en una pista valiosa para avanzar.

En este enfoque, el error se interpreta como una huella del pensamiento. La inteligencia artificial identifica patrones que muchas veces pasan inadvertidos, revelando caminos internos del razonamiento. Tal como plantea Macías Borrego, “el error constituye una evidencia del proceso cognitivo y no únicamente una falla” (Macías Borrego, 2025). Esta mirada resignifica el aprendizaje, volviéndolo más humano.

Figura 7

Representación del análisis de errores en experimentos de física mediante algoritmos de inteligencia artificial



A través de algoritmos adaptativos, se detectan fallos recurrentes en la resolución de problemas físicos. No se trata únicamente de marcar respuestas incorrectas, sino de comprender el porqué. Se siente como si alguien acompañara el proceso desde dentro, reconociendo dudas, vacilaciones y decisiones apresuradas, aportando claridad donde antes había confusión difusa.

El análisis automatizado permite clasificar errores conceptuales, procedimentales o de interpretación. Cada categoría abre una puerta distinta. Algunas revelan vacíos en conceptos fundamentales; otras, dificultades al aplicar fórmulas. Según Macías Borrego (2025), el análisis contemporáneo integra múltiples dimensiones del error, ampliando la comprensión más allá de la simple corrección superficial.

Se genera una retroalimentación que se siente cercana, casi conversada. No impone, orienta. Presenta alternativas, reformula preguntas, invita a pensar otra vez. Ese acompañamiento constante reduce la frustración y construye confianza. La Física deja de parecer un terreno rígido y se vuelve más accesible, más respirable, más conectada con la experiencia personal.

La inteligencia artificial también permite anticipar errores futuros a partir de patrones previos. Esta capacidad preventiva actúa como una guía silenciosa. Se percibe como una luz tenue antes de tropezar, una advertencia suave que ayuda a redirigir el pensamiento. En palabras de Macías Borrego (2025), el análisis evoluciona hacia una dimensión predictiva que fortalece el aprendizaje.

En el aula, esta herramienta redefine la relación con el error. Se diluye el miedo a equivocarse y aparece una disposición más abierta a intentar. El error deja de cargar peso emocional negativo. En su lugar, se percibe como una oportunidad de reconstrucción. Esa transformación emocional resulta tan importante como el avance conceptual.

Desde la perspectiva del estudiante, el proceso se vuelve más íntimo. Se siente comprendido, acompañado, incluso cuando no hay intervención directa del docente. La inteligencia artificial ofrece una especie de diálogo interno guiado. Cada corrección parece una conversación que invita a revisar, ajustar y volver a intentar sin presión excesiva.

El docente, por su parte, recibe información más rica y detallada. Ya no observa únicamente resultados, sino trayectorias de pensamiento. Esto permite intervenir con mayor precisión y empatía. Como señala Macías Borrego (2025), el análisis de errores adquiere un carácter más integral, favoreciendo decisiones pedagógicas más conscientes y ajustadas.

En conjunto, el análisis de errores con inteligencia artificial no mecaniza el aprendizaje; lo humaniza desde otro ángulo. Se construye un espacio donde equivocarse no hiere, sino que enseña. Se aprende a mirar el error sin temor, a escucharlo. Y en ese ejercicio, casi imperceptible, se fortalece una relación más auténtica con el conocimiento.

2.4.- Personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje en Física mediada por inteligencia artificial transforma la experiencia educativa en un recorrido más cercano y significativo. Se percibe como un camino que se adapta al ritmo de cada persona, como si el conocimiento ajustara su paso. El estudiante deja de sentirse parte de un grupo uniforme y comienza a reconocerse dentro de su propio proceso.

En este enfoque, cada interacción cuenta. La inteligencia artificial recoge señales, pequeños rastros de comprensión o duda, y los convierte en decisiones pedagógicas. No se trata de imponer rutas rígidas, sino de acompañar trayectorias diversas. Varona Klioukina y Engel (2024) destacan que la personalización mediada por tecnologías digitales atiende la diversidad de ritmos y estilos presentes en el aula.

Se construyen experiencias que responden a necesidades específicas. Un estudiante que duda en ciertos conceptos recibe apoyo distinto a quien avanza con fluidez. Esa diferencia se siente como un gesto de cuidado. El aprendizaje deja de ser una carrera uniforme y se transforma en un recorrido más íntimo, donde cada paso tiene sentido propio.

La Física, a menudo percibida como distante, adquiere una textura más cercana. Los contenidos se presentan de maneras diversas: simulaciones, problemas adaptativos, explicaciones graduales. Cada recurso parece hablar un lenguaje distinto, buscando conectar. Según Varona Klioukina y Engel (2024), estas prácticas permiten generar experiencias más flexibles y centradas en el estudiante.

Se percibe una retroalimentación constante, casi como una conversación silenciosa. No se limita a señalar errores, también reconoce avances y refuerza logros. Esa interacción continua genera

confianza. El estudiante siente que progresa, que cada intento tiene valor, incluso cuando aparecen dudas o tropiezos en el camino.

La inteligencia artificial también reorganiza el tiempo de aprendizaje. Algunos conceptos requieren más pausa, otros fluyen con rapidez. Esta flexibilidad evita la frustración de quedarse atrás o la monotonía de avanzar sin reto. Varona Klioukina y Engel (2024) señalan que la personalización implica ajustar tiempos, recursos y niveles de dificultad de manera dinámica.

Desde la perspectiva emocional, el impacto es profundo. Se reduce la ansiedad que suele acompañar a materias complejas. Aparece una sensación de acompañamiento constante, como una presencia que orienta sin invadir. El aprendizaje se vuelve más amable, más humano, menos rígido en sus formas y expectativas.

El rol docente también se transforma. Se dispone de información detallada sobre el progreso individual, lo que permite intervenir con mayor sensibilidad. La enseñanza se vuelve más consciente, más conectada con las necesidades reales. En palabras de Varona Klioukina y Engel (2024), las tecnologías digitales amplían las posibilidades de atención diferenciada en el aula.

En este escenario, el estudiante asume un papel más activo. Se reconoce en sus decisiones, en sus avances, en sus pausas. No se limita a recibir información; participa en la construcción de su aprendizaje. Esa participación fortalece la motivación y genera una relación más profunda con el conocimiento científico.

La personalización del aprendizaje en Física, mediada por inteligencia artificial, construye un espacio donde cada experiencia importa. Se percibe una educación que escucha, que se adapta, que acompaña. Y en ese equilibrio entre tecnología y sensibilidad humana, se abre una forma distinta de aprender, más cercana, más auténtica, más conectada con quien aprende.

Figura 8

Estudiantes de física utilizando dispositivos digitales para el aprendizaje personalizado



CAPÍTULO 3



Laboratorios virtuales y remotos

Este capítulo se adentra en los espacios donde la física se vuelve visible, moldeable, casi palpable a través de las pantallas. Los simuladores interactivos abren la primera puerta, y al cruzarla se percibe una libertad inusual: cada variable se ajusta con un clic, cada error se borra sin consecuencias materiales. La experiencia deja de ser una observación distante para convertirse en una exploración activa, donde la curiosidad encuentra un terreno fértil y sin riesgos.

Frente a estas herramientas, los fenómenos físicos adquieren una textura dinámica que invita a quedarse. Una gráfica que se transforma en tiempo real, una trayectoria que responde a cada modificación, generan una conexión inmediata con el conocimiento. Romo Pozo et al. (2025) señalan que los simuladores fortalecen competencias prácticas al ofrecer espacios donde se experimenta sin riesgo, lo que incrementa la confianza del estudiante frente a problemas complejos. La física deja de intimidar.

No se trata, sin embargo, de un viaje en soledad. Los experimentos híbridos tienden un puente entre lo tangible y lo virtual, combinando la calidez de los objetos reales con la precisión de los datos digitales. Un sensor conectado a una interfaz traduce movimientos físicos en gráficos comprensibles, generando una sensación de continuidad. Chimbo Guzmán et al. (2025) destacan que estos entornos permiten integrar recursos tecnológicos que fortalecen la experimentación incluso cuando las condiciones presenciales son limitadas.

Esa integración produce una experiencia educativa más fluida, donde las fronteras entre laboratorio y simulación se difuminan. Las manos se mueven entre materiales concretos mientras la mirada interpreta representaciones digitales que amplían la comprensión. Se percibe una especie de danza coordinada entre dos mundos que, lejos de competir, se complementan con naturalidad. El aprendizaje se vuelve más rico,

más envolvente, más cercano a la complejidad real del conocimiento científico.

En ese entramado, las hojas de cálculo emergen (sin emerger, se incorporan) como aliadas silenciosas, herramientas que organizan el caos de los datos en columnas ordenadas y gráficos reveladores. Los números dejan de ser fríos; cada celda contiene una pequeña evidencia, un rastro del fenómeno estudiado. Aguilera Machado (2024) señala que estas herramientas permiten procesar información estadística de manera eficiente y estructurada, lo que favorece una comprensión más clara de los fenómenos analizados.

A través de las hojas de cálculo, se desarrolla una relación más íntima con la información. Se ajustan fórmulas, se comparan columnas, se detectan tendencias ocultas. Esa interacción, lejos de resultar mecánica, despierta una especie de diálogo interno donde cada operación se convierte en una pequeña decisión crítica. El error deja de ser un tropiezo y se transforma en una oportunidad visible, una señal que orienta el camino hacia la comprensión.

La visualización gráfica avanzada añade una capa adicional de profundidad. Las gráficas tridimensionales, las simulaciones interactivas, los mapas de color, todo ello convierte los datos abstractos en paisajes que se pueden recorrer con la mirada. Santoyo Mercado, Casillas López y Olivares Gallo (2022) afirman que la visualización apoyada en tecnologías digitales favorece la comprensión mediante representaciones más cercanas a la experiencia del usuario, fortaleciendo el vínculo con el contenido.

Cada variable modificada genera un cambio visible, una línea que se curva, una superficie que se deforma. Esa inmediatez visual produce una sensación de control y descubrimiento simultáneo. No se trata de memorizar propiedades, sino de observarlas en acción, de notar cómo pequeñas modificaciones provocan ondas en el comportamiento del sistema. La física se

vuelve una narrativa visual, una historia que se cuenta con formas y colores.

En los laboratorios remotos, donde el acceso a equipamiento físico es limitado, estas herramientas adquieren un valor especial. Se convierten en ventanas abiertas a fenómenos que, de otro modo, permanecerían inaccesibles. La mediación tecnológica no se siente como una barrera, sino como un amplificador de posibilidades. Santoyo Mercado et al. (2022) destacan que el uso de recursos visuales permite una interacción más significativa con la información, ampliando las rutas hacia la comprensión.

Cierra así este capítulo un recorrido que comenzó en la manipulación directa de simuladores y se extiende hasta la interpretación visual de datos complejos. Los simuladores, los experimentos híbridos, las hojas de cálculo y las visualizaciones avanzadas no son islas separadas, sino territorios conectados por un mismo propósito: hacer de la física una experiencia más cercana, más viva. En cada interacción, en cada ajuste, se construye una relación más auténtica con el conocimiento científico.

3.1.- Simuladores interactivos

La incorporación de simuladores interactivos en la enseñanza de la Física transforma la experiencia de aprendizaje en una vivencia más cercana, casi tangible. Frente a una pantalla, se despierta una curiosidad silenciosa que crece con cada variable ajustada. No se trata de observar pasivamente, sino de intervenir, equivocarse y volver a intentar con una sensación de control que motiva.

En estos entornos digitales, los fenómenos físicos dejan de ser abstracciones lejanas. Se vuelven dinámicos, moldeables, casi palpables. Una gráfica que cambia en tiempo real o un experimento que responde al instante genera una conexión emocional

inesperada. La Física deja de intimidar y empieza a dialogar con quien aprende, en un lenguaje visual y accesible.

Figura 9

Simulador interactivo de física en un entorno de aprendizaje digital de alta tecnología



La interacción constante permite construir conocimiento desde la experiencia directa. Cada acción provoca una reacción visible, y ese ciclo inmediato refuerza la comprensión. De acuerdo con Romo Pozo et al. (2025), los simuladores fortalecen competencias prácticas al ofrecer espacios donde se experimenta sin riesgo, lo que incrementa la confianza del estudiante frente a problemas complejos.

Además, se percibe una libertad distinta. No existen límites físicos como en un laboratorio tradicional; el error no implica pérdida de materiales ni tiempo irrecuperable. Esa sensación de seguridad fomenta la exploración espontánea. En palabras de Romo Pozo et al. (2025), estos entornos “favorecen la repetición de procesos hasta alcanzar una comprensión significativa” (p. 416).

El ritmo de aprendizaje también adquiere un matiz más humano. Cada persona avanza a su propio compás, deteniéndose donde lo necesita y acelerando cuando se siente segura. Esa

flexibilidad rompe con la rigidez habitual del aula y genera una experiencia más cercana, casi íntima, donde el conocimiento se construye paso a paso, sin presión externa.

Se percibe también un cambio en la forma de enfrentar los errores. Lejos de ser obstáculos, se convierten en oportunidades visibles. Al modificar un parámetro y observar un resultado inesperado, surge una reflexión inmediata. Ese pequeño instante de sorpresa activa procesos cognitivos profundos que difícilmente se logran con métodos tradicionales.

En entornos virtuales y remotos, los simuladores actúan como puentes. Conectan teoría y práctica sin importar la distancia física. Romo Pozo et al. (2025) destacan que su implementación “permite integrar habilidades experimentales en escenarios donde el acceso a laboratorios es limitado” (p. 414), ampliando las posibilidades educativas en diversos escenarios.

La dimensión visual juega un papel determinante. Colores, movimientos y representaciones gráficas generan una experiencia multisensorial que facilita la comprensión. No se trata únicamente de ver, sino de interpretar, anticipar y ajustar. Esa interacción constante crea una narrativa propia, donde cada estudiante construye significado desde su experiencia personal.

También se fortalece la autonomía. La posibilidad de experimentar sin supervisión constante impulsa la toma de decisiones y el pensamiento crítico. Cada elección dentro del simulador tiene consecuencias visibles, lo que refuerza la responsabilidad sobre el propio aprendizaje. Se forma una relación más activa con el conocimiento, lejos de la memorización mecánica.

En conjunto, los simuladores interactivos redefinen la enseñanza de la Física al aportar cercanía, dinamismo y profundidad emocional. No reemplazan la experiencia real, pero la

complementan con una riqueza difícil de ignorar. En ese espacio digital, el aprendizaje se siente más vivo, más propio, como si cada descubrimiento tuviera un matiz personal que deja huella.

3.2.- Experimentos híbridos

Para seguir el formato de las normas APA (7.^a edición), una figura debe incluir un número, un título descriptivo en cursiva y, opcionalmente, una nota explicativa.

Figura 10

Entorno de laboratorio para experimentos híbridos mediante integración de IA y sistemas físicos



Los experimentos híbridos abren una puerta distinta en la enseñanza de la Física, una donde lo físico y lo digital se entrelazan con naturalidad. Frente a una mesa de trabajo o desde una pantalla, se percibe una continuidad que rompe barreras. La experiencia no se divide, se expande. Y en ese espacio compartido, aprender adquiere un tono más cercano, más flexible.

En esta modalidad, el laboratorio deja de estar limitado por paredes. Se combina la manipulación directa de materiales con simulaciones que amplían la mirada. Un sensor conectado a un

dispositivo digital puede traducir datos en tiempo real, generando una sensación de precisión que despierta interés. La experiencia se vuelve más rica, más envolvente, más significativa.

Se percibe también una transición suave entre lo tangible y lo virtual. Las manos interactúan con objetos reales mientras la mente procesa representaciones digitales que complementan la comprensión. Según Chimbo Guzmán et al. (2025), estos entornos permiten integrar recursos tecnológicos que fortalecen la experimentación incluso cuando las condiciones presenciales son limitadas, ampliando las posibilidades formativas.

El aprendizaje adquiere una textura distinta. No se trata de elegir entre laboratorio físico o virtual, sino de tejer ambos en una misma experiencia. Esa combinación genera una sensación de continuidad, como si cada elemento aportara una pieza al rompecabezas del conocimiento. El estudiante se convierte en un puente entre dos mundos que dialogan constantemente.

Además, se percibe una mayor adaptabilidad. Los experimentos pueden iniciarse en casa, continuar en un laboratorio físico y analizarse nuevamente en un entorno digital. Esa flexibilidad acompaña diferentes ritmos de aprendizaje y crea una experiencia más humana. Chimbo Guzmán et al. (2025) destacan que esta integración favorece la comprensión experimental mediante recursos accesibles y dinámicos.

La emoción también encuentra un lugar en estos espacios híbridos. Ajustar un dispositivo real y ver sus efectos reflejados en una gráfica digital genera una conexión inmediata. No es una experiencia fría. Hay sorpresa, curiosidad, incluso cierta satisfacción al ver que las acciones tienen respuestas claras, visibles, casi inmediatas.

Se fortalece, además, la capacidad de análisis. Al contar con datos digitales precisos, se facilita la interpretación de resultados y

la reflexión sobre lo ocurrido. Cada experimento se convierte en una historia que puede revisarse, repetirse y comprenderse con mayor profundidad. Esa posibilidad transforma el error en una herramienta valiosa.

En estos escenarios, la tecnología no desplaza la experiencia física, la amplifica. Los laboratorios virtuales, según Chimbo Guzmán et al. (2025), actúan como recursos innovadores que “permiten desarrollar habilidades experimentales en entornos híbridos o virtuales” (p. 9428), integrando teoría y práctica de manera fluida y accesible.

También se percibe un cambio en la actitud frente al aprendizaje. La participación se vuelve más activa, más consciente. No se trata de seguir instrucciones rígidas, sino de tomar decisiones, observar resultados y ajustar procesos. Esa autonomía genera una relación más cercana con el conocimiento, casi como si cada descubrimiento tuviera un matiz personal.

En conjunto, los experimentos híbridos transforman la enseñanza de la Física en una experiencia más amplia y conectada. Lo real y lo digital se complementan sin competir, creando un entorno donde aprender se siente más natural. Y en ese equilibrio, la curiosidad encuentra un espacio donde crecer sin límites visibles.

3.3.- Análisis de datos con hojas de cálculo

El análisis de datos con hojas de cálculo dentro de los laboratorios virtuales y remotos se presenta como una experiencia que transforma la manera de comprender la Física. Frente a la pantalla, los números dejan de ser fríos y empiezan a narrar historias. Se percibe una cercanía inesperada: cada celda contiene una pequeña evidencia, un rastro de lo ocurrido en el experimento digital.

En este escenario, las hojas de cálculo funcionan como un puente entre la observación y la interpretación. No se trata

únicamente de registrar valores, sino de darles sentido, de organizarlos con cierta delicadeza. Al ordenar datos, se siente una especie de armonía, como si el caos inicial comenzara a alinearse en patrones comprensibles y casi familiares.

Desde la perspectiva de quien aprende, aparece una sensación de control progresivo. Al manipular fórmulas, al ajustar columnas, al generar gráficos, se construye una relación más íntima con la información. Aguilera Machado (2024) señala que estas herramientas permiten “procesar información estadística de manera eficiente y estructurada”, lo que favorece una comprensión más clara de los fenómenos analizados.

El uso de gráficos, por ejemplo, introduce una dimensión visual que despierta curiosidad. Las líneas ascendentes, las curvas suaves o abruptas, los puntos dispersos... todo parece adquirir vida. Se observa con atención, casi con asombro, al descubrir tendencias que antes permanecían ocultas entre cifras aparentemente inconexas.

En laboratorios virtuales, donde la experiencia física se traduce en simulaciones, las hojas de cálculo aportan una capa de profundidad. No basta con observar el experimento; se requiere interpretar sus resultados. En ese proceso, cada cálculo se convierte en una decisión, en un pequeño acto de pensamiento crítico que refuerza el aprendizaje.

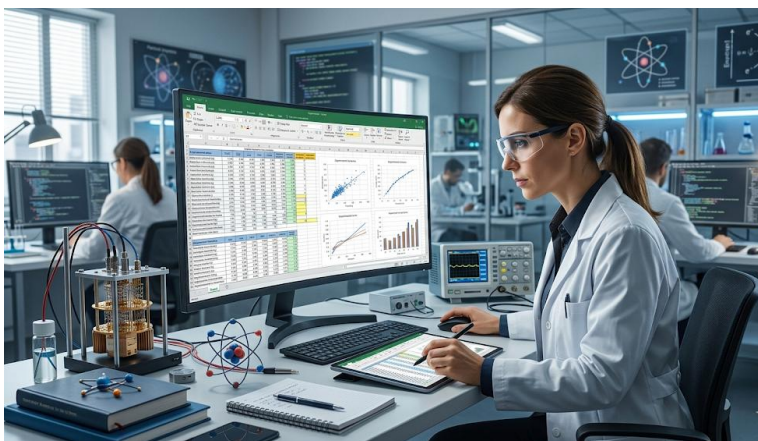
También se percibe un cambio en la forma de equivocarse. El error deja de ser un obstáculo rígido y se convierte en una oportunidad de ajuste. Al revisar fórmulas o detectar inconsistencias, se activa una especie de diálogo interno. Aguilera Machado (2024) destaca que el trabajo con hojas de cálculo favorece la revisión constante y el perfeccionamiento de los datos.

A medida que se avanza, se desarrolla una sensibilidad particular hacia los números. Ya no se ven como elementos

aislados, sino como partes de un sistema que respira coherencia. La repetición de procesos, lejos de ser monótona, genera confianza. Cada operación reafirma la comprensión y fortalece la seguridad en lo que se está haciendo.

Figura 11

Procesamiento de datos experimentales de física mediante software de hojas de cálculo en entorno de laboratorio digital



En entornos remotos, donde la interacción física es limitada, estas herramientas adquieren un valor aún mayor. Permiten construir conocimiento de manera autónoma, pero sin sentirse en soledad. Existe una especie de compañía silenciosa en la interfaz, en las funciones que responden con precisión a cada intento.

Además, se fomenta una actitud investigativa. Se prueba, se ajusta, se compara. Los datos invitan a hacer preguntas, a buscar explicaciones más allá de lo evidente. Tal como indica Aguilera Machado (2024), el uso de hojas de cálculo facilita la “organización lógica de la información”, lo que impulsa procesos analíticos más profundos.

En conjunto, el análisis de datos con hojas de cálculo dentro de la Física digital se convierte en una experiencia que mezcla técnica y sensibilidad. Se siente el progreso, a veces lento, a veces revelador. Y en medio de ese recorrido, los números dejan de ser distantes para convertirse en aliados que acompañan el descubrimiento.

3.4.- Visualización gráfica avanzada

La visualización gráfica avanzada en los laboratorios virtuales y remotos transforma la experiencia de aprendizaje en algo que se percibe más cercano, casi tangible. Frente a la pantalla, las gráficas dejan de ser representaciones rígidas y empiezan a sentirse como paisajes dinámicos. Cada línea, cada color, parece contar una historia que invita a detenerse y observar con atención.

A través de estas visualizaciones, la Física adquiere una dimensión distinta. Los datos ya no permanecen ocultos en tablas silenciosas, sino que se despliegan con una intensidad visual que despierta curiosidad. Se percibe una especie de diálogo entre el estudiante y la imagen, como si cada gráfico respondiera a preguntas que aún no se han formulado del todo.

En este entorno, las herramientas digitales permiten ajustar variables, modificar escalas y observar cambios en tiempo real. Esa interacción genera una sensación de descubrimiento continuo. Según Santoyo Mercado, Casillas López y Olivares Gallo (2022), la visualización apoyada en tecnologías digitales “favorece la comprensión mediante representaciones más cercanas a la experiencia del usuario”, lo que fortalece el vínculo con el contenido.

La incorporación de elementos visuales avanzados, como gráficos tridimensionales o simulaciones interactivas, añade profundidad a la experiencia. No se trata únicamente de ver, sino de percibir relaciones, de notar detalles que antes pasaban

desapercibidos. La imagen deja de ser estática y se convierte en una especie de escenario en movimiento.

Figura 12

Visualización tridimensional de datos físicos y simulación de partículas en un entorno de laboratorio digital avanzado



Desde la perspectiva de quien aprende, se experimenta una conexión más intuitiva con los fenómenos físicos. Las gráficas actúan como una guía silenciosa que orienta la interpretación. Santoyo Mercado et al. (2022) destacan que el uso de recursos visuales, especialmente en entornos digitales, permite una “interacción más significativa con la información”, lo que amplía las posibilidades de comprensión.

En los laboratorios remotos, donde la experiencia directa con materiales es limitada, estas visualizaciones adquieren un valor especial. Se convierten en una ventana que permite acercarse a fenómenos complejos sin necesidad de estar físicamente presente. Esa mediación tecnológica no se siente distante; por el contrario, genera una sensación de proximidad inesperada.

También se percibe una transformación en la manera de analizar resultados. Las gráficas avanzadas permiten identificar

patrones, tendencias y anomalías con mayor claridad. Al observar una curva que se desvía o un punto que rompe la armonía, se activa una inquietud natural por entender qué ocurre, por buscar explicaciones más profundas.

La integración de tecnologías como la realidad aumentada refuerza esta experiencia visual. De acuerdo con Santoyo Mercado et al. (2022), estas herramientas permiten “integrar elementos virtuales en el entorno real”, generando una interacción más rica y envolvente. Esa combinación de lo digital y lo perceptible crea una sensación de cercanía que transforma la forma de aprender.

A medida que se interactúa con estas visualizaciones, se desarrolla una sensibilidad distinta hacia la información gráfica. Se aprende a leer entre líneas, a interpretar colores, a reconocer patrones casi de manera intuitiva. Esa habilidad no aparece de inmediato; se construye poco a poco, con cada experiencia, con cada intento.

En conjunto, la visualización gráfica avanzada dentro de la Física digital abre un camino donde la comprensión se vuelve más vivencial. Las imágenes dejan huella, generan preguntas, acompañan el proceso de aprendizaje. Y en medio de esa experiencia, se percibe que entender no es un acto frío, sino una vivencia que involucra atención, curiosidad y una conexión genuina con lo que se observa.

CAPÍTULO 4



**Aprendizaje Basado en Proyectos
(ABP) en Física**

Este capítulo se adentra en el territorio donde la física se construye con las manos, donde las ideas abandonan la hoja de papel y se vuelven objetos tangibles. El diseño de prototipos dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos transforma la incertidumbre en una aliada silenciosa. Cada corte, cada conexión, cada ajuste genera una pequeña tensión que se disuelve cuando el mecanismo responde. Se percibe entonces una satisfacción difícil de traducir en palabras.

En ese proceso, el error deja de ser un enemigo para convertirse en un compañero de viaje. Un prototipo que falla no significa un fracaso, sino una oportunidad para entender qué ocurre dentro del sistema. Zúñiga González, Molina Andrade y Mateus Vargas (2025) destacan que este tipo de experiencias fortalecen la comprensión al vincular el conocimiento científico con situaciones reales, generando una relación más auténtica con el aprendizaje.

Las manos se mueven entre materiales diversos: cables, resistencias, paneles, estructuras que poco a poco adquieren forma. Esa materialidad despierta una conexión distinta con los conceptos físicos. La ley de Ohm, la conservación de la energía, los circuitos eléctricos, todo ello se percibe de manera más cercana cuando se puede tocar, cuando se observa el efecto directo de cada decisión. La teoría respira al fin.

El trabajo colectivo se vuelve un componente esencial en este escenario. Las ideas se cruzan, se discuten, a veces chocan. Pero de esos roces nacen soluciones inesperadas. Zúñiga González et al. (2025) señalan que el diseño de prototipos en entornos ABP promueve habilidades de análisis, reflexión y toma de decisiones, capacidades que se extienden más allá del contenido disciplinar y se instalan en la forma de enfrentar problemas cotidianos.

Los proyectos interdisciplinarios STEAM abren una ventana adicional, donde la física se mezcla con el arte, la tecnología y la ingeniería. Ya no se trata de una mirada única, sino

de un prisma que descompone el conocimiento en múltiples colores. Morales Gramal et al. (2025) destacan que la integración STEAM favorece aprendizajes significativos al vincular diversas áreas del saber, permitiendo que los fenómenos se comprendan desde ángulos complementarios.

En esa intersección disciplinar, la creatividad encuentra un suelo fértil. Un problema físico puede representarse mediante una instalación artística, modelarse con software de diseño o resolverse con una solución tecnológica. Morales Gramal et al. (2025) afirman que el enfoque STEAM impulsa el pensamiento crítico y creativo, fortaleciendo la capacidad de análisis y generando una experiencia educativa más rica, más conectada con la complejidad del mundo real.

La energía solar y la sostenibilidad introducen una dimensión ética que atraviesa cada proyecto. La luz que cae sobre un panel fotovoltaico deja de ser un fenómeno físico abstracto y se convierte en una posibilidad concreta para el cambio. Silvera (2024) señala que estos proyectos fortalecen la conciencia ambiental mediante experiencias prácticas, permitiendo que el conocimiento trascienda el aula y dialogue con problemáticas energéticas reales.

Cada pequeño sistema construido, cada cálculo de eficiencia, cada ajuste de orientación genera una sensación de propósito compartido. No se diseña para aprobar una materia, sino para responder a una necesidad tangible. Silvera (2024) menciona que estas iniciativas promueven la participación activa y el compromiso social, fortaleciendo vínculos entre el aprendizaje y la comunidad. La física se vuelve, entonces, una herramienta de transformación.

Las presentaciones científicas digitales cierran este ciclo con un acto de comunicación auténtica. Compartir lo aprendido, exponer resultados, defender las decisiones tomadas durante el proceso, todo ello implica una vulnerabilidad que también enseña.

Logroño Herrera y Ramos Singaicho (2023) afirman que el uso de recursos digitales favorece la comprensión mediante representaciones visuales dinámicas, permitiendo que conceptos complejos resulten más cercanos y accesibles.

Queda, al recorrer estas páginas, una certeza difusa pero persistente: la física aprendida desde el proyecto se instala de otra manera en la memoria. No se trata de fórmulas recordadas por repetición, sino de experiencias vividas, de errores reconstruidos, de aciertos celebrados. Logroño Herrera y Ramos Singaicho (2023) destacan que estos entornos digitales estimulan la participación activa y el pensamiento crítico, aspectos que enriquecen la experiencia educativa y le otorgan un sentido profundo. Cada prototipo, cada proyecto interdisciplinario, cada sistema solar, cada exposición digital construye un aprendizaje que se siente propio.

4.1.- Diseño de prototipos

El diseño de prototipos dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos en Física se percibe como un territorio donde las ideas dejan de ser abstractas y comienzan a adquirir forma tangible. En ese tránsito, la mente se inquieta y se activa, como si cada concepto buscara encarnarse en materiales, circuitos o estructuras visibles. Se construye, se prueba, se duda. Y en esa duda, curiosamente, se aprende con más profundidad.

Desde una mirada pedagógica, el prototipo se convierte en un puente entre la teoría y la experiencia. No se trata de reproducir modelos perfectos, sino de permitir que el error dialogue con la intención. Zúñiga González, Molina Andrade y Mateus Vargas (2025) destacan que este tipo de experiencias “fortalecen la comprensión al vincular el conocimiento científico con situaciones reales”, lo cual transforma la clase en un espacio vivo, casi respirable.

En el aula, el diseño de prototipos despierta una energía distinta. Se percibe en el sonido de materiales manipulados, en las miradas concentradas, en las conversaciones que nacen espontáneamente. La Física deja de sentirse lejana. Se vuelve cercana, incluso íntima. Cada estudiante empieza a reconocer que puede intervenir en el mundo, modificarlo, interpretarlo con sus propias manos.

Figura 13

Proceso de prototipado dinámico con integración de IA y física aplicada



El proceso creativo no sigue líneas rectas. Se avanza, se retrocede, se replantea. Esa dinámica, lejos de ser un obstáculo, se convierte en una fuente de aprendizaje significativo. De acuerdo con Zúñiga González et al. (2025), el diseño de prototipos en entornos ABP “promueve habilidades de análisis, reflexión y toma de decisiones”, capacidades que trascienden el contenido disciplinar y se instalan en la vida cotidiana.

La integración de herramientas digitales aporta una dimensión adicional. Simuladores, software de modelado y plataformas colaborativas permiten anticipar comportamientos

físicos antes de construir. Sin embargo, el contacto con lo tangible mantiene su valor irremplazable. Hay una sensación particular al ver funcionar un mecanismo creado desde cero, una mezcla de sorpresa, satisfacción y, a veces, asombro silencioso.

En proyectos relacionados con energías renovables, el prototipo adquiere una carga ética y social. No se diseña únicamente para aprobar una actividad académica, sino para responder a necesidades reales. Zúñiga González et al. (2025) señalan que este enfoque “articula la ciencia con problemáticas sociales, promoviendo una conciencia crítica en los estudiantes”. La Física, en este sentido, se conecta con el entorno y con el futuro.

El trabajo colaborativo se vuelve imprescindible. Las ideas se cruzan, se discuten, se transforman. A veces hay desacuerdos, silencios incómodos, momentos de tensión. Pero también surgen acuerdos inesperados, soluciones creativas y aprendizajes compartidos. El prototipo no pertenece a una sola persona; es el resultado de múltiples voces que encuentran un punto de encuentro.

Desde la perspectiva del estudiante, diseñar un prototipo implica enfrentarse a lo desconocido. No existe una única respuesta correcta. Esa incertidumbre puede generar inquietud, pero también despierta una motivación auténtica. Cada avance, por pequeño que parezca, se siente significativo. Se construye confianza, paso a paso, como quien arma una estructura que al inicio parecía imposible.

El rol docente cambia de manera sutil pero profunda. Se acompaña, se orienta, se cuestiona. No se entrega el camino resuelto, sino que se abre un espacio para que el aprendizaje ocurra de manera más orgánica. Tal como indican Zúñiga González et al. (2025), “el docente actúa como mediador en la construcción del conocimiento”, facilitando experiencias que invitan a pensar y a crear.

Al terminar el proceso, lo construido va más allá del objeto físico. Quedan aprendizajes, emociones, recuerdos. Queda la sensación de haber participado en algo significativo. El prototipo, con sus imperfecciones, se convierte en testimonio de un recorrido. Y en ese recorrido, la Física deja de ser una materia para convertirse en una experiencia que se siente, se cuestiona y se transforma.

4.2.- Proyectos interdisciplinarios STEAM

Los proyectos interdisciplinarios STEAM dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos en Física abren una puerta distinta, casi como una ventana donde entra aire fresco. La ciencia se mezcla con la tecnología, el arte se entrelaza con la ingeniería, y las matemáticas se convierten en un lenguaje vivo. Todo empieza a conectarse, y esa conexión genera una sensación de sentido que va más allá de memorizar fórmulas.

Figura 14

Estudiantes colaborando en un proyecto de robótica y programación en un laboratorio STEAM



En este enfoque, el conocimiento deja de estar fragmentado. Se construyen experiencias donde cada disciplina aporta una mirada diferente, como piezas de un rompecabezas que poco a poco revelan una imagen más amplia. Morales Gramal et al.

(2025) destacan que la integración STEAM “favorece aprendizajes significativos al vincular diversas áreas del saber”, lo que permite comprender fenómenos desde múltiples perspectivas.

En el aula, esta integración se percibe casi de inmediato. Las conversaciones cambian de tono, se vuelven más abiertas, más curiosas. Un problema físico puede transformarse en una obra visual, en un modelo digital o en un prototipo funcional. La creatividad se activa, y con ella aparece una motivación que se siente genuina, cercana, difícil de ignorar.

La Física, en este escenario, adquiere nuevos matices. Ya no se percibe como un conjunto rígido de leyes, sino como una herramienta para interpretar el mundo. Se conecta con la estética, con la resolución de problemas reales y con la innovación. Según Morales Gramal et al. (2025), el enfoque STEAM “impulsa el pensamiento crítico y creativo”, fortaleciendo la capacidad de análisis en los estudiantes.

El componente artístico introduce una dimensión emocional que transforma la experiencia. No se trata únicamente de resolver, sino de expresar. Un proyecto puede transmitir ideas, sensaciones, incluso preocupaciones sociales. Esa mezcla entre razón y emoción genera una experiencia más completa, donde aprender también implica sentir, cuestionar y reinterpretar.

El uso de tecnología amplía las posibilidades de creación. Programas de simulación, herramientas de diseño y recursos digitales permiten experimentar sin límites físicos inmediatos. Sin embargo, la interacción con materiales reales mantiene su valor. Esa combinación crea un equilibrio interesante, donde lo virtual y lo tangible dialogan constantemente.

El trabajo en equipo se convierte en un espacio dinámico. Cada integrante aporta habilidades distintas, y esa diversidad enriquece el proceso. A veces surgen diferencias, pero también

aparecen acuerdos inesperados. Morales Gramal et al. (2025) mencionan que el enfoque STEAM “promueve la colaboración y la resolución conjunta de problemas”, fortaleciendo la construcción colectiva del conocimiento.

Desde la perspectiva del estudiante, participar en estos proyectos genera una sensación de protagonismo. Se deja de ser receptor pasivo y se pasa a crear, decidir, proponer. Esa experiencia transforma la relación con el aprendizaje. Cada idea cuenta, cada intento tiene valor, incluso cuando no funciona como se esperaba.

El rol docente se redefine de manera sutil. Se orienta, se acompaña, se plantea preguntas que invitan a pensar más allá. No se imponen respuestas cerradas. En palabras de Morales Gramal et al. (2025), el profesorado actúa como facilitador de experiencias integradoras, promoviendo entornos donde el aprendizaje fluye de manera más natural y participativa.

Al cerrar un proyecto STEAM, queda una sensación difícil de describir con exactitud. No se trata únicamente del resultado visible, sino del recorrido vivido. Quedan aprendizajes, pero también recuerdos, emociones, conexiones inesperadas. La Física, en ese trayecto, se convierte en un puente que une disciplinas, ideas y personas en una experiencia profundamente significativa.

4.3.- Energía solar y sostenibilidad

La energía solar, dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos en Física, se percibe como una invitación a mirar el cielo con otros ojos. La luz deja de ser rutina y se convierte en recurso, en posibilidad. En el aula, esa transformación despierta curiosidad. Se siente en el ambiente, como una chispa silenciosa que impulsa a comprender y a crear.

Cuando se integran proyectos vinculados con sostenibilidad, el aprendizaje adquiere una dimensión más profunda. No se trata únicamente de comprender principios físicos,

sino de relacionarlos con la vida diaria. Silvera (2024) señala que estos proyectos “fortalecen la conciencia ambiental mediante experiencias prácticas”, lo que permite que el conocimiento trascienda el papel y se conecte con decisiones reales.

El diseño de sistemas solares escolares genera una dinámica distinta. Se observa a estudiantes midiendo, calculando, discutiendo orientaciones y materiales. Cada paso implica una elección. Y en esa cadena de decisiones aparece una sensación de responsabilidad compartida, como si cada acción tuviera un eco más allá del aula.

La Física se vuelve tangible en cada panel, en cada circuito que se arma con paciencia. La radiación solar, la conversión de energía, la eficiencia, dejan de ser términos lejanos. Se sienten cercanos, casi familiares. Silvera (2024) describe que estas experiencias permiten “articular el conocimiento científico con problemáticas energéticas reales”, generando aprendizajes con sentido.

El componente emocional aparece de manera inesperada. Hay satisfacción al ver encender una luz alimentada por energía solar. También hay frustración cuando algo no funciona. Pero incluso en esos momentos se construye aprendizaje. Se aprende a insistir, a ajustar, a mirar de nuevo. Y ese proceso deja huellas que permanecen.

El enfoque sostenible introduce preguntas que invitan a reflexionar. ¿De dónde proviene la energía que se utiliza cada día? ¿Qué impacto generan las decisiones cotidianas? Estas inquietudes no quedan en el aire. Se transforman en acciones concretas, en propuestas que buscan mejorar el entorno inmediato, con pequeñas pero significativas intervenciones.

El trabajo colaborativo se intensifica en este tipo de proyectos. Se comparten ideas, se distribuyen tareas, se construyen

acuerdos. Cada integrante aporta una perspectiva distinta, y esa diversidad enriquece el resultado. Silvera (2024) menciona que estas iniciativas “promueven la participación activa y el compromiso social”, fortaleciendo vínculos entre aprendizaje y comunidad.

Figura 15

Representación hiperrealista de un ecosistema urbano sostenible integrado con infraestructura de energía solar fotovoltaica y térmica



La incorporación de herramientas digitales permite simular el comportamiento de los sistemas antes de su implementación. Sin embargo, el contacto directo con los materiales mantiene un valor especial. Hay una sensación difícil de reemplazar cuando se conecta un circuito y responde, cuando la teoría se convierte en acción visible.

Desde la experiencia del estudiante, trabajar con energía solar genera una conexión distinta con el aprendizaje. Se percibe utilidad, propósito. Cada avance se siente significativo. No se trata de cumplir una tarea, sino de participar en una iniciativa que puede aportar a un entorno más sostenible, más consciente.

Al concluir el proyecto, lo construido va más allá de los paneles o dispositivos creados. Queda una mirada diferente hacia la energía, hacia el ambiente, hacia el propio aprendizaje. Silvera (2024) destaca que estas experiencias “impulsan una formación integral orientada a la sostenibilidad”, dejando una huella que trasciende el aula y se proyecta hacia el futuro.

4.4.- Presentaciones científicas digitales

Las presentaciones científicas digitales dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos en Física transforman el momento de compartir resultados en una experiencia viva. Ya no se trata de repetir datos, sino de construir un relato que conecte ideas, imágenes y emociones. La pantalla se convierte en un escenario donde el conocimiento toma forma y encuentra voz propia.

En este proceso, comunicar adquiere tanto valor como investigar. Se organizan ideas, se seleccionan evidencias y se busca una manera clara de transmitir lo aprendido. Logroño Herrera y Ramos Singaicho (2023) afirman que el uso de recursos digitales “favorece la comprensión mediante representaciones visuales dinámicas”, lo que permite que conceptos complejos resulten más cercanos y accesibles.

El lenguaje visual juega un papel determinante. Gráficas, animaciones y simulaciones aportan una dimensión distinta al contenido. Cada elemento visual actúa como una ventana que permite observar fenómenos físicos desde ángulos diversos. Se genera una sensación de claridad progresiva, como cuando una imagen borrosa comienza a definirse con nitidez.

El proceso de elaboración despierta creatividad y criterio. No basta con incluir información; se requiere decidir qué mostrar y de qué manera. Esa toma de decisiones fortalece habilidades comunicativas y analíticas. Según Logroño Herrera y Ramos Singaicho (2023), estos entornos digitales “estimulan la

participación activa y el pensamiento crítico”, aspectos que enriquecen la experiencia educativa.

Figura 16

Representación hiperrealista de una exposición científica mediante interfaces digitales avanzadas y visualización de datos en física



Durante la exposición, el ambiente cambia. Se percibe cierta tensión inicial, acompañada de expectativa. Las voces buscan seguridad, los gestos acompañan las ideas. Poco a poco, esa tensión se transforma en confianza. El conocimiento deja de estar contenido en diapositivas y comienza a fluir en palabras que intentan explicar, convencer, compartir.

El uso de herramientas digitales amplía las posibilidades expresivas. Videos, infografías interactivas y modelos virtuales permiten representar fenómenos que serían difíciles de mostrar de otra manera. Sin embargo, la tecnología no reemplaza la intención comunicativa. Es el mensaje el que da sentido a cada recurso utilizado.

El público también cumple un papel activo. Escucha, observa, formula preguntas. Esa interacción genera un intercambio que enriquece el aprendizaje. No se trata de una exposición

unilateral, sino de un diálogo donde las ideas se ponen a prueba y se reconstruyen colectivamente, generando nuevas comprensiones.

Desde la experiencia del estudiante, presentar un proyecto implica enfrentar cierta vulnerabilidad. Se comparte un trabajo que ha requerido esfuerzo, tiempo y dedicación. Esa exposición genera nervios, pero también orgullo. Cada explicación se convierte en una oportunidad para reafirmar lo aprendido y reconocer el propio proceso.

El rol docente se orienta hacia la guía y la retroalimentación. Se observa, se escucha, se plantean preguntas que invitan a profundizar. Logroño Herrera y Ramos Singaicho (2023) destacan que el acompañamiento pedagógico en entornos digitales “fortalece la autonomía y la construcción del conocimiento”, permitiendo que el aprendizaje se desarrolle de manera más consciente.

Al cerrar estas presentaciones, queda una sensación de logro compartido. No se trata únicamente de haber expuesto un tema, sino de haber construido una narrativa propia sobre la Física. Las ideas permanecen, pero también las emociones vividas en ese proceso. Se consolida una forma de aprender que conecta pensamiento, expresión y experiencia.

CAPÍTULO 5



Gamificación y cultura maker

Este capítulo abre la puerta a un territorio donde la física se aprende jugando, donde cada reto se convierte en una pequeña aventura que atrapa la atención. Los retos físicos gamificados transforman el aula en un escenario dinámico, casi vibrante, lleno de pequeñas tensiones que se disuelven en satisfacción cuando se supera una prueba. La monotonía se disipa, y en su lugar aparece una energía compartida que impulsa a seguir participando.

La gamificación no trivializa el conocimiento, sino que genera una motivación que nace desde dentro. Puntos, niveles y recompensas se convierten en señales visibles de un progreso que antes podía permanecer oculto. Basto Contreras et al. (2025) afirman que estas estrategias incrementan el compromiso y la participación activa, favoreciendo una relación más cercana entre el estudiante y los conceptos físicos, como si cada ley descubriera un nuevo sentido.

El error, en este entorno, cambia de piel. Ya no es un muro que detiene, sino una curva en el camino que obliga a pensar otra vez. Fallar en un reto no hiere, simplemente invita a reintentar con una nueva estrategia. Basto Contreras et al. (2025) señalan que la gamificación favorece la persistencia y la resiliencia, cualidades que se instalan más allá del aula y acompañan otras dimensiones de la vida.

Las emociones acompañan cada paso: la expectativa antes de una misión, la tensión durante la prueba, la alegría contenida al superar un nivel. Esa montaña rusa de sensaciones vuelve el aprendizaje más memorable. La física deja de ser un conjunto frío de ecuaciones y se tiñe de experiencias vívidas, de momentos que quedan grabados en la memoria con una nitidez inusual.

El diseño de dispositivos simples introduce otra capa de significado. Construir con las manos, ensamblar piezas, comprobar si el mecanismo responde, todo ello despierta una conexión especial con el conocimiento. Mendoza-Armijos et al. (2023)

destacan que el uso de herramientas y dispositivos favorece la comprensión de contenidos al vincular teoría y práctica, fortaleciendo un aprendizaje que se siente sólido porque se ha construido paso a paso.

Un circuito básico, una palanca, un sistema de poleas, cada dispositivo simple revela principios profundos sin necesidad de complejidad innecesaria. La simplicidad no resta valor, al contrario, permite observar con claridad lo esencial. Mendoza-Armijos et al. (2023) añaden que estas herramientas inciden en el rendimiento académico al facilitar procesos de análisis y resolución, ampliando las rutas hacia una comprensión más íntima de los fenómenos físicos.

La robótica básica aplicada al movimiento introduce el dinamismo más puro. Ver un pequeño robot desplazarse, girar o responder a una instrucción programada genera un asombro silencioso pero profundo. Castro, Aguilera y Chávez (2022) señalan que la robótica educativa favorece la comprensión de conceptos mediante la experimentación activa, fortaleciendo el puente entre lo que se piensa y lo que realmente ocurre en el mundo material.

Velocidad, aceleración, trayectoria, todas esas nociones abstractas se vuelven observables en ruedas que giran y estructuras que se mueven con intención. La programación añade una lógica que organiza el pensamiento, y cada línea de código se traduce en una acción visible. Castro et al. (2022) destacan que estas prácticas promueven el desarrollo del pensamiento lógico y la resolución de problemas, habilidades que reverberan en otras áreas del conocimiento.

La evaluación por misiones y niveles cierra este recorrido con una mirada distinta sobre el progreso. Golé y Hirsch (2024) señalan que las experiencias formativas se amplían cuando se conectan con el entorno y las vivencias de quienes aprenden. Cada misión representa un fragmento de un viaje más amplio, y cada

nivel alcanzado deja una sensación de logro que no necesita explicaciones externas para sentirse real y significativa.

Al atravesar estas páginas, se percibe una transformación sutil pero persistente. La física aprendida desde el juego, la construcción y la robótica se instala de otra manera en la memoria. Golé y Hirsch (2024) plantean que las transformaciones educativas implican repensar los vínculos y las prácticas, y aquí se evidencia esa intención en cada dinámica propuesta. Queda una certeza cálida: aprender puede ser una experiencia profundamente humana, llena de pequeñas conquistas y de una alegría que no necesita justificación.

5.1.- Retos físicos gamificados

Los retos físicos gamificados dentro del aprendizaje de la Física transforman el aula en un espacio dinámico, casi vibrante. Las actividades dejan de sentirse estáticas y adquieren un ritmo distinto, más cercano a un juego que invita a participar. Se percibe entusiasmo en el ambiente, una energía compartida que impulsa a involucrarse con mayor interés y curiosidad.

La gamificación introduce elementos como puntos, niveles y recompensas que modifican la manera en que se enfrentan los contenidos. No se trata de trivializar el aprendizaje, sino de generar motivación auténtica. Basto Contreras et al. (2025) afirman que estas estrategias “incrementan el compromiso y la participación activa”, favoreciendo una relación más cercana entre el estudiante y el conocimiento.

En este tipo de experiencias, los conceptos físicos se integran en dinámicas que exigen acción. Resolver un problema puede implicar completar una misión, superar una prueba o colaborar con otros. Esa estructura convierte el aprendizaje en una experiencia más envolvente, donde cada logro se siente como un avance tangible dentro de una narrativa compartida.

El error adquiere un significado distinto. Ya no se percibe como un obstáculo, sino como parte del proceso. Fallar en un reto invita a intentarlo de nuevo, a ajustar estrategias, a pensar desde otro ángulo. Según Basto Contreras et al. (2025), la gamificación “favorece la persistencia y la resiliencia”, fortaleciendo actitudes que trascienden el ámbito académico.

Figura 17

Representación de retos físicos gamificados mediante entornos de realidad aumentada y experimentación con sensores digitales



La dimensión emocional se intensifica. Aparece la emoción al avanzar de nivel, la tensión al enfrentar una prueba compleja, la satisfacción al resolver un desafío. Estas sensaciones acompañan el aprendizaje y lo vuelven más memorable. La Física se asocia con experiencias vividas, no únicamente con conceptos abstractos.

El trabajo en equipo se convierte en una pieza clave. Muchos retos requieren colaboración, intercambio de ideas, coordinación. En ese proceso, se construyen vínculos y se desarrollan habilidades sociales. Basto Contreras et al. (2025) destacan que estas dinámicas “promueven la interacción y el

aprendizaje cooperativo”, generando un ambiente más participativo.

La cultura maker se integra de manera natural en estos escenarios. Se construyen dispositivos, se diseñan soluciones, se experimenta con materiales. Cada reto puede implicar la creación de un objeto o sistema que funcione bajo principios físicos. Esa combinación entre juego y creación potencia la comprensión y despierta la creatividad.

Desde la perspectiva del estudiante, participar en estos retos genera una sensación de protagonismo. Se toma decisiones, se asumen riesgos, se celebra cada avance. El aprendizaje deja de ser una obligación externa y se transforma en una experiencia que involucra, que atrapa, que invita a continuar.

El rol docente se redefine hacia la facilitación. Se diseñan experiencias, se orienta el proceso, se acompaña sin imponer respuestas. Tal como señalan Basto Contreras et al. (2025), el docente actúa como mediador que impulsa la motivación y guía el aprendizaje, permitiendo que cada participante construya su propio recorrido.

Al concluir estas dinámicas, queda una sensación de satisfacción compartida. Los retos superados se convierten en recuerdos significativos. La Física se asocia con momentos de interacción, de esfuerzo, de logro. Se construye una manera distinta de aprender, donde el conocimiento se vive con intensidad y se integra de forma más profunda.

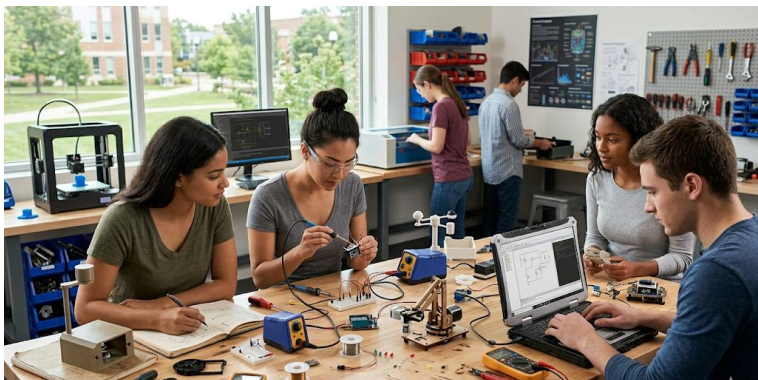
5.2.- Diseño de dispositivos simples

El diseño de dispositivos simples dentro de la cultura maker en Física abre un camino donde las ideas encuentran cuerpo. No se permanece en la teoría; se pasa a tocar, ensamblar, ajustar. Cada pieza encaja con intención, cada error deja u

na marca de aprendizaje. Se siente una cercanía especial con el conocimiento, como si las leyes físicas se volvieran palpables entre las manos.

Figura 18

Estudiantes colaborando en el ensamblaje y programación de dispositivos electrónicos simples en un laboratorio de innovación.



En este enfoque, la simplicidad no resta valor. Al contrario, permite comprender principios fundamentales con mayor claridad. Un circuito básico, una palanca o un sistema de poleas puede revelar conceptos profundos. Mendoza-Armijos et al. (2023) destacan que el uso de herramientas y dispositivos “favorece la comprensión de contenidos al vincular teoría y práctica”, fortaleciendo el aprendizaje significativo.

El proceso de construcción despierta una atención distinta. Se observa, se prueba, se corrige. Cada intento genera nuevas preguntas. A veces el dispositivo no funciona, y esa pausa obliga a pensar, a revisar lo hecho. En ese instante, lejos de frustrar, aparece una oportunidad para entender con mayor profundidad.

La relación con los dispositivos digitales también se hace presente. Aplicaciones de diseño, simuladores y recursos interactivos permiten planificar antes de construir. Según

Mendoza-Armijos et al. (2023), estas herramientas “inciden en el rendimiento académico al facilitar procesos de análisis y resolución”, ampliando las posibilidades de aprendizaje en entornos educativos.

El componente emocional acompaña cada etapa. Hay expectativa al iniciar, concentración durante el armado, satisfacción al ver resultados. Incluso los fallos generan sensaciones intensas. Se aprende a tolerar la incertidumbre, a persistir. Esa experiencia deja una huella que va más allá del contenido académico.

El trabajo colaborativo fortalece el proceso. Se comparten ideas, se discuten soluciones, se reparten tareas. Cada integrante aporta algo distinto, y esa diversidad enriquece el resultado. La construcción deja de ser individual y se convierte en una experiencia compartida, donde el conocimiento circula y se transforma.

La cultura maker promueve una actitud activa frente al aprendizaje. No se espera una respuesta externa; se construye. Esa acción genera autonomía, confianza. Se percibe una sensación de control sobre el proceso, como si cada decisión tuviera un impacto directo en el resultado obtenido.

Desde la mirada del estudiante, diseñar dispositivos simples implica enfrentarse a lo desconocido con curiosidad. No todo está definido de antemano. Se avanza con ensayo y error, con intuición y razonamiento. Cada avance, por pequeño que sea, se siente significativo, como un paso firme en medio de la incertidumbre.

El rol docente acompaña este recorrido de manera cercana. Se orienta, se plantea preguntas, se invita a reflexionar. Mendoza-Armijos et al. (2023) resaltan que el uso adecuado de recursos tecnológicos “potencia procesos de aprendizaje más autónomos”,

permitiendo que el estudiante construya su propio camino con mayor libertad.

Al concluir la experiencia, lo creado trasciende el objeto físico. Quedan aprendizajes, recuerdos, sensaciones. El dispositivo construido se convierte en evidencia de un proceso vivido, lleno de intentos, ajustes y logros. La Física, en ese trayecto, se percibe más cercana, más comprensible, más humana.

5.3.- Robótica básica aplicada a movimiento

La robótica básica aplicada al movimiento introduce una forma distinta de acercarse a la Física. Los conceptos dejan de permanecer en el papel y comienzan a desplazarse, girar, avanzar. Se percibe una sensación de asombro cuando un pequeño robot responde a instrucciones y traduce ideas en acciones visibles. El aprendizaje adquiere dinamismo, casi como si cobrara vida frente a los ojos.

En este escenario, el movimiento se convierte en lenguaje. Velocidad, aceleración y trayectoria ya no se explican únicamente con fórmulas; se observan en ruedas que giran y estructuras que se desplazan. Castro, Aguilera y Chávez (2022) señalan que la robótica educativa “favorece la comprensión de conceptos mediante la experimentación activa”, fortaleciendo el vínculo entre teoría y práctica.

El proceso de construcción despierta curiosidad constante. Se ensamblan piezas, se conectan motores, se programan instrucciones básicas. Cada acción genera una respuesta, y esa respuesta invita a reflexionar. A veces el robot no se mueve como se esperaba, y en ese instante surge una pausa que conduce a pensar, ajustar, volver a intentar.

La programación introduce un componente lógico que complementa la experiencia. Cada línea de código representa una intención que se traduce en movimiento. Según Castro et al. (2022),

estas prácticas “promueven el desarrollo del pensamiento lógico y la resolución de problemas”, habilidades que enriquecen el aprendizaje en múltiples dimensiones.

El componente emocional se hace evidente en cada avance. Hay entusiasmo al ver funcionar un mecanismo, tensión cuando algo falla, satisfacción al lograr que el robot complete un recorrido. Estas sensaciones acompañan el proceso y lo vuelven más memorable, más cercano, más humano en su desarrollo.

El trabajo en equipo adquiere un papel relevante. Se comparten ideas, se distribuyen tareas, se toman decisiones conjuntas. Cada integrante aporta una perspectiva distinta, y esa diversidad enriquece el resultado. La construcción se convierte en una experiencia colectiva donde el conocimiento circula y se transforma constantemente.

La cultura maker se integra de manera natural en este tipo de proyectos. Se construye, se experimenta, se modifica. No se busca perfección inmediata, sino aprendizaje continuo. Cada intento deja una enseñanza, cada ajuste acerca un poco más al resultado esperado. Se percibe una sensación de progreso constante.

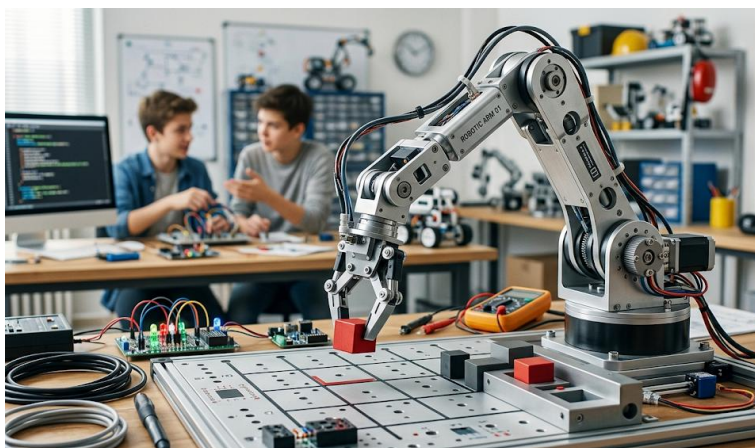
Desde la perspectiva del estudiante, trabajar con robótica genera una conexión distinta con la Física. Se percibe utilidad, aplicación directa. Cada concepto tiene un propósito claro dentro del funcionamiento del robot. Esa claridad fortalece la motivación y permite comprender con mayor profundidad.

El rol docente se orienta hacia el acompañamiento. Se guía el proceso, se plantean preguntas, se fomenta la reflexión. Castro et al. (2022) destacan que la robótica educativa permite al docente actuar como mediador, facilitando experiencias que promueven la construcción activa del conocimiento.

Al concluir estas experiencias, queda una sensación de logro que trasciende el objeto construido. El robot, con sus movimientos y ajustes, se convierte en testimonio de un proceso lleno de intentos y aprendizajes. La Física se percibe más cercana, más tangible, más integrada a la experiencia vivida.

Figura 19

Brazo robótico articulado realizando tareas de precisión en un entorno de aprendizaje de física aplicada



5.4.- Evaluación por misiones y niveles

La evaluación por misiones y niveles se percibe como un viaje que transforma la experiencia educativa en algo vivo, cercano, casi palpable. Se abandona la idea de una calificación fría para abrir paso a trayectorias que se sienten propias. Cada misión tiene un propósito claro, pero también un matiz emocional que acompaña, retando sin abrumar, guiando sin imponer.

En este enfoque, el progreso deja de ser una línea recta y se convierte en un camino con giros, pausas y descubrimientos. Las misiones actúan como pequeñas historias que invitan a participar activamente. El estudiante no espera una nota, sino una

oportunidad para avanzar. Se siente el impulso de continuar, de intentarlo otra vez, de mejorar sin miedo.

Los niveles, por su parte, funcionan como estaciones de crecimiento. No representan barreras, sino puertas que se abren con el esfuerzo y la constancia. Cada nivel alcanzado deja una sensación de logro que no necesita explicarse demasiado. Se percibe en la postura, en la seguridad al responder, en la chispa que aparece al enfrentarse a un nuevo reto.

Desde una mirada pedagógica, esta forma de evaluar reconoce la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje. Golé y Hirsch (2024) destacan que las experiencias formativas se amplían cuando se conectan con el entorno y las vivencias de quienes aprenden. Bajo esta lógica, las misiones adquieren sentido porque dialogan con la realidad y no se quedan en lo abstracto.

Se genera una atmósfera distinta en el aula. La evaluación deja de ser un momento de tensión y se transforma en una dinámica constante, casi imperceptible. Cada acción cuenta, cada intento suma. No se trata de evitar el error, sino de integrarlo como parte del proceso. Esa mirada cambia la relación con el aprendizaje.

Además, la retroalimentación se vuelve más cercana, más humana. No llega como juicio, sino como orientación. Se construye paso a paso, acompañando cada misión completada. Golé y Hirsch (2024) señalan que las transformaciones educativas implican repensar los vínculos y las prácticas, y aquí se evidencia esa intención en cada interacción.

En este sistema, el reconocimiento no se limita a resultados finales. Se valora el proceso, el esfuerzo, la creatividad. Una misión bien resuelta no es únicamente una respuesta correcta, sino una evidencia de comprensión. Esa diferencia se siente profundamente, porque valida el camino recorrido, no únicamente la meta alcanzada.

También se fortalece la autonomía. Al enfrentarse a misiones, se toman decisiones, se organizan tiempos, se priorizan acciones. El aprendizaje deja de ser dirigido en su totalidad y se convierte en una construcción compartida. Se percibe una mayor implicación, una participación que nace desde dentro y no por obligación.

En espacios vinculados con la cultura maker, esta evaluación cobra aún más sentido. Crear, experimentar y probar forman parte natural del proceso. Las misiones se conectan con proyectos reales, tangibles, que despiertan curiosidad. Cada nivel alcanzado se refleja en algo construido, en algo que se puede tocar, observar y mejorar.

Figura 20

Representación de un entorno de aprendizaje gamificado para la evaluación de conceptos físicos mediante misiones y niveles digitales



Al cierre de cada etapa, no queda una sensación de alivio por haber terminado, sino una energía que invita a continuar. La evaluación por misiones y niveles no cierra ciclos, los expande. Tal como plantean Golé y Hirsch (2024), las experiencias educativas se

enriquecen cuando trascienden lo tradicional, abriendo caminos donde aprender se siente significativo y profundamente humano.

CAPÍTULO 6



Innovación curricular en Física

Este capítulo se interna en los pliegues donde la enseñanza de la física se vuelve más sensible a quienes aprenden. Las secuencias didácticas inclusivas no son un añadido decorativo, sino un tejido que se teje con hilos de distintas texturas y colores. Cada estudiante encuentra en ese entramado un punto de apoyo propio, una forma de asir conceptos que antes podían resbalar entre los dedos. La diversidad, lejos de ser un obstáculo, se convierte en una fuente de riqueza colectiva.

La planificación, en este enfoque, se vuelve flexible como un junco que se dobla sin romperse. Se abren múltiples puertas para acceder al mismo conocimiento: unas visuales, otras kinestésicas, algunas narrativas. Piñera Concepción et al. (2025) destacan que "la inclusión educativa implica reconocer y valorar las diferencias como oportunidades de aprendizaje" (p. 6), una afirmación que resuena con la necesidad de construir puentes en lugar de levantar barreras.

Dentro del aula, la física se transforma en una experiencia que se puede habitar de maneras muy distintas. Algunos se acercan a ella mediante experimentos tangibles; otros, a través de simulaciones digitales o relatos que dan sentido a los fenómenos. La rigidez se disuelve y aparece una atmósfera más respiratoria, donde cada quien puede avanzar sin sentirse fuera de lugar. La emoción de comprender se vuelve compartida.

El microaprendizaje introduce un ritmo diferente, casi como una conversación en pequeños sorbos. Los grandes bloques de contenido se fragmentan en cápsulas breves que invitan a avanzar sin vértigo. Guerschberg y Gutiérrez (2025) señalan que el microaprendizaje "favorece la retención al presentar contenidos en segmentos breves y altamente focalizados" (p. 8). Cada pequeña dosis deja una huella que no abrumba, sino que construye paso a paso.

La física, a menudo percibida como un territorio denso y extenso, se vuelve más transitable bajo esta lógica. Una ley, una fórmula, un fenómeno se abordan en minutos, permitiendo que la atención se mantenga despierta sin fatigarse. Se genera una sensación de avance continuo, de pequeñas victorias acumuladas que fortalecen la confianza. La ansiedad disminuye y aparece una curiosidad más tranquila, más sostenible en el tiempo.

El aula invertida altera el pulso tradicional de la enseñanza. El contenido teórico viaja hacia el hogar, y el tiempo presencial se llena de preguntas vivas, experimentos y discusiones que antes no tenían cabida. Carpena Arias y Esteve Mon (2022) afirman que "el aula invertida favorece un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante" (p. 5). La responsabilidad se distribuye, y el encuentro en clase se convierte en un espacio de construcción colectiva.

Se percibe, entonces, una transformación en la dinámica del error. Equivocarse ya no es un momento de exposición incómoda, sino una oportunidad para revisar, ajustar, entender. En el aula invertida, los tropiezos se comparten sin vergüenza, se analizan en grupo, se convierten en semillas de nuevo aprendizaje. Esa atmósfera de seguridad afectiva permite explorar sin miedo, probar caminos alternativos, arriesgar con una certeza reconfortante.

El impacto de estas innovaciones no se queda en las cuatro paredes del aula. Las instituciones que las adoptan comienzan a respirar de otra manera: los horarios se flexibilizan, los espacios se reorganizan, las evaluaciones se repiensen. Balta Sevillano y Alexander Sagastegui (2026) señalan que "la gestión institucional influye significativamente en el bienestar de los estudiantes" (p. 12), una evidencia que conecta la organización con la experiencia vivida en cada clase.

Sin un respaldo institucional sólido, las buenas ideas pueden diluirse como tinta en agua. La formación docente, el

acceso a recursos tecnológicos, el acompañamiento pedagógico, todo ello se entrelaza como piezas de un mismo engranaje. Cuando funcionan en armonía, se percibe una coherencia que sostiene el aprendizaje. Cuando alguna falla, la experiencia se resiente. El bienestar académico depende, silenciosamente, de esas decisiones estructurales.

Al recorrer estas páginas, se advierte que la innovación en la enseñanza de la física no es un lujo, sino una necesidad sentida. Las secuencias inclusivas, el microaprendizaje, el aula invertida y el respaldo institucional configuran un ecosistema donde aprender se vuelve más humano. Piñera Concepción et al. (2025) afirman que "las estrategias inclusivas favorecen la participación activa de todos los estudiantes, independientemente de sus características" (p. 9). Queda, entonces, la certeza de que otro tipo de educación es posible: más cercana, más flexible, más atenta a las personas que la habitan.

6.1.- Secuencias didácticas inclusivas

La construcción de secuencias didácticas inclusivas en Física se percibe como un tejido vivo, donde cada estudiante encuentra un hilo propio para sostenerse y avanzar. Desde una mirada sensible, se reconoce que aprender no transcurre de manera uniforme. Las experiencias se entrelazan con emociones, ritmos distintos y formas diversas de comprender el mundo, generando una atmósfera educativa más humana y cercana.

En este enfoque, la planificación deja de ser rígida y adquiere flexibilidad, casi como una partitura abierta que permite variaciones sin perder armonía. Se incorporan múltiples formas de representación del conocimiento, facilitando que conceptos abstractos, como el movimiento o la energía, puedan sentirse, observarse y hasta imaginarse desde diferentes perspectivas, fortaleciendo la comprensión profunda.

Las secuencias inclusivas integran estrategias que consideran la diversidad cognitiva, cultural y emocional. No se trata de adaptar al estudiante al contenido, sino de moldear el camino para que cada quien pueda recorrerlo con sentido. Piñera Concepción et al. (2025) destacan que “la inclusión educativa implica reconocer y valorar las diferencias como oportunidades de aprendizaje” (p. 6), reforzando esta visión transformadora.

Figura 21

Integración de tecnologías asistivas e inteligencia artificial en la enseñanza inclusiva de la física



Dentro del aula, esta propuesta se traduce en actividades que despiertan curiosidad y permiten distintas formas de participación. Algunos estudiantes conectan con experimentos prácticos, otros con representaciones gráficas o narrativas. La Física deja de ser distante; se convierte en una experiencia tangible, donde cada interacción abre puertas a nuevas comprensiones y despierta interés genuino.

La evaluación, en este marco, también se transforma. Se percibe menos como un filtro y más como un espejo que refleja procesos, avances y oportunidades de mejora. Se valora el esfuerzo,

la creatividad y la capacidad de establecer conexiones. Esta mirada evita reducir el aprendizaje a resultados numéricos y lo sitúa en una dimensión más amplia y significativa.

Además, las secuencias inclusivas promueven la colaboración. El aula se convierte en un espacio donde las ideas circulan libremente, donde escuchar al otro amplía la propia mirada. En este intercambio, se fortalecen habilidades sociales y se construyen aprendizajes colectivos, enriquecidos por la diversidad de experiencias y formas de pensar.

Piñera Concepción et al. (2025) señalan que “las estrategias inclusivas favorecen la participación activa de todos los estudiantes, independientemente de sus características” (p. 9). Esta afirmación resuena con fuerza en la enseñanza de la Física, donde cada voz aporta una perspectiva única que enriquece la comprensión de fenómenos complejos.

La incorporación de herramientas digitales potencia estas secuencias, brindando nuevas formas de interacción. Simuladores, recursos visuales y plataformas interactivas permiten que conceptos difíciles cobren vida. Se genera una sensación de descubrimiento constante, donde el aprendizaje se siente dinámico, cercano y accesible para todos.

También se reconoce la importancia del acompañamiento docente. La figura del educador se percibe como guía atento, que observa, escucha y ajusta el camino cuando es necesario. Esta presencia genera confianza y motiva a continuar, incluso cuando surgen dificultades, fortaleciendo la autonomía y la seguridad en el proceso de aprendizaje.

En conjunto, las secuencias didácticas inclusivas en Física configuran un escenario educativo más justo y significativo. Se construye un espacio donde cada estudiante encuentra sentido en lo que aprende, donde las diferencias se celebran y se transforman

en oportunidades. La enseñanza se vuelve una experiencia compartida, cargada de humanidad y propósito.

6.2.- Microaprendizaje

El microaprendizaje se presenta como una brisa fresca dentro de la enseñanza de la Física, fragmentando el conocimiento en pequeñas piezas que se sienten manejables y cercanas. En lugar de grandes bloques densos, se ofrecen cápsulas breves que invitan a avanzar sin peso. Se percibe una experiencia más ligera, casi como dar pasos cortos pero firmes en un camino que antes parecía interminable.

Desde esta mirada, cada contenido adquiere una forma concreta y accesible. Una ley física, una fórmula o un fenómeno se aborda en minutos, permitiendo que la atención se mantenga viva y despierta. La mente no se satura; respira. Este ritmo acompasado facilita que el aprendizaje se integre de manera más natural, como quien conversa y comprende sin esfuerzo aparente.

Se reconoce que esta estrategia conecta con hábitos contemporáneos, marcados por la inmediatez y la interacción constante con lo digital. Según Guerschberg y Gutiérrez (2025), el microaprendizaje “favorece la retención al presentar contenidos en segmentos breves y altamente focalizados” (p. 8). Esta precisión no empobrece el conocimiento, más bien lo hace más digerible y significativo.

En el aula de Física, esta metodología transforma la dinámica tradicional. Un concepto complejo, como el movimiento parabólico, puede dividirse en pequeñas experiencias: primero la trayectoria, luego la velocidad, más tarde la aceleración. Cada fragmento se convierte en una pequeña conquista, generando una sensación de avance continuo que motiva y sostiene el interés.

Se percibe también una cercanía emocional con el contenido. Al no sentirse abrumada, la persona que aprende se

involucra con mayor disposición. La ansiedad disminuye, dando paso a una curiosidad más tranquila. En palabras de Guerschberg y Gutiérrez (2025), este enfoque “promueve una experiencia de aprendizaje más autónoma y flexible” (p. 10), donde cada quien regula su propio ritmo.

El uso de herramientas digitales potencia esta propuesta. Videos breves, simulaciones interactivas o cuestionarios rápidos se convierten en aliados que dinamizan el proceso. Cada recurso actúa como una chispa que enciende la comprensión. No se trata de acumular información, sino de construirla paso a paso, con pausas que permiten asimilar lo aprendido.

A nivel curricular, el microaprendizaje invita a repensar la organización de los contenidos. Se rompe la lógica lineal rígida y se abre un diseño más modular. Cada unidad pequeña puede reorganizarse, adaptarse o reforzarse según las necesidades. Esta flexibilidad permite atender mejor la diversidad presente en el aula, respetando distintos ritmos y estilos de aprendizaje.

También se fortalece la evaluación formativa. Al trabajar con segmentos breves, resulta más sencillo identificar dificultades en el momento oportuno. Una pregunta rápida, un ejercicio puntual o una reflexión breve permiten detectar avances y ajustar el proceso. La evaluación deja de sentirse como un juicio y se percibe como acompañamiento constante.

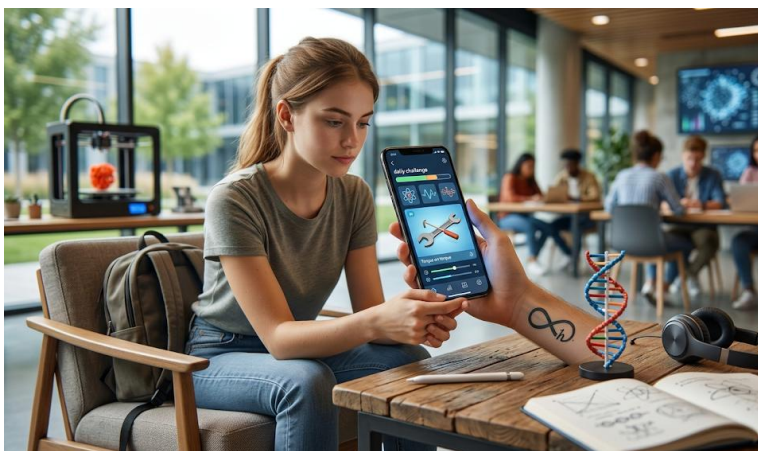
En el ámbito emocional, el microaprendizaje genera una sensación de logro frecuente. Cada cápsula completada deja una huella de satisfacción, como pequeñas victorias acumuladas. Este efecto fortalece la motivación y construye confianza. La Física, que a veces se percibe distante, comienza a sentirse más cercana, más posible, más humana.

De esta manera, el microaprendizaje se integra como una estrategia que no simplifica el conocimiento, sino que lo acerca con

sensibilidad y sentido. Se convierte en un puente entre la complejidad de la ciencia y la experiencia cotidiana del aprendizaje. En ese trayecto, cada pequeño paso cuenta, y cada comprensión, por breve que sea, ilumina el camino.

Figura 22

Estudiante interactuando con una interfaz móvil de microaprendizaje aplicado a la física



6.3.- Aula invertida

El aula invertida en Física se percibe como un cambio que altera el pulso habitual del aprendizaje. Antes, la explicación ocupaba el centro; ahora, el tiempo compartido se transforma en un espacio activo, casi palpable. Desde la mirada del estudiante, se siente distinto: se llega con ideas previas, con dudas vivas, con una curiosidad que ya empezó a encenderse en casa.

En esta dinámica, el contenido teórico viaja fuera del aula mediante videos, lecturas o simulaciones interactivas. La experiencia se vuelve más íntima, más personal. Cada quien avanza a su ritmo, pausa, retrocede, repite. Esa libertad genera cierta

calma, pero también un pequeño vértigo: la responsabilidad del aprendizaje empieza a sentirse más propia.

Durante el encuentro presencial, el ambiente cambia de tono. Ya no se trata de escuchar en silencio, sino de hacer, discutir, equivocarse y volver a intentar. La Física deja de ser una narración distante y se convierte en una práctica viva. Los problemas se abordan en grupo, las ideas chocan, se reformulan, crecen.

Desde la perspectiva pedagógica, esta metodología reorganiza los roles tradicionales. El docente se mueve como guía, acompañante, alguien que observa y orienta. Según Carpena Arias y Esteve Mon (2022), “el aula invertida favorece un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante” (p. 5), lo que se traduce en una participación más auténtica y sostenida.

En el ámbito emocional, el aula invertida despierta sensaciones diversas. Al inicio puede aparecer incertidumbre, incluso resistencia. Sin embargo, poco a poco, se instala una sensación de logro. Comprender un concepto por cuenta propia, llegar al aula con una idea formada, produce una satisfacción silenciosa, casi íntima, que fortalece la confianza.

Cuando se integra la gamificación, el proceso adquiere un matiz lúdico. Retos, niveles y recompensas convierten el aprendizaje en una travesía con pequeños hitos. Carpena Arias y Esteve Mon (2022) destacan que estas estrategias “incrementan la motivación y el compromiso del alumnado” (p. 7), generando una conexión más profunda con los contenidos.

En Física, esta metodología encuentra un terreno fértil. Los conceptos abstractos, a veces difíciles de asimilar, se vuelven más accesibles cuando se trabajan activamente. Resolver un problema en equipo, manipular datos, experimentar con simulaciones, permite que la teoría deje de ser lejana y se vuelva tangible, casi visible.

También se percibe una transformación en la dinámica del error. Equivocarse ya no se vive como un fracaso, sino como parte del camino. En el aula invertida, el error se comparte, se analiza, se convierte en una oportunidad de aprendizaje colectivo. Esa atmósfera reduce la presión y abre espacio para una exploración más libre.

Figura 23

Estudiantes de física en un entorno de aula invertida analizando experimentos mediante dispositivos digitales



No obstante, la implementación requiere cuidado y equilibrio. El acceso a recursos digitales, la calidad de los materiales y la orientación docente influyen de manera decisiva. Sin una planificación adecuada, el estudiante puede sentirse desorientado. Por eso, el acompañamiento constante se vuelve una pieza clave en esta experiencia.

En conjunto, el aula invertida en Física se percibe como un puente entre la autonomía y la colaboración. Desde la vivencia del estudiante, no se trata únicamente de aprender contenidos, sino de habitar el aprendizaje de otra manera. Se siente más cercano, más humano, más propio. Y en ese cambio, algo se transforma profundamente.

6.4.- Impacto institucional de la innovación

El impacto institucional de la innovación en la enseñanza de la Física se percibe como un movimiento que atraviesa pasillos, aulas y decisiones estratégicas. No se queda en el aula; se expande, toca estructuras, reconfigura hábitos. Desde la mirada de quien estudia, se siente como un cambio en el ambiente: más dinámico, más abierto, más dispuesto a escuchar.

Cuando una institución adopta enfoques innovadores, la organización entera empieza a reorganizar sus ritmos. Los horarios, los espacios y hasta las formas de evaluar se transforman. No es un cambio brusco, sino una transición que avanza con cierta tensión. Se percibe una mezcla de entusiasmo y cautela, como cuando se prueba un camino nuevo.

La gestión institucional adquiere un papel determinante en este proceso. Las decisiones administrativas dejan de ser invisibles y comienzan a sentirse en la experiencia diaria del estudiante. De acuerdo con Balta Sevillano y Alexander Sagastegui (2026), “la gestión institucional influye significativamente en el bienestar de los estudiantes”, lo que conecta directamente con la calidad del aprendizaje.

En ese sentido, la innovación no puede sostenerse sin un respaldo organizativo sólido. Recursos tecnológicos, formación docente y acompañamiento continuo se entrelazan como piezas de un mismo engranaje. Cuando alguna falla, la experiencia pierde fuerza. Cuando todas funcionan, se percibe una armonía que favorece el aprendizaje profundo.

Desde la perspectiva estudiantil, el bienestar se convierte en un indicador silencioso del impacto institucional. Ambientes flexibles, docentes motivados y metodologías activas generan una sensación de pertenencia. Balta Sevillano y Alexander Sagastegui

(2026) señalan que el bienestar académico está vinculado a prácticas institucionales coherentes y sostenidas en el tiempo.

Figura 24

Ecosistema institucional de innovación tecnológica y física aplicada



La cultura institucional también se transforma. Se empieza a valorar la experimentación, el error como parte del proceso y la colaboración entre docentes. Esa cultura no se impone; se construye poco a poco, en conversaciones, en reuniones, en pequeñas decisiones cotidianas que van dejando huella.

En el caso de la Física, este impacto se vuelve especialmente visible. Los laboratorios se reinventan, las clases incorporan tecnología, las actividades invitan a pensar y actuar. La disciplina se percibe menos rígida, más cercana. Se genera un ambiente donde aprender se siente menos pesado y más estimulante.

No todo fluye sin fricción. Existen resistencias, dudas, momentos de incertidumbre. Cambiar implica dejar atrás prácticas conocidas, y eso puede incomodar. Sin embargo, cuando la institución acompaña con claridad y apoyo, esas tensiones se transforman en oportunidades de crecimiento colectivo.

También se observa un fortalecimiento en la relación entre docentes y estudiantes. La innovación abre espacios de diálogo, de escucha activa, de construcción conjunta del conocimiento. Esa cercanía genera confianza, y la confianza, a su vez, impulsa una participación más genuina.

En conjunto, el impacto institucional de la innovación en Física se percibe como una transformación que va más allá de lo académico. Se siente en el ambiente, en las relaciones, en la forma en que se vive el aprendizaje. Y en ese proceso, la institución deja de ser un marco rígido para convertirse en un espacio que acompaña, sostiene y evoluciona.

Conclusiones

La transformación digital aplicada a la enseñanza de la Física permite reconocer que el aprendizaje científico atraviesa un momento de profunda renovación pedagógica y humana. A lo largo de esta obra, usted ha podido observar que las tecnologías digitales no representan una moda pasajera ni un recurso decorativo; constituyen herramientas capaces de ampliar la comprensión del mundo físico y fortalecer experiencias formativas más dinámicas, participativas y cercanas. La Física adquiere entonces una nueva temperatura educativa, parecida a una ventana abierta donde la curiosidad encuentra aire para crecer.

La incorporación de inteligencia artificial dentro de los procesos educativos revela posibilidades amplias relacionadas con personalización, acompañamiento y construcción colaborativa del conocimiento. Sin embargo, también deja ver la necesidad de mantener una mirada ética y consciente frente al uso de sistemas automatizados. La tecnología, por sí misma, no garantiza experiencias significativas; requiere sensibilidad pedagógica, criterio humano y reflexión permanente. En cada herramienta digital utilizada dentro del aula permanece una decisión educativa que influye en la manera en que el estudiantado comprende la ciencia y se relaciona con ella.

Los laboratorios virtuales y remotos evidencian que la experimentación científica puede trascender las limitaciones físicas tradicionales y acercarse a estudiantes que antes observaban la Física desde cierta distancia. Usted habrá percibido que estas estrategias favorecen la visualización de fenómenos complejos, fortalecen el análisis de datos y permiten ensayar hipótesis con mayor libertad. La experiencia experimental deja de sentirse inaccesible; adquiere movimiento, color y cercanía, como una

chispa que ilumina lentamente el camino de la comprensión científica.

Las metodologías activas desarrolladas en esta obra permiten comprender que aprender Física implica participar, construir, dialogar y crear. El aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y la cultura maker transforman la relación entre teoría y práctica mediante experiencias donde el conocimiento deja de permanecer inmóvil. Cada actividad desarrollada dentro de estas propuestas abre espacios para la colaboración, el pensamiento crítico y la resolución de situaciones reales. La ciencia se vuelve entonces menos distante y más vinculada con la experiencia cotidiana del estudiante.

Otro aspecto relevante radica en la necesidad de fortalecer competencias científicas y digitales de manera articulada. El mundo contemporáneo exige capacidades relacionadas con interpretación de información, análisis crítico y uso responsable de tecnologías emergentes. Frente a esta realidad, la enseñanza de la Física adquiere una función formativa mucho más amplia que la transmisión de contenidos disciplinares. Usted puede advertir que educar científicamente también implica formar ciudadanos capaces de tomar decisiones reflexivas, comprender fenómenos sociales y participar activamente en comunidades interconectadas.

Las experiencias descritas a lo largo del libro permiten reconocer que la innovación educativa no depende exclusivamente de grandes infraestructuras tecnológicas, sino de la capacidad docente para transformar las dinámicas de aprendizaje con creatividad, sensibilidad y apertura al cambio. Muchas veces, pequeñas modificaciones metodológicas producen efectos profundamente significativos dentro del aula. Una pregunta bien planteada, un simulador utilizado oportunamente o un proyecto interdisciplinario pueden convertirse en semillas que despierten interés genuino por la ciencia y fortalezcan la autonomía intelectual del estudiantado.

También resulta evidente que la educación científica necesita avanzar hacia propuestas más inclusivas y flexibles, capaces de reconocer diferencias culturales, ritmos de aprendizaje y trayectorias diversas. Las secuencias didácticas inclusivas y el microaprendizaje muestran alternativas pedagógicas orientadas a favorecer participación y accesibilidad. Usted probablemente habrá sentido que estas estrategias acercan la Física a experiencias humanas más reales y menos rígidas, donde cada estudiante encuentra oportunidades para construir sentido desde sus propias posibilidades y formas de comprender el entorno.

La sostenibilidad y la integración STEAM presentes en distintos capítulos reflejan una preocupación creciente por vincular ciencia, tecnología y responsabilidad social. La Física adquiere un valor particularmente significativo cuando contribuye a interpretar problemáticas relacionadas con energía, medio ambiente e innovación tecnológica. En ese recorrido, el aprendizaje deja de permanecer encerrado entre paredes académicas y comienza a dialogar con necesidades colectivas. La ciencia se convierte entonces en una herramienta capaz de orientar decisiones conscientes y fortalecer compromiso con la realidad contemporánea.

A medida que usted avanzó por estas páginas, posiblemente percibió que la transformación digital no reemplaza la experiencia humana dentro de la educación; más bien amplía sus posibilidades y reconfigura sus formas de interacción. La presencia docente continúa siendo una guía afectiva e intelectual imprescindible. Ninguna plataforma puede sustituir la sensibilidad de quien escucha, orienta y acompaña procesos de aprendizaje con empatía y convicción. En medio de pantallas y algoritmos, la educación sigue construyéndose a través de vínculos profundamente humanos.

Este recorrido permite concluir que la enseñanza de la Física atraviesa una etapa fértil, llena de oportunidades para

reinventar prácticas educativas y fortalecer experiencias científicas más significativas. Usted no encuentra aquí respuestas cerradas ni fórmulas definitivas; encuentra caminos posibles, preguntas abiertas y herramientas que dialogan con las necesidades del presente. La transformación educativa se parece muchas veces a la construcción de un puente: requiere paciencia, visión y trabajo compartido. Cada avance pedagógico, por pequeño que parezca, contribuye a acercar la ciencia a la vida cotidiana y a las emociones humanas.

Referencias Bibliográficas

- Aguilera Machado, D. E. (2024). Compendio de hojas de cálculo con LibreOffice Calc para el procesamiento de información estadística. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 15(2), e4298.
<https://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/4298>
- Balta Sevillano, G. del C., & Alexander Sagastegui, P. (2026). Impacto de la gestión institucional en el bienestar de los estudiantes de educación superior: análisis sistemático. *Revista InveCom*, 6(1), e601106. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15637418>
- Basto Contreras, D. Y., Isidro Delgado, M. A., Estevez Carvajal, Y. S., Alvarado Miranda, L. A., Galvis Diaz, P. A., & Alvarado Miranda, J. M. (2025). La gamificación en la educación física: una estrategia pedagógica para la motivación y la innovación educativa. *GADE: Revista Científica*, 5(3), 410–422.
<https://doi.org/10.63549/rg.v5i3.720>
- Carpeta Arias, J., & Esteve Mon, F. (2022). Aula invertida gamificada como estrategia pedagógica en la educación superior: Una revisión sistemática. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80).
<https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2435>
- Castro, A. N., Aguilera, C. A., & Chávez, D. (2022). Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID-19. *Formación Universitaria*, 15(2), 151–162. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- Chicaiza Pérez, C. E., Haro Salguero, J. D., Mena Chusin, J. A., & Gancino De La Cruz, F. A. (2025). Perspectivas contemporáneas sobre el uso de la modelización matemática en el desarrollo del pensamiento crítico en la educación. *Remulci*, 3(1), e1119.
<https://doi.org/10.59282/remulci.3.1.1119>
- Chimbo Guzmán, L. A., Garzón Pichogagon, T. A., Chimbo Guzmán, J. del P., Chimbo Silva, K. M., & Villa Ronquillo, A. L. (2025). Diseño de laboratorios virtuales como recurso innovador para la enseñanza experimental de la química en contextos híbridos o virtuales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 9424–9432.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18589

- Gamarra Rojas, S., Palma Alvino, F., Santos Hinostroza, W. C., & Carhuas Zevallos, F. O. (2025). Inteligencia artificial generativa como asistente pedagógico redefiniendo la relación docente-estudiante. *Scientia Andes*, 1(4), 38–56. <https://doi.org/10.64230/sca.v1i4.22>
- Golé, C., & Mercedes Hirsch, M. (2024). Transformaciones educativas, transformaciones territoriales: sobre la ampliación de las experiencias formativas en el espacio social rural intercultural de Misiones (Argentina). *Diálogos sobre Educación. Temas Actuales en Investigación Educativa*, 15(31), 00008. <https://doi.org/10.32870/dse.v0i31.1554>
- Guerschberg, L., & Gutierrez, Y. E. (2025). Microaprendizaje en educación superior: Impacto en el desarrollo del proceso de aprendizaje. *Sapiens in Higher Education*, 2(2), 1–20. <https://doi.org/10.71068/a19pw776>
- Logroño Herrera, L., & Ramos Singaicho, D. (2023). Recursos digitales en la asignatura de ciencias naturales. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(5), 228–244. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.731>
- Macías Borrego, M. (2025). *Análisis de errores: Del análisis contrastivo a la era de la inteligencia artificial*. <https://hdl.handle.net/10115/75537>
- Mendoza-Armijos, H. E., Rivadeneira-Moreira, J. C., Carvajal-Jumbo, A. V., & Saavedra-Calberto, I. M. (2023). Análisis de la relación entre el uso de dispositivos digitales y el rendimiento académico en matemáticas. *Revista Científica Ciencia y Método*, 1(2), 43–57. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n2/14>
- Morales Gramal, L., Molina Patiño, E., Vásquez Revelo, W., Bastidas Guevara, J., & Zúñiga Hernández, J. (2025). STEAM en la transformación de la enseñanza de las matemáticas en escenarios educativos diversos. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(5), 2188–2206. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i5.4732>
- Paguay-Simbaña, M. Y., Jimenez-Abad, D., Quiliguango-Lanchimba, V. F., Maynaguez-Canacuan, M. P., Coello-García, C. de los Ángeles, & Coello-Ortiz, S. M. (2024). La ética en el uso de la inteligencia artificial en los procesos educativos. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4), 145–158. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.12>
- Parra, A. E. (2026). *Estrategias didácticas para fortalecer el razonamiento y la comprensión en la resolución de problemas*

- matemáticos en estudiantes de grado quinto del Colegio Children School de Bucaramanga, Santander* [Trabajo de diplomado de profundización]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/78144>
- Piñera Concepción, Y. de la C., Zumba Raigoza, G. P., Manobanda Quinatoa, A. del P., & Ortiz Aguilar, W. (2025). Secuencias didácticas para la inclusión de la diversidad en el área de Lengua y Literatura en segundo año. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 5(5), 1–17. <https://doi.org/10.62305/alcon.v5i5.805>
- Rendón Gil, J. G. R., & Angulo Armenta, J. (2022). Metaanálisis sobre ciudadanía digital en Iberoamérica: énfasis en educación. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (82), 91–103. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.82.2593>
- Romo Pozo, F. P., Cabrera Cabrera, N. M., Ibijés Acosta, M. R., Tapie Hernandez, R. A., Silva Yanez, S. Y., & Flores Masabanda, M. R. (2025). Implementación de simuladores interactivos como estrategia para fortalecer competencias prácticas en entornos educativos virtuales y presenciales. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 2(4), 413–419. <https://doi.org/10.70625/rlce/367>
- Ruiz-Mori, I., Romero-Carazas, R., Espíritu-Martínez, A. P., Mamani-Jilaja, D., Valero-Ancco, V. N., & Flores-Chambilla, S. G. (2023). Análisis bibliométrico de la producción científica sobre competencia y brecha digitales. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 19(2), 77–87. <https://revistasbnjm.sld.cu/index.php/BAI/article/view/653>
- Santoyo Mercado, A., Casillas Lopez, M. A., & Olivares Gallo, J. E. A. (2022). Visualización de la imagen gráfica de un envase a través de la realidad aumentada como herramienta de apoyo educativo en un contexto de pandemia global. *Zincografía*, 6(11), 97–115. <https://doi.org/10.32870/zcr.v6i11.146>
- Silvera, Y. P. (2024). *Innovación social y sostenibilidad educativa: El proyecto de paneles solares en el Colegio San José* [Trabajo de diplomado de profundización]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/66589>
- Varona Klioukina, S., & Engel, A. (2024). Prácticas de personalización del aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales: una revisión sistemática. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (87), 236–250. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.3019>

Zúñiga González, L. R., Molina Andrade, A., & Mateus Vargas, M. (2025). Investigación en diseño de prototipos basados en ABP y CSC para una educación en energías renovables con enfoque CTS. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(5), 14940–14960. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20696



 **CIE**
Centro de Investigación
e Innovación Educativa



EDITORIAL
SAGA

ISBN: 978-9907-803-25-9



9 789907 803259