

PRIMERA EDICIÓN

Metodología de la Pedagogía de las Ciencias Naturales

AUTORÍA

MARÍA ANGELICA JARA CASTRO
DAVID JOB MORALES NEIRA

Metodología de la pedagogía de las ciencias naturales

Autores

María Angelica Jara Castro

Universidad Estatal de Milagro

mjarac2@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6027-9961>

David Job Morales Neira

Universidad Estatal de Milagro

dmoralesn@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4175-885X>

© Ediciones RISEI, 2025

Todos los derechos reservados.

Este libro se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución CC BY 4.0 Internacional.

Las opiniones expresadas en esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la posición la editorial.

Editorial: *Ediciones RISEI*

Colección Educación en acción: Praxis, currículo y subjetividades

Título del libro: Metodología de la pedagogía de las ciencias naturales

Autoría: María Jara / David Morales (Docentes UNEMI)

Edición: Primera edición

Año: 2025

ISBN digital: 978-9942-596-00-0

DOI: <https://doi.org/10.63624/risei.book-978-9942-596-00-0>

Coordinación editorial: Jorge Maza-Córdova y Tomás Fontaines-Ruiz

Corrección de estilo: Unidad de Redacción y Estilo

Diagramación y diseño: Unidad de Diseño

Revisión por pares: Sistema doble ciego de revisión externa

Machala – Ecuador, diciembre de 2025

Este libro fue diagramado en InDesign.

Disponible en: <https://editorial.risei.org/>

Contacto: info@risei.org

Prólogo

Este libro nace de la convicción de que la pedagogía de las Ciencias Naturales sólo alcanza su pleno sentido cuando se vive como una forma de investigación continua: investigación sobre los fenómenos naturales, sobre los procesos de aprendizaje y, muy especialmente, sobre la propia práctica docente. En los últimos años, la comunidad científico-educativa ha exigido salir de la enseñanza recitativa y aproximarse a aulas donde curiosidad, hipótesis, datos y argumentos se entretajan para formar ciudadanos capaces de comprender y transformar su entorno. Este texto aporta caminos, herramientas y reflexiones para quienes desean transitar ese horizonte.

El Capítulo I analiza las especificidades de la metodología de la investigación educativa en el campo de las ciencias naturales, destacando el carácter interdisciplinario que exige integrar procedimientos propios de la epistemología científica con técnicas de la investigación educativa. Se discuten diseños cuasi-experimentales, estudios de caso, etnografías y metodologías mixtas, subrayando la importancia de la validez de constructo, la triangulación y la ética de la investigación escolar.

El Capítulo II coloca al docente en el centro del escenario: ya no como mero transmisor de contenidos, sino como investigador de su propia práctica, diseñador de experiencias, gestor de recursos y facilitador de comunidades de indagación. Se examinan competencias clave conocimiento pedagógico-del-contenido, liderazgo investigativo, dominio de TIC y habilidades de retroalimentación ilustradas con ejemplos de aulas iberoamericanas que han convertido la pregunta estudiantil en el motor del currículo.

El Capítulo III profundiza en estrategias didácticas que funcionan como dispositivos de investigación: mapas conceptuales para revelar estructuras cognitivas, estudios de caso para analizar problemas reales, simulaciones (PhET, Labster) para experimentar sin riesgo, y proyectos de huertos o biocontenedores que vinculan saberes ancestrales con metodología científica. Cada estrategia se acompaña de rúbricas, protocolos y guías de campo listas para adaptar.

El Capítulo IV articula la educación investigativa y científica con el uso reflexivo de recursos didácticos. Se muestra cómo convertir el aula en un laboratorio de ideas: desde la formulación

de preguntas hasta la comunicación multimodal de resultados, pasando por el diseño de portafolios, diarios de campo, organizadores gráficos y plataformas de inteligencia artificial generativa. Se subraya que el recurso, por innovador que sea, adquiere valor cuando se inserta en una secuencia que promueve la autonomía, la colaboración y la transferencia.

En conjunto, estos capítulos ofrecen un mapa de ruta para docentes, formadores de formadores e investigadores que desean hacer de la pedagogía de las ciencias naturales un espacio vivo de investigación, donde el conocimiento se construye, se cuestiona y se comunica, contribuyendo así a una ciudadanía crítica, informada y comprometida con su entorno.

Bienvenidos a esta travesía entre preguntas, datos y descubrimientos; bienvenidos a una metodología que se construye día a día en el aula.

Contenido

CAPÍTULO I **11**

Especificidades de la metodología de la investigación educativa en ciencias naturales

- Introducción—13
- Objetivos de aprendizaje—14
- Desarrollo del capítulo—14
- Referencias—29

CAPÍTULO II **29**

El papel protagónico del docente de ciencias naturales dentro del proceso de enseñanza aprendizaje

- Introducción—31
- Objetivos de aprendizaje—32
- Desarrollo del capítulo—32
- Referencias—44

CAPÍTULO III **45**

Estrategias didácticas como recurso pedagógico de las ciencias naturales

- Introducción—47
- Objetivos de aprendizaje—48
- Desarrollo del capítulo—48
- Referencias—64

CAPÍTULO IV

65

La educación investigativa y científica en recursos didácticos y el aula

- Introducción—67
- Objetivos de aprendizaje—68
- Desarrollo del capítulo—69
- Referencias—98

Especificidades de la metodología de la investigación educativa en ciencias naturales

Introducción

La investigación educativa constituye un pilar fundamental en la construcción de conocimiento pedagógico y en la transformación de las prácticas docentes. Este capítulo aborda las especificidades metodológicas que orientan el estudio sistemático de los fenómenos educativos, con énfasis en la enseñanza de las Ciencias Naturales. A través de una mirada crítica y reflexiva, se exploran los principales paradigmas que sustentan la investigación en el ámbito escolar, así como las estrategias que permiten articular teoría y práctica en contextos reales de aprendizaje.

En primer lugar, se analizan los paradigmas educativos que influyen en la enseñanza de las Ciencias Naturales, destacando el enfoque constructivista como una perspectiva que promueve el aprendizaje significativo y la participación del estudiante en la construcción del conocimiento. Asimismo, se examina la investigación experimental como herramienta para validar hipótesis y generar evidencias empíricas en el aula.

En segundo término, se presentan las metodologías de investigación cualitativa y cuantitativa, con especial atención a los enfoques descriptivos y experimentales. Estas metodologías ofrecen marcos rigurosos para el análisis de datos, la interpretación de resultados y la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas.

Finalmente, se introducen estrategias de aprendizaje orientadas al desarrollo de macroproyectos educativos, los cuales permiten integrar los saberes investigativos con la práctica docente, favoreciendo la innovación, la contextualización y la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Este capítulo invita al lector a comprender y comparar los diferentes paradigmas educativos aplicados a la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Objetivos de aprendizaje

- Relacionar paradigmas educativos con metodologías de investigación aplicables al bachillerato.
- Aplicar principios constructivistas en el diseño de investigaciones descriptivas y experimentales.
- Evaluar la efectividad de estrategias didácticas basadas en la indagación mediante metodologías cualitativas y cuantitativas.
- Implementar investigaciones educativas que integren recursos didácticos digitales y analógicos, promoviendo la autonomía y el pensamiento crítico.

Estrategias de aprendizaje

Microproyecto

Desarrollo del capítulo

Paradigmas educativos en la enseñanza de las Ciencias Naturales

La enseñanza de las Ciencias Naturales en el bachillerato ha sido atravesada por distintos paradigmas que han definido qué se entiende por aprender ciencias y cómo se debe enseñar. Desde el paradigma tradicional, centrado en la transmisión de contenidos, hasta el paradigma constructivista, que promueve el aprendizaje activo y contextualizado, estos marcos teóricos han influido directamente en la forma en que se diseñan las clases, se evalúa el aprendizaje y se comprende el rol del docente y del estudiante.

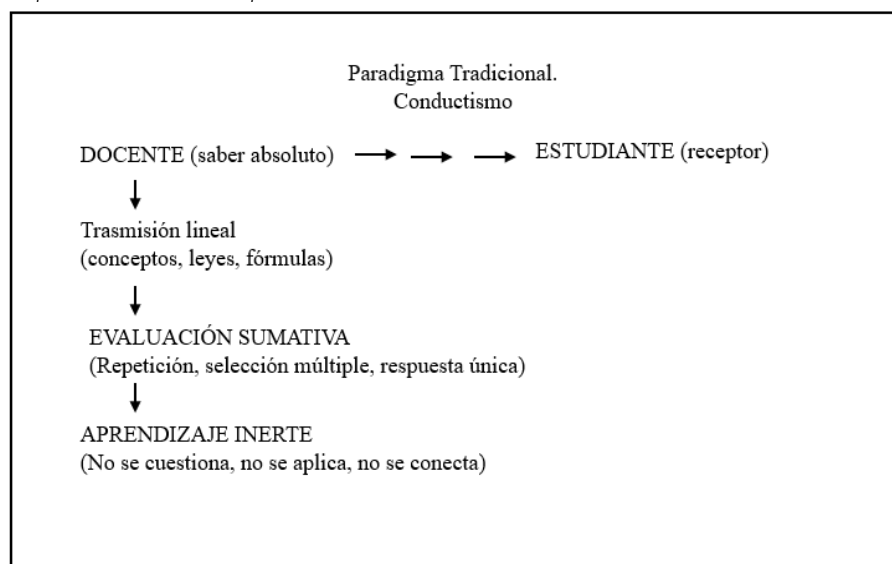
Paradigma tradicional: enfoque conductista

El paradigma tradicional, también conocido como conductista, concibe el aprendizaje como la adquisición de respuestas correctas mediante refuerzo y repetición. En este modelo, el docente es

el transmisor de conocimientos y el estudiante un receptor pasivo. Según Díaz Barriga (2006), este enfoque ignora el contexto sociocultural del estudiante y sus ideas previas, lo que genera aprendizajes inertes y poco transferibles.

Figura 1

Representación esquemática del aula tradicional



Nota: Elaborado por el autor

La imagen visualiza cómo el conocimiento fluye desde el docente hacia el estudiante sin retroalimentación, lo que limita la construcción de significados y la participación activa del alumno en su proceso de aprendizaje.

Paradigma constructivista: aprender haciendo

El paradigma constructivista, fundamentado en autores como Piaget, Vygotsky, Ausubel y Bruner, concibe el aprendizaje como un proceso activo de construcción de significados. En este enfoque, el estudiante interactúa con su entorno, formula hipótesis, experimenta y reflexiona. El docente actúa como facilitador del aprendizaje, promoviendo situaciones que generen desequilibrio cognitivo y favorezcan la reestructuración conceptual.

Tabla 1.

Fundamentos teóricos del constructivismo y sus implicaciones en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Autor	Aporte central	Implicancia pedagógica
Piaget (1970)	Equilibrio entre asimilación y acomodación	Diseñar situaciones que generen conflicto cognitivo

Vygotsky (1978)	Zona de desarrollo próximo	Docente como andamiaje, promoción del aprendizaje colaborativo
Ausubel (1968)	Aprendizaje significativo	Partir de las ideas previas del estudiante
Bruner (1990)	Enseñanza por descubrimiento progresivo	Uso de manipulativos y narrativas para inferir leyes
Driver et al. (1994)	Concepciones alternativas	Promover el debate argumentativo y la refutación

Nota: elaborada por el autor

La tabla sintetiza cómo las teorías constructivistas se traducen en acciones concretas dentro del aula, permitiendo al docente diseñar experiencias de aprendizaje centradas en el estudiante y en la indagación científica.

Aplicaciones del constructivismo en el aula

El constructivismo se traduce en metodologías activas como el aprendizaje basado en la indagación, la resolución de problemas, el uso de simulaciones y el trabajo colaborativo. Estas estrategias no solo promueven la comprensión conceptual, sino también el desarrollo de habilidades científicas como la observación, la formulación de hipótesis y la comunicación de resultados.

Tabla 2.

Aportes del paradigma constructivista en la enseñanza de las Ciencias Naturales

Dimensión	Descripción
Aprendizaje activo	Experimentos, investigaciones y actividades prácticas
Construcción del conocimiento	El saber se construye a partir de la experiencia y la reflexión
Contextualización	Los conceptos se enseñan en situaciones reales y significativas
Evaluación formativa	Se prioriza el proceso y la retroalimentación continua
Desarrollo de habilidades científicas	Se fomenta el pensamiento crítico, la argumentación y el análisis de datos

Nota: elaborada por el autor

La tabla evidencia que el constructivismo no es solo una teoría, sino un modelo operativo que transforma la enseñanza en una experiencia activa, significativa y evaluada continuamente.

Implicaciones pedagógicas

Adoptar el paradigma constructivista en la enseñanza de las Ciencias Naturales implica un cambio en el rol del docente, quien deja de ser un transmisor de información para convertirse en un facilitador del aprendizaje. Según Novak (1998), el profesor debe diseñar ambientes de aprendizaje ricos en experiencias, promover la reflexión y valorar la diversidad de ideas como punto de partida para el desarrollo conceptual.

Asimismo, se requiere una evaluación formativa que permita identificar los avances, dificultades y procesos de pensamiento de los estudiantes, más allá de la simple verificación de respuestas correctas. La retroalimentación continua y el uso de rúbricas, portafolios y autoevaluaciones son herramientas clave en este enfoque.

El paradigma constructivista ofrece una base sólida para una enseñanza de las Ciencias Naturales más inclusiva, significativa y transformadora. Al reconocer al estudiante como protagonista de su aprendizaje y al valorar la interacción entre conocimiento previo, experiencia y mediación docente, se favorece el desarrollo de competencias científicas y el pensamiento crítico, esenciales para comprender el mundo natural y participar activamente en la sociedad.

En el área de las Ciencias Naturales este paradigma es una gran ventaja debido a que brinda un sinnúmero de aportes:

Tabla 3.
Aportes del paradigma constructivista

Aprendizaje Activo	Los estudiantes deben participar activamente en la construcción de su conocimiento a través de actividades como: experimentos, investigaciones y actividades prácticas que permitan explorar los conocimientos científicos de mejor manera.
Construcción del conocimiento	El conocimiento no es transmitido directamente del profesor al estudiante debido a que se construye a través de la interacción con el entorno, la experimentación y la reflexión de esas experiencias.

Aprendizaje contextualizado	Los conceptos científicos se entienden mejor cuando se enseñan en contextos que son significativos y relevantes para los estudiantes. Las situaciones del mundo real y los problemas auténticos ayudan a los estudiantes a ver la aplicabilidad de la ciencia en su vida cotidiana.
Evaluación formativa	La evaluación no se limita a pruebas y exámenes, en cambio se aplica la evaluación formativa, que se centra en el progreso del estudiante y su proceso de aprendizaje. En Ciencias Naturales, esto puede incluir la observación del trabajo de laboratorio, la revisión de diarios de experimentos, presentaciones de proyectos y discusiones en clase. La evaluación formativa permite a los docentes identificar áreas de dificultad y proporcionar retroalimentación oportuna y constructiva, fomentando así un aprendizaje continuo y profundo.
Desarrollo de habilidades científicas	El enfoque constructivista también promueve el desarrollo de habilidades científicas fundamentales, como la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación y el análisis de datos. A través de la práctica y la experiencia directa, los estudiantes aprenden a pensar y actuar como científicos, desarrollando una comprensión más profunda y duradera de los conceptos y métodos científicos.

Nota: Elaboración propia, basada en (Flórez, 2005; Patiño, 2018).

El paradigma constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales transforma el aula en un espacio dinámico donde los estudiantes son protagonistas de su propio aprendizaje. Mediante la participación, la contextualización del conocimiento, la colaboración y una evaluación formativa, los estudiantes desarrollan no solo un conocimiento sólido de los conceptos científicos, sino también habilidades y actitudes que los preparan para seguir aprendiendo y explorando el mundo natural a lo largo de sus vidas.

En el contexto de una educación orientada al desarrollo del pensamiento crítico, la curiosidad intelectual y la formación integral del estudiante, la dimensión investigativa y científica se ha convertido en un eje fundamental dentro del aula.

Este enfoque promueve la construcción activa del conocimiento mediante la formulación de preguntas, la exploración de fenómenos y la aplicación del método científico. La enseñanza ya no se concibe como una simple transmisión de contenidos, sino como un proceso dinámico en el que el estudiante participa activamente en la generación de saberes

En la educación contemporánea, la dimensión investigativa y científica ha pasado a ser un eje transversal del aula que sustituye la mera transmisión de contenidos por procesos de descubrimiento guiado. Al insertar recursos didácticos basados en la indagación como simuladores, proyectos de investigación o estudios de caso se fomenta que el estudiante formule preguntas auténticas, aplique el método científico y construya conocimiento de manera activa y contextualizada (Hodson, 2014). Esta pedagogía no solo desarrolla habilidades cognitivas superiores, sino que cultiva la curiosidad intelectual y el pensamiento crítico, competencias clave para una ciudadanía capaz de interpretar y transformar su realidad

La incorporación de recursos didácticos investigativos convierte al aula en un laboratorio de ideas donde docentes y alumnos co-diseñan experiencias de aprendizaje. Herramientas como sensores IoT, plataformas de análisis de datos o simulaciones interactivas permiten recrear fenómenos complejos, recolectar evidencia y argumentar conclusiones, replicando así la práctica científica auténtica (Sánchez et al 2024). Además, al publicar resultados en blogs, pósteres o podcasts, el estudiante asume un rol público de comunicador científico, lo que refuerza su autoeficacia y compromiso con la comunidad académica (Area Moreira, 2018). En este escenario, la educación investigativa se revela como estrategia didáctica poderosa para formar sujetos reflexivos, autónomos y preparados para los desafíos del siglo XXI.

Limitaciones del aprendizaje significativo

Es importante mencionar algunas limitaciones a considerar del aprendizaje significativo, aunque ampliamente valorado en el ámbito educativo, enfrenta diversas limitaciones que afectan su implementación efectiva en estudiantes de bachillerato. Entre las barreras externas destacan la falta de tiempo y la sobrecarga de contenidos, que dificultan la profundización necesaria para establecer conexiones duraderas entre los nuevos saberes y los conocimientos previos. Asimismo, la escasez de recursos didácticos y tecnológicos limita las estrategias que el docente puede emplear para facilitar este tipo de aprendizaje. Cuando la planificación educativa no contempla el rol del docente como mediador,

el estudiante pierde protagonismo en su proceso formativo, lo que obstaculiza la construcción activa del conocimiento.

Por otro lado, las limitaciones internas del estudiante también inciden de manera significativa. La falta de motivación, los conocimientos previos insuficientes y las dificultades emocionales o cognitivas, como el TDAH o problemas de atención, pueden interferir en la capacidad de establecer relaciones significativas entre conceptos. Además, el contexto educativo presenta obstáculos como la rigidez curricular, que impone contenidos poco conectados con la realidad del alumno, y la persistencia de métodos tradicionales centrados en la memorización. Estas prácticas reducen el espacio para el pensamiento crítico y la reflexión, elementos esenciales del aprendizaje significativo. Finalmente, el énfasis en el rendimiento individual y la categorización de los estudiantes según su desempeño puede generar sentimientos de inferioridad y limitar el aprendizaje colaborativo, afectando negativamente la experiencia educativa.

Metodologías de investigación en educación científica

Las metodologías de investigación en educación científica ofrecen diversas posibilidades para explorar y comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de Ciencias Naturales. Dependiendo del propósito del estudio y del tipo de preguntas planteadas, es posible adoptar enfoques cualitativos, cuantitativos o mixtos. En el caso de la investigación descriptiva, el enfoque cualitativo permite profundizar en las percepciones, creencias y contextos de los estudiantes y docentes, utilizando métodos como entrevistas, observación directa y estudios de caso. Por su parte, el enfoque cuantitativo se orienta a la medición de variables, la identificación de patrones y el análisis de tendencias mediante instrumentos como encuestas, pruebas estandarizadas y técnicas de estadística descriptiva. Ambos enfoques, cuando se integran adecuadamente, contribuyen a una comprensión más completa y enriquecedora de los fenómenos educativos.

Investigación descriptiva

La investigación descriptiva se centra en observar, describir y documentar aspectos específicos del proceso educativo sin intervenir directamente en él. Este tipo de investigación es fundamental para entender cómo se desarrollan las prácticas educativas y las experiencias de los estudiantes y docentes en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Enfoque cualitativo en la investigación descriptiva:

- **Objetivo:** Describir fenómenos complejos y obtener una comprensión profunda de las experiencias y percepciones de los participantes.
- **Métodos:** Entrevistas en profundidad, grupos focales, observación participante, análisis de documentos y estudios de caso.
- **Análisis de datos:** Codificación temática, análisis de contenido, análisis narrativo.
- **Ventajas:** Ofrece una rica descripción contextual, captura la complejidad de las experiencias humanas, flexible y adaptativa.
- **Limitaciones:** Generalización limitada, puede ser subjetiva, requiere mucho tiempo y recursos.
- **Ejemplo:** Un estudio cualitativo sobre las estrategias de enseñanza utilizadas por los profesores de Ciencias Naturales en escuelas secundarias puede implicar la observación de las clases y entrevistas con los docentes para explorar sus métodos pedagógicos y las razones detrás de sus elecciones.

El enfoque cualitativo en la investigación descriptiva permite adentrarse en la complejidad de los fenómenos educativos propios de las Ciencias Naturales, revelando matices, significados y contextos que los métodos numéricos no alcanzan a captar. Al privilegiar la voz de los actores sus ideas previas, sus emociones y sus prácticas cotidianas, este enfoque no solo describe qué ocurre en el aula, sino por qué y cómo ocurre, proporcionando claves para rediseñar intervenciones más inclusivas, pertinentes y transformadoras. Su aporte radica, entonces, en hacer visible lo invisible: las creencias implícitas, los valores disciplinares y las dinámicas de poder que configuran la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, sentando bases rigurosas para cambios sustantivos en la formación científica escolar.

Enfoque cuantitativo en la investigación descriptiva:

- **Objetivo:** Cuantificar características y fenómenos, describir distribuciones y frecuencias.
- **Métodos:** Encuestas, cuestionarios estructurados, análisis de bases de datos existentes.
- **Análisis de datos:** Estadísticas descriptivas (medias, medianas, modos, desviaciones estándar), gráficos y tablas.
- **Ventajas:** Permite generalizar a partir de muestras representativas, datos objetivos y reproducibles, análisis estadístico robusto.
- **Limitaciones:** Puede simplificar la complejidad de los fenómenos, menos flexible en el diseño de los instrumentos.

- Ejemplo: Un estudio cuantitativo sobre el rendimiento académico en Ciencias Naturales puede recopilar datos de exámenes y evaluaciones estandarizadas para analizar patrones y tendencias en el desempeño de los estudiantes a nivel regional o nacional.

En definitiva, el enfoque cuantitativo en la investigación descriptiva aporta la precisión y el poder de síntesis necesarios para cartografiar tendencias, magnitudes y relaciones básicas dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales. Al cuantificar actitudes, rendimientos, frecuencias o niveles de dominio conceptual, permite establecer líneas base, detectar brechas entre grupos y priorizar áreas de intervención con base en evidencias objetivas

Investigación experimental

La investigación experimental en base a los estudios de Bisquerra (2014) se centra en establecer relaciones causales entre variables. Este tipo de investigación es predominante en los enfoques cuantitativos, aunque también puede integrar elementos cualitativos.

Enfoque cuantitativo en la investigación experimental

- Objetivo: Determinar causalidad, medir el efecto de una variable independiente sobre una variable dependiente.
- Métodos: Experimentos controlados, ensayos aleatorios, estudios cuasi experimentales.
- Análisis de datos: Pruebas estadísticas inferenciales (ANOVA, t-test, regresión), análisis de varianza, modelado estadístico.
- Ventajas: Alta validez interna, control riguroso de variables, permite inferencias causales sólidas.
- Limitaciones: Puede tener baja validez externa, a veces es difícil generalizar los resultados a contextos no experimentales, puede ser costoso y complejo de implementar.
- Ejemplo: Un experimento para evaluar el impacto de la enseñanza basada en la indagación frente a la enseñanza tradicional en el rendimiento de los estudiantes de biología. Los estudiantes se asignan aleatoriamente a uno de los dos métodos de enseñanza y su rendimiento se evalúa mediante pruebas estandarizadas antes y después de la intervención.

Integración de elementos cualitativos en la investigación experimental

- Objetivo: Complementar los datos cuantitativos con una comprensión más profunda de los procesos y contextos subyacentes.

- Métodos: Entrevistas post-experimentales, observaciones cualitativas durante el experimento, análisis de casos individuales.
- Análisis de datos: Triangulación de datos cualitativos y cuantitativos, análisis narrativo de experiencias de los participantes.
- Ventajas: Ofrece una visión más completa y rica del fenómeno estudiado, ayuda a interpretar mejor los resultados cuantitativos.
- Limitaciones: Mayor complejidad en el diseño y análisis requiere habilidades en ambos enfoques metodológicos.
- Ejemplo: En un experimento sobre el uso de simulaciones interactivas en la enseñanza de la física, además de medir el rendimiento académico, se pueden realizar entrevistas con los estudiantes para explorar sus percepciones y experiencias con las simulaciones, proporcionando un contexto más completo para interpretar los resultados cuantitativos.

Los diseños cuantitativos en investigación educativa, como el pre-test/post-test y el uso de grupos control, permiten evaluar con precisión el impacto de una intervención pedagógica. En el contexto de la enseñanza de las Ciencias Naturales, estos diseños facilitan la medición de cambios en el rendimiento académico, la comprensión conceptual o el desarrollo de habilidades específicas antes y después de aplicar una estrategia didáctica. El grupo experimental recibe la intervención, mientras que el grupo control no, lo que permite establecer comparaciones objetivas y determinar la eficacia del método utilizado. Este enfoque se apoya en instrumentos estandarizados y análisis estadísticos que garantizan la validez y confiabilidad de los resultados.

Por otro lado, la integración de elementos cualitativos mediante la triangulación enriquece la investigación educativa al ofrecer una visión más profunda y contextualizada del fenómeno estudiado. La triangulación consiste en combinar diferentes fuentes de datos, métodos o perspectivas para contrastar y validar los hallazgos. En el aula de Ciencias Naturales, esto puede implicar complementar los resultados cuantitativos con entrevistas a estudiantes, observaciones de clase y análisis de producciones escritas, lo que permite comprender no solo qué aprenden los alumnos, sino cómo y por qué lo hacen. Esta estrategia fortalece la interpretación de los datos y aporta mayor credibilidad al estudio, al considerar la complejidad del proceso educativo desde múltiples dimensiones.

Tabla 4.

Resumen de metodologías de investigación en educación científica

Tipo de investigación	Enfoque	Métodos	Aplicación en Ciencias Naturales
Descriptiva	Cualitativo	Observación, entrevistas, estudios de caso	Análisis de creencias previas sobre fenómenos naturales
Descriptiva	Cuantitativo	Encuestas, pruebas, estadística descriptiva	Niveles de rendimiento en pruebas de ciencias
Experimental	Cuantitativo	Pre-test/post-test, grupos control	Impacto de una estrategia ABP en el aprendizaje de biología
Experimental	Mixto	Experimentos + entrevistas	Uso de simulaciones en física: datos + percepciones. Experimento + entrevistas para interpretar resultados

Nota: elaborada por el autor

La tabla 4 permite al docente seleccionar la metodología más adecuada según el propósito de su investigación, ya sea describir, comparar o establecer causalidad.

Rol del docente y del estudiante

En este enfoque, el rol del docente se transforma: deja de ser un transmisor de conocimientos para convertirse en un facilitador del aprendizaje. Debe crear ambientes propicios para la indagación, guiar el proceso investigativo y fomentar la autonomía de los estudiantes. Como afirma Novak (1998), “el maestro debe ayudar al alumno a aprender cómo aprender”, lo que implica enseñar estrategias de investigación, promover el pensamiento crítico y estimular la metacognición.

Por su parte, el estudiante asume un papel activo, participando en todas las fases del proceso investigativo. Esto fortalece su sentido de responsabilidad, su capacidad de argumentar y su disposición para trabajar en equipo. Además, al enfrentarse a situaciones reales, desarrolla competencias científicas que trascienden el aula y se aplican en la vida cotidiana.

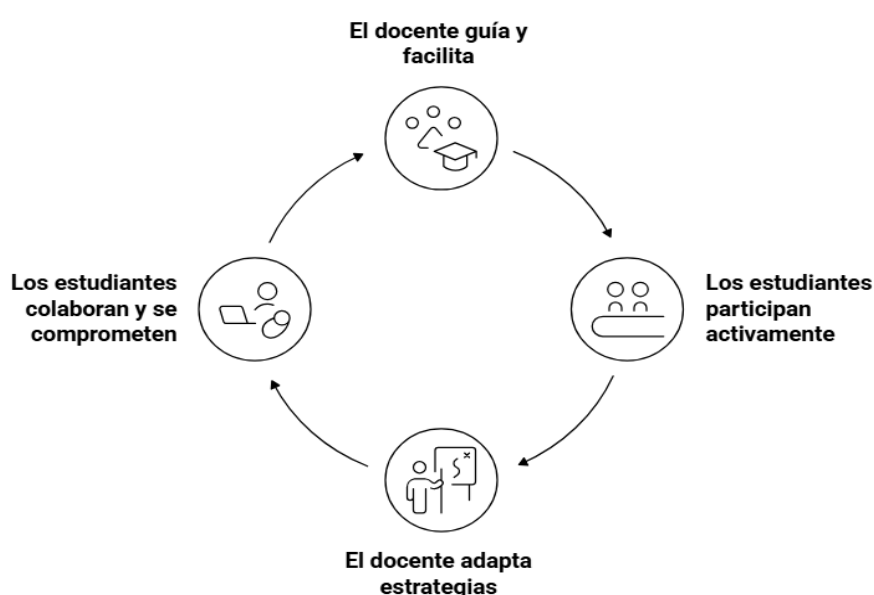
La investigación experimental también plantea desafíos en términos de evaluación. Es necesario valorar no solo los resultados

obtenidos, sino el proceso seguido, la calidad de las preguntas formuladas, la pertinencia de los procedimientos y la profundidad de las conclusiones. La evaluación debe ser formativa, continua y centrada en el desarrollo de competencias científicas.

Además, es fundamental incorporar espacios de reflexión donde los estudiantes puedan analizar sus aprendizajes, identificar errores, proponer mejoras y conectar los contenidos científicos con su entorno. Esta dimensión reflexiva convierte la investigación experimental en una herramienta para la transformación educativa.

Figura 2

Ciclo Rol docente y el estudiante



Nota: Google. (2025). Ciclo Rol docente y el estudiante [imagen generada por IA] Napkin.

La investigación experimental en la pedagogía de las Ciencias Naturales representa una oportunidad para renovar las prácticas docentes, fomentar el pensamiento científico y promover una educación más activa, crítica y significativa. Al integrar esta metodología en el aula, se potencia el aprendizaje profundo, se estimula la curiosidad y se forma a los estudiantes como ciudadanos capaces de comprender y transformar su realidad.

Microproyectos como estrategia de investigación-formativa

Los microproyectos son investigaciones escolares de corta duración, generalmente entre una y cuatro semanas, que promueven el aprendizaje activo y el pensamiento científico mediante una secuencia estructurada de fases. Comienzan con la exploración,

donde se activan las ideas previas del estudiante; continúan con la planificación, que implica la formulación de hipótesis y el diseño experimental; avanzan hacia la ejecución, en la que se realizan actividades de experimentación, observación y registro; siguen con el análisis, que permite interpretar los resultados obtenidos; y culminan con la comunicación, donde los hallazgos se divulgan a través de diversos formatos como pósteres, presentaciones orales o podcasts. Esta metodología favorece la autonomía, la indagación y la alfabetización científica, convirtiendo al estudiante en protagonista de su proceso de aprendizaje.

Tabla 5.

Fases y herramientas del microproyecto científico

Fase	Actividades	Herramientas
Exploración	Lluvia de ideas, mapa conceptual	Cuaderno, pizarra digital
Planificación	Hipótesis, diseño experimental	Guía de trabajo
Ejecución	Experimentos, observaciones	Diario de campo, fotos
Análisis	Tablas, gráficos, conclusiones	Excel, GeoGebra
Comunicación	Póster, presentación oral	Canva, Google Slides

Nota: Elaborado por el autor

La tabla 5 muestra una secuencia clara y operativa para que el docente de bachillerato pueda implementar microproyectos sin necesidad de laboratorios costosos, utilizando recursos accesibles y tecnológicos.

Las herramientas para investigación en el aula

Las herramientas para la investigación en el aula cumplen una función esencial en el desarrollo de competencias científicas, al facilitar la organización, el análisis y la reflexión sobre los procesos de aprendizaje. Los mapas conceptuales, propuestos por Novak, permiten estructurar y relacionar ideas clave, favoreciendo la comprensión profunda de los contenidos. Los diarios de campo ofrecen un espacio para registrar observaciones, procedimientos y reflexiones, promoviendo la metacognición y el seguimiento del trabajo investigativo. Los portafolios documentan el progreso del estudiante, evidenciando su evolución en la formulación de preguntas, análisis de datos y comunicación de resultados. Por su parte, las simulaciones y herramientas TIC como PhET, GeoGebra y Excel permiten experimentar con variables, modelar

fenómenos y realizar cálculos precisos, incluso en contextos sin acceso a laboratorios físicos. Finalmente, las rúbricas de evaluación proporcionan criterios claros para valorar el desempeño investigativo, fomentando la autoevaluación y la mejora continua. En conjunto, estas herramientas convierten el aula en un espacio activo de indagación, reflexión y construcción de conocimiento.

Evaluación en contextos experimentales

La evaluación en contextos experimentales trasciende la calificación numérica para convertirse en un proceso de acompañamiento que evidencia el progreso individual y grupal a lo largo de la indagación (León-Warthon, M. 2021; Duanny et al 2024). En este sentido, las rúbricas de observación permiten registrar de manera sistemática el desempeño de los estudiantes durante la manipulación de variables, el manejo de instrumentos y la argumentación en tiempo real; los diarios de campo funcionan como un espejo reflexivo donde se anotan dudas, errores, ajustes metodológicos y percepciones emocionales, aportando datos cualitativos clave para interpretar los resultados.

La autoevaluación promueve la autorregulación al confrontar el trabajo propio con los criterios establecidos, mientras que la coevaluación fomenta la responsabilidad compartida y el pensamiento crítico al contrastar hipótesis y procedimientos entre pares. Sin embargo, el verdadero valor de estos instrumentos se actualiza cuando se articulan mediante una retroalimentación formativa oportuna, específica y orientadora: el docente que dialoga sobre el diario, que señala en la rúbrica logros y próximos pasos, o que utiliza la coevaluación para modelar el lenguaje científico, está potenciando aprendizajes duraderos y transferibles más allá del laboratorio.

Rúbrica para evaluar microproyectos

La rúbrica permite al estudiante conocer con anticipación los criterios de evaluación, promueve la autoevaluación y guía la retroalimentación docente hacia la mejora continua del proceso investigativo.

Tabla 6.

Rúbrica de evaluación de microproyectos científicos (escala 1 a 4)

Criterio	1. Insuficiente	2. En proceso	3. Aceptable	4. Excelente
Planteamiento del problema	No es claro ni pertinente	Es vago o poco original	Está bien formulado	Es original, claro y relevante

Diseño metodológico	No hay control de variables	Diseño poco claro	Diseño adecuado	Diseño riguroso y bien justificado
Análisis de datos	No interpreta resultados	Interpretación parcial	Interpretación correcta	Análisis crítico y profundo
Comunicación	No comunica bien	Comunicación confusa	Comunicación clara	Comunicación científica y creativa

Nota: Elaborada por el autor

La rúbrica presenta una progresión coherente de desempeños que orienta al estudiante desde la entrega hasta la excelencia científica; no obstante, su potencial formativo se verá limitado si no se desglosan los descriptores en indicadores observables, se explicitan criterios de originalidad y rigor, y se acompaña de anclas concretas y espacios de autoevaluación que conviertan la calificación en una verdadera retroalimentación para el aprendizaje.

Este capítulo ha presentado las especificidades metodológicas que permiten al docente de bachillerato transformar su aula en un espacio de investigación activa. Desde la comprensión de los paradigmas educativos hasta la implementación de microproyectos evaluados con rúbricas, se ofrece un marco teórico-práctico que integra indagación, tecnología y evaluación formativa. La clave está en que el docente se perciba a sí mismo como investigador de su propia práctica, capaz de generar evidencia para tomar decisiones pedagógicas informadas, y de formar estudiantes capaces de pensar y actuar científicamente en contextos reales.

Referencias

- Area Moreira, M. (2018). Hacia la universidad digital: ¿Dónde estamos y a dónde vamos? RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 9–26. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.21801>
- Ausubel, D. P. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Trillas.
- Belleï, C. (2022). *La educación que queremos: Una mirada desde América Latina*. Fondo de Cultura Económica.
- Bisquerra, R. (2014). *Metodología de la investigación educativa* (4ª ed.). La Muralla.
- Bisquerra, R. (2020). *Metodología de la investigación educativa* (5ª ed.). La Muralla.
- Bybee, R. W. (2006). *Scientific inquiry and science teaching*. NSTA Press.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida*. Anagrama.
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Flórez Ochoa, R. (2005). *Hacia una pedagogía del conocimiento* (2ª ed.). McGraw-Hill Interamericana
- Duany, Y. J., Sánchez Ramírez, L. C. y Pérez Martínez, L. C. (2024). Uso de recursos didactico-digitales en la enseñanza aprendizaje en el perfil técnico mecánico. *Maestro y Sociedad*, 21(4), 404-412. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>
- Flórez, R. (2005). *Pedagogía del conocimiento* (2ª ed.). McGraw-Hill.
- Gil-Pérez, D., & Carrascosa, J. (1990). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria*. ICE-Horsori.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación* (7ª ed.). McGraw-Hill.
- Hodson, D. (2014). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Sense Publishers
- Jaramillo Naranjo, L. M. (2019). Las ciencias naturales como un saber integrador. *Sophia: Colección de Filosofía de la Educación*, (26), 199–221. <https://doi.org/10.17163/soph.n26.2019.06>
- León-Warthon, M. (2021). Evaluación formativa: el papel de retroalimentación en el desarrollo del pensamiento crítico. *Maestro y Sociedad*, 18(2), 563-571. <https://orcid.org/0000-0002-9764-179X>

- López-Alegría, Fanny, & Fraile, Claudia. (2023). Metodologías didácticas activas frente a paradigma tradicional. Una revisión sistemática. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 26(1), 5-12. Epub 17 de abril de 2023. <https://dx.doi.org/10.33588/fem.261.1255>
- Marín, L. F. (2007). La noción de paradigma. *Signo y Pensamiento*, 50, 34-45. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120->
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- Morin, E. (2020). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
- Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge*. Routledge.
- Patiño, J. (2018). Vista de Paradigma constructivista en la Educación. *Luxiérnaga: Revista de Estudiantes de la Licenciatura en Filosofía*, 16, 35-54. <https://revistas.uaq.mx/index.php/luxiernaga/article/view/2686/2347>
- Piaget, J. (1970). *La psicología del niño*. Morata.
- Pozo, J. I. (2006). *Aprendizaje y enseñanza de las ciencias: nuevas perspectivas*. Morata.
- Rama, C. (2011). Evaluación en la educación no presencial: Desde el paradigma tradicional de evaluar procesos de enseñanza (indicadores educativos) a modelos emergentes de evaluación del aprendizaje (competencias adquiridas). En C. R. J. Granda (Ed.), *El aseguramiento de la calidad de la educación virtual*. Editorial Gráfica Real.
- Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (3ª ed.). Ecoe Ediciones.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press

El papel protagonico del docente de ciencias naturales dentro del proceso de enseñanza aprendizaje

Introducción

En el contexto actual de transformación educativa, el docente de Ciencias Naturales asume un rol cada vez más protagónico como facilitador del aprendizaje, mediador del conocimiento y agente de cambio. Lejos de limitarse a la transmisión de contenidos, su labor implica diseñar experiencias significativas que despierten la curiosidad, promuevan el pensamiento crítico y vinculen los saberes científicos con la vida cotidiana de los estudiantes.

La enseñanza de las Ciencias Naturales demanda una pedagogía activa, reflexiva y contextualizada, en la que el docente se convierte en guía del proceso investigativo, estimulando la formulación de preguntas, la exploración de fenómenos y la construcción colaborativa del conocimiento. Como señala Harlem (2010), “enseñar ciencias no es enseñar respuestas, sino enseñar a formularlas”. En este sentido, el docente debe crear ambientes

de aprendizaje que favorezcan la indagación, el diálogo y la experimentación, reconociendo la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje presentes en el aula.

Además, el papel del docente se extiende a la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con el entorno, capaces de comprender los desafíos científicos y tecnológicos de su tiempo. Su intervención pedagógica debe estar orientada por principios éticos, inclusivos y sostenibles, que permitan articular la ciencia con valores humanos y sociales.

Este capítulo reflexiona sobre el rol del docente como facilitador del aprendizaje en ciencias Naturales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se analizan sus funciones como facilitador, orientador y diseñador de experiencias educativas, así como los desafíos que enfrenta en la implementación de metodologías activas, el uso de recursos didácticos y la evaluación formativa. Reconocer su protagonismo es fundamental para avanzar hacia una educación científica más equitativa, pertinente y transformadora

Objetivos de aprendizaje

- Comprender el rol del docente como facilitador del aprendizaje y promotor del pensamiento crítico.
- Diseñar estrategias didácticas que integren recursos tecnológicos y metodologías activas.
- Aplicar herramientas de inteligencia artificial para diagnosticar y mejorar el aprendizaje en ciencias.
- Evaluar el impacto de la gamificación y los entornos digitales en la motivación y el engagement estudiantil.

Estrategia de Aprendizaje

Microproyecto

Desarrollo del capítulo

Roles y competencias del docente en ciencias naturales

La investigación educativa es un campo esencial para mejorar la calidad de la educación. Abarca técnicas cualitativas y cuantitativas que permiten analizar y comprender los procesos educativos. Las técnicas cualitativas se centran en entender experiencias y percepciones, mientras que las cuantitativas se enfocan en medir y analizar datos numéricos. La validez y confiabilidad del constructo son cruciales para asegurar la precisión y consistencia de los instrumentos de investigación.

Según Santos (2015) en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias Naturales, los docentes desempeñan roles fundamentales y requieren competencias específicas. Estas incluyen un profundo conocimiento de la materia, habilidades pedagógicas, y la capacidad de implementar estrategias efectivas de liderazgo y gestión del aula. Además, la incorporación de la inteligencia artificial en la educación está transformando las prácticas docentes, ofreciendo nuevas herramientas y recursos para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El docente como facilitador del aprendizaje

El docente como facilitador del aprendizaje desempeña un rol esencial en la construcción activa del conocimiento, especialmente en contextos donde se promueve el pensamiento crítico y la autonomía del estudiante. Según Vygotsky (1978), el aprendizaje se potencia cuando el docente actúa como mediador dentro de la zona de desarrollo próximo, guiando al estudiante hacia niveles superiores de comprensión. En esta línea, Ausubel (1983) destaca que el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo conocimiento se relaciona de manera sustancial con lo que el alumno ya sabe, lo cual exige del docente una planificación intencionada y contextualizada. Por su parte, Díaz Barriga y Hernández (2010) afirman que el docente facilitador no transmite contenidos de forma mecánica, sino que diseña experiencias de aprendizaje que promueven la reflexión, la indagación y la participación. Este enfoque transforma el aula en un espacio dinámico, donde el estudiante se convierte en protagonista de su proceso formativo.

El docente de Ciencias Naturales tiene la responsabilidad de ser un facilitador del aprendizaje, lo cual implica:

- **Diseñar Experiencias de Aprendizaje Significativas:** El docente debe crear ambientes de aprendizaje que fomenten la curiosidad y el interés de los estudiantes por la ciencia. Esto incluye el uso de experimentos, proyectos de investigación y actividades prácticas que permiten a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en situaciones reales.
- **Personalización del Aprendizaje:** Adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades y estilos de aprendizaje de cada estudiante. Esto puede incluir el uso de tecnología educativa para ofrecer recursos adicionales y la implementación de metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el aprendizaje invertido.
- **Promoción de la Autonomía del Estudiante:** Fomentar que los estudiantes tomen responsabilidad por su propio aprendizaje, guiándolos en el desarrollo de habilidades de auto-gestión, planificación y autoevaluación.

- **Uso de Tecnologías Educativas:** Integrar herramientas tecnológicas que faciliten el acceso a la información, la colaboración entre estudiantes y la realización de experimentos virtuales o simulaciones.

El Docente como Promotor del Pensamiento Crítico

El desarrollo del pensamiento crítico es esencial en la educación en Ciencias Naturales. Los docentes deben:

- **Fomentar el Cuestionamiento y la Investigación:** Animar a los estudiantes a hacer preguntas, investigar y buscar respuestas basadas en evidencia científica. Esto incluye enseñar a los estudiantes cómo diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.
- **Desarrollar Habilidades de Análisis y Evaluación:** Ayudar a los estudiantes a analizar datos, evaluar fuentes de información y distinguir entre hechos y opiniones. Esto puede incluir actividades como el análisis de artículos científicos, debates y discusiones en clase.
- **Integración del Método Científico:** Enseñar a los estudiantes a utilizar el método científico como una herramienta para resolver problemas y tomar decisiones informadas. Esto incluye la formulación de hipótesis, la realización de experimentos y la interpretación de resultados.
- **Promover la Reflexión Crítica:** Fomentar la reflexión sobre los propios procesos de pensamiento y aprendizaje, ayudando a los estudiantes a identificar sus propias suposiciones y sesgos.

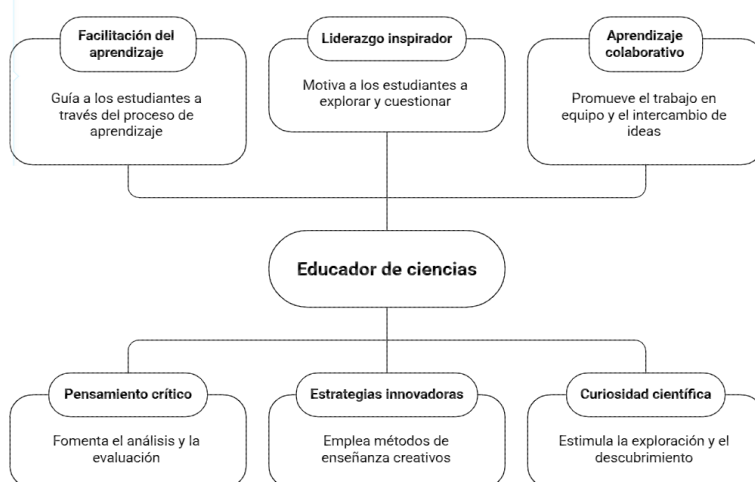
Liderazgo y gestión del aula

Las estrategias de liderazgo y gestión de aula son esenciales para crear un ambiente de aprendizaje efectivo y positivo. El liderazgo en el contexto educativo no solo implica la dirección y administración de actividades, sino también la capacidad de inspirar y motivar a los estudiantes. Un docente líder fomenta la participación, el respeto mutuo y el desarrollo de habilidades críticas y creativas (Díaz, 2003).

La gestión de aula, por su parte, se refiere a las técnicas y prácticas que los docentes utilizan para mantener un entorno organizado y productivo. Esto incluye el establecimiento de normas claras, el manejo de comportamientos, y la planificación de actividades que mantengan el interés y la atención de los estudiantes. Estrategias efectivas de gestión de aula promueven una disciplina positiva, previenen conflictos y aseguran que el tiempo de clase se utilice de manera eficiente (Onetto, 2018). Tal impacto se potencia cuando el docente fundamenta su práctica

en técnicas de investigación educativa tanto cualitativas como cuantitativas y se apoya en plataformas inteligentes que enriquecen la indagación científica de sus estudiantes, promoviendo entornos de aprendizaje más reflexivos, personalizados y orientados al descubrimiento. (véase Figura 1 Modelo integrado de roles y competencias del docente de Ciencias Naturales en contextos de investigación y tecnología.

Figura1. Modelo integrado de roles y competencias del docente de Ciencias Naturales



Elaboración propia, basada en Santos (2010), Vygotsky (1978), Ausubel (1983) y Díaz Barriga & Hernández (2010).

La figura esquematiza los tres grandes roles: facilitador del aprendizaje, promotor del pensamiento crítico y líder-gestor del aula. Estos perfiles no solo definen su intervención pedagógica, sino que también reflejan su capacidad de ejercer una influencia transformadora en el proceso educativo.

Uso de la inteligencia artificial (IA) para identificar problemas de aprendizaje

El uso de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo se ha consolidado como una herramienta poderosa para fortalecer la motivación y el engagement de los estudiantes, entendido este último como el grado de conexión emocional, cognitiva y conductual que los alumnos establecen con el proceso de aprendizaje (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004). Esta capacidad resulta especialmente valiosa en áreas como las Ciencias Naturales, donde la comprensión de fenómenos complejos requiere una participación y sostenida. Gracias a sistemas adaptativos, asistentes virtuales y plataformas inteligentes, la IA permite personalizar la

experiencia educativa, ajustando contenidos, ritmos y niveles de dificultad según las necesidades individuales. Según Holmes et al. (2019), la IA puede generar entornos interactivos y dinámicos que estimulan la curiosidad, el interés y la implicación del estudiante. Al ofrecer retroalimentación inmediata, recompensas simbólicas y rutas de aprendizaje gamificadas, la IA transforma el aula en un espacio más atractivo, inclusivo y centrado en el estudiante.

Uso de la IA para aumentar la motivación y el engagement

¿Por qué la IA puede cambiar la motivación?

El uso de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo se ha consolidado como una herramienta poderosa para fortalecer la motivación y el engagement de los estudiantes, entendido este último como el grado de conexión emocional, cognitiva y conductual que los alumnos establecen con el proceso de aprendizaje (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004). Esta capacidad resulta especialmente valiosa en áreas como las Ciencias Naturales, donde la comprensión de fenómenos complejos requiere una participación y sostenida. Gracias a sistemas adaptativos, asistentes virtuales y plataformas inteligentes, la IA permite personalizar la experiencia educativa, ajustando contenidos, ritmos y niveles de dificultad según las necesidades individuales. Según Holmes et al. (2019), la IA puede generar entornos interactivos y dinámicos que estimulan la curiosidad, el interés y la implicación del estudiante. Al ofrecer retroalimentación inmediata, recompensas simbólicas y rutas de aprendizaje gamificadas, la IA transforma el aula en un espacio más atractivo, inclusivo y centrado en el estudiante.

La motivación académica depende de tres factores clave: autonomía, competencia y relación (Deci & Ryan, 2000). La Inteligencia Artificial (IA), lejos de ser un mero artilugio tecnológico, puede potenciar estos tres pilares al personalizar el desafío, devolver feedback inmediato y crear espacios de colaboración novedosos. En Ciencias Naturales, donde muchos conceptos son abstractos o invisibles, la IA convierte la fricción cognitiva en curiosidad activa, adaptando recursos, ritmos y evaluaciones al perfil emocional-cognitivo de cada estudiante.

Estrategias como la gamificación promueven la motivación puede aplicarse a los juegos educativos tradicionales ofrecen mismos puntos para todos; la IA adapta recompensas y narrativas. En Classcraft, el motor detecta cuando un equipo pierde interés y lanza misiones emergentes (“Investiga la contaminación sonora del aula con tu celular; sube los datos y ganarás un escudo anti-ruido virtual”). En Minecraft Education, un plug-in IA modifica la probabilidad de encontrar minerales según el avance químico del grupo, manteniendo el flow y la percepción de logro.

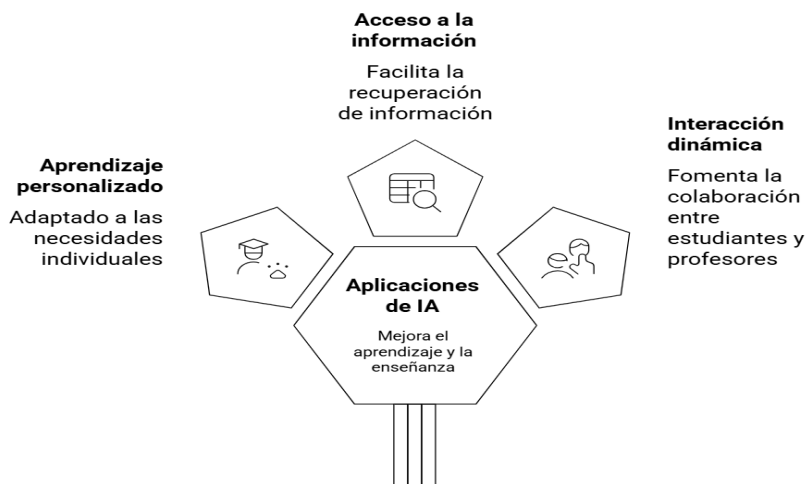
Por otro lado, la Creación colaborativa asistida: “co-autoría” con IA, herramientas como Canva Magic Write, Adobe Firefly o ChatGPT permiten que los alumnos generen guiones para videos, storyboards o infografías científicas sin bloqueo creativo inicial. La IA propone esloganes, paletas de color o estructuras de guion; el estudiante critica, selecciona y mejora, ejercitando pensamiento evaluativo. El orgullo de autoría y la publicación real (TikTok Edu, Instagram del colegio) aumentan la utilidad percibida del conocimiento, factor clave para la motivación extrínseca identificada.

Asimismo, es importante destacar la ética y las buenas prácticas en contextos digitales en tiempos donde la inteligencia artificial abraza mas espacio en contextos educativos. La IA puede aumentar engagement, pero también desvirtuar el esfuerzo o reforzar sesgos. Buenas prácticas:

- **Transparencia:** explicar a los estudiantes que la IA “sugiere”, no “sustituye”; siempre debe haber validación humana.
- **Privacidad:** usar plataformas con acuerdos de protección de datos; evitar ingresar nombres completos o imágenes faciales sin consentimiento.
- **Diversidad:** auditar salidas de IA para garantizar representación de contextos locales y evitar estereotipos.
- **Evaluación formativa:** combinar métricas automáticas (tiempo, intentos) con reflexión escrita del estudiante sobre qué aprendió y qué modificaría.

Cuando la IA se integra con propósito pedagógico, no solo automatiza: amplifica la curiosidad, personaliza el desafío y conecta el aula con audiencias reales. En ciencias naturales, donde la complejidad puede desalentar, la inteligencia artificial convierte cada obstáculo en una misión posible, manteniendo viva la llama del asombro científico. El docente sigue siendo el orquestador ético, pero ahora cuenta con un socio digital que ayuda a que cada estudiante encuentre su zona óptima de motivación, aquella en la que aprender no es un deber, sino una aventura personalizada.

Figura 2. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la educación



(elaboración propia).

La figura 2 sintetiza cómo la IA puede acompañar todo el ciclo de aprendizaje científico: desde la planificación hasta la autoevaluación, transformando la experiencia educativa en un proceso personalizado, data-informado y centrado en el estudiante

Diagnóstico personalizado y análisis de datos

La IA puede analizar grandes volúmenes de datos (respuestas, tiempos, errores) para identificar patrones de aprendizaje y predecir riesgos de fracaso (Holmes et al., 2019; Martínez, 2023). Esto permite:

- Detectar brechas conceptuales en tiempo real.
- Ajustar contenidos y estrategias según el perfil del estudiante.
- Ofrecer retroalimentación inmediata y adaptativa.

Monitoreo del progreso y retroalimentación formativa

Herramientas como Khanmigo o ChatGPT Edu permiten:

- Realizar seguimiento continuo del progreso.
- Ofrecer tutoría personalizada 24/7.
- Generar reportes de desempeño para el docente.

Gamificación del aprendizaje

La gamificación, entendida como la integración sistemática de elementos y mecánicas propias del juego en contextos no lúdicos (Deterding et al., 2011), ha emergido como una estrategia didáctica de alto impacto en la enseñanza de las Ciencias Naturales, especialmente cuando se articula con entornos digitales potenciados por inteligencia artificial. Esta convergencia permite

superar la tradicional explicación magistral y propicia espacios donde el estudiante se convierte en protagonista activo de su proceso de construcción conceptual.

La IA puede ser utilizada para desarrollar plataformas de aprendizaje gamificadas, donde los estudiantes ganan puntos, insignias y recompensas por completar tareas y alcanzar objetivos, lo que aumenta su motivación y engagement. Para implementar la gamificación de manera efectiva en el aprendizaje de las ciencias naturales, es importante comprender los elementos claves que la componen:

- Objetivos claros alineados con el currículo.
- Reglas bien definidas.
- Retroalimentación inmediata y constructiva.
- Desafíos ajustados al nivel del estudiante.
- Recompensas significativas (intrínsecas o extrínsecas).
- Narrativa contextualizada.
- Colaboración para fomentar el aprendizaje social.

Diversos autores han documentado cinco modalidades gamificadas que han demostrado eficacia empírica en la enseñanza de las ciencias naturales, al potenciar la motivación, el compromiso y la comprensión de fenómenos científicos complejos. Las simulaciones interactivas permiten manipular variables en entornos virtuales para explorar conceptos como el equilibrio ecológico (Thomen, 2019). Los juegos de rol fomentan el aprendizaje desde múltiples perspectivas, al asumir roles como científicos o ingenieros frente a problemas reales (Romero et al., 2021). Los juegos de preguntas y respuestas refuerzan contenidos y permiten evaluar la comprensión de forma dinámica, tanto individual como grupal (Pacheco et al., 2021). Los escape rooms educativos integran acertijos vinculados a contenidos científicos, promoviendo el trabajo colaborativo y el pensamiento lógico (Mazón et al., 2022). Finalmente, las aplicaciones móviles ofrecen recursos gamificados accesibles dentro y fuera del aula, facilitando el aprendizaje autónomo y contextualizado (Cañar & León, 2024). Estas estrategias, al ser implementadas con intencionalidad pedagógica, contribuyen significativamente al desarrollo de habilidades científicas y al aprendizaje significativo.

Las cinco modalidades gamificadas simulaciones interactivas, juegos de rol, cuestionarios adaptativos, escape rooms y aplicaciones móviles no solo elevan la motivación y el engagement, sino que actúan como dispositivos de diagnóstico y remediación inmediata al hacer visible el pensamiento científico del estudiante. Al insertarse en una secuencia didáctica constructivista, estas experiencias lúdicas potencian la autonomía cognitiva, la

argumentación basada en evidencia y la transferencia de conceptos abstractos a contextos reales, consolidando una enseñanza de las ciencias centrada en el alumno y mediada por datos.

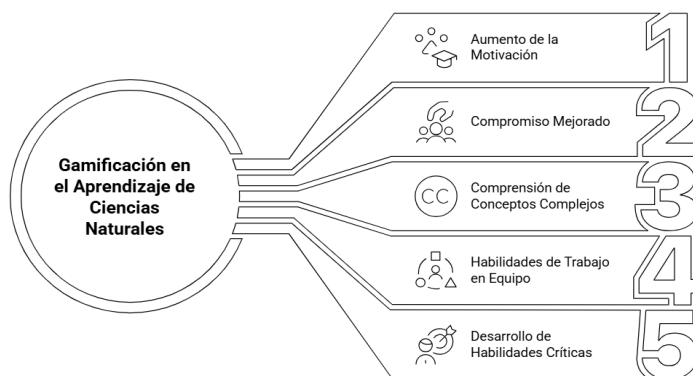
Consideraciones para la Implementación Exitosa

Para implementar la gamificación de manera exitosa en el aprendizaje de las ciencias naturales, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Planificación Cuidadosa:** Es importante planificar cuidadosamente la implementación de la gamificación. Esto incluye definir los objetivos de aprendizaje, seleccionar los elementos de juego apropiados y diseñar las actividades de aprendizaje.
- **Alineación con el Currículo:** La gamificación debe estar alineada con el currículo de ciencias naturales. Los juegos y actividades deben reforzar los conceptos que se están enseñando en el aula.
- **Evaluación Continua:** Es importante evaluar continuamente la efectividad de la gamificación. Esto incluye recopilar datos sobre el compromiso de los estudiantes, su rendimiento y su satisfacción.
- **Flexibilidad:** Es importante ser flexible y estar dispuesto a adaptar la gamificación en función de las necesidades y preferencias de los estudiantes.
- **Equilibrio:** Es importante encontrar un equilibrio entre el juego y el aprendizaje. El objetivo no es simplemente entretener a los estudiantes, sino también ayudarles a aprender conceptos científicos importantes.

De esta forma, la gamificación trasciende la mera estrategia lúdica para convertirse en un ecosistema de aprendizaje que articula afecto, cognición y contexto, preparando a los estudiantes para enfrentar problemas reales con la mirada crítica y creativa que demanda la sociedad del siglo XXI.

Figura 3. Gamificación en el aprendizaje de las Ciencias Naturales



La gamificación ofrece un enfoque prometedor para mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales. Al incorporar elementos de juego en el proceso de aprendizaje, se puede aumentar la motivación, el compromiso y la comprensión de los estudiantes. Sin embargo, es importante planificar cuidadosamente la implementación de la gamificación y evaluar continuamente su efectividad. Con una planificación y ejecución adecuadas, la gamificación puede transformar la experiencia de aprendizaje de las ciencias naturales, haciéndola más atractiva, motivadora y efectiva para los estudiantes.

- **Aprendizaje Adaptativo:** Sistemas de aprendizaje adaptativo basados en IA pueden ajustar el contenido y las actividades según el progreso y las necesidades de cada estudiante, manteniendo un nivel de desafío adecuado que fomente el interés y la participación continua.
- **Interacción Personalizada:** Chatbots y tutores virtuales basados en IA pueden proporcionar apoyo personalizado a los estudiantes, respondiendo preguntas y ofreciendo orientación de manera interactiva y atractiva.
- **Realidad Aumentada y Realidad Virtual:** La IA puede integrar tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual en el aula, permitiendo a los estudiantes experimentar conceptos científicos de manera inmersiva y práctica.

Inteligencias artificiales más utilizadas por los estudiantes

Tabla 1. Principales IA utilizadas por estudiantes de Ciencias Naturales

IA / Plataforma	Mecanismo subyacente	Usos en ciencias naturales
ChatGPT (OpenAI)	GPT-4 + fine-tuning educativo	Generación de hipótesis, resumen de artículos, tutoría Socrática
Gemini (Google)	Modelo multimodal	Análisis de imágenes de laboratorio, explicación visual de procesos
Khan Academy (Khanmigo)	GPT-4 + pedagogía adaptativa	Problemas adaptativos, retroalimentación procesual
QuillBot	Paráfrasis con transformers	Reformulación de conclusiones, mejora de cohesión textual
Grammarly	NLP + reglas gramaticales	Corrección de estilo académico, consistencia científica

Fuente. Elaboración propia

La tabla 1 permite al docente identificar qué herramientas pueden ser útiles según el objetivo pedagógico: desde la tutoría personalizada hasta la mejora de la escritura científica.

Tendencias emergentes

La adopción de inteligencias artificiales conversacionales en la educación deja de ser un conjunto aislado de herramientas para convertirse en un ecosistema tecnológico que redefine los flujos de trabajo académicos. Las plataformas más populares entre los universitarios ChatGPT, Gemini, Copilot, QuillBot, Grammarly y Khan Academy evolucionan simultáneamente en tres direcciones que condicionarán la didáctica de las Ciencias Naturales en el próximo quinquenio: (a) capacidades multimodales que interpretan imágenes, gráficos y datos experimentales; (b) integración nativa dentro de los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) y editores colaborativos; y (c) la aparición de marcos contractuales específicos que garantizan la privacidad de los datos académicos y la ética en el uso de algoritmos. (Alonso-Rodríguez. 2024). A continuación, se describen estas tendencias y su implicancia para docentes y estudiantes del área científica.

Las IAs conversacionales evolucionan hacia:

- Multimodalidad: interpretan imágenes, gráficos y datos experimentales.
- Integración LMS: funcionan dentro de plataformas como Moodle o Google Classroom.
- Privacidad y ética: acuerdos institucionales (ChatGPT Edu, Copilot Edu) garantizan que los datos no se usen para re-entrenar modelos.

El docente de Ciencias Naturales en la educación media ya no puede definirse como un mero transmisor de contenidos disciplinares. Hoy, su identidad profesional se construye a partir de la articulación sinérgica de cuatro roles clave: investigador de su propia práctica, facilitador de aprendizajes significativos, líder empático de la dinámica escolar y mediador crítico de tecnologías cognitivas. Esta multifuncionalidad no es accesorio: es la respuesta pedagógica a una sociedad que demanda ciudadanos capaces de pensar científicamente, resolver problemas complejos y aprender continuamente en contextos digitales.

En este escenario, la pedagogía se convierte en el eje articulador. El constructivismo, la indagación guiada, la gamificación y la evaluación formativa no son tendencias opcionales: son los principios operativos que permiten al docente diseñar experiencias donde el estudiante construya, no repita, conocimiento. El aula se transforma así en un laboratorio de ideas, un espacio

seguro para el error, la duda y la colaboración, donde la ciencia deja de ser un conjunto de respuestas para convertirse en una forma de preguntar.

Paralelamente, la tecnología y específicamente la inteligencia artificial deja de ser un recurso aislado para convertirse en un ecosistema interconectado que acompaña todo el ciclo científico del estudiante: planificar con Copilot, experimentar con Gemini, escribir con QuillBot-Grammarly, revisar con ChatGPT y autoevaluarse con Khan Academy. Este ecosistema no sustituye al docente: lo potencia. La IA libera tiempo cognitivo, automatiza tareas de baja complejidad y ofrece diagnósticos precisos sobre dificultades de aprendizaje, pero requiere del juicio pedagógico del docente para interpretar datos, tomar decisiones éticas y mantener el equilibrio entre personalización y humanización.

Sin embargo, esta sinergia no es automática. Exige del profesorado una alfabetización digital crítica, competencias para el liderazgo de aula y una formación continua en ética algorítmica. La brecha digital, la desigualdad de acceso y los riesgos de privacidad no se resuelven con más tecnología: se resuelven con docentes formados para mediar, regular y orientar el uso responsable de estas herramientas.

En conclusión, la sinergia entre pedagogía, liderazgo y tecnología no solo mejora el aprendizaje: transforma la cultura del aula. Cuando el docente asume su rol de investigador-reflexivo, cuando lidera con empatía y cuando integra la IA con sentido crítico, el estudiante deja de ser un consumidor pasivo de contenidos para convertirse en un agente cognitivo, capaz de indagar, argumentar, crear y comunicar conocimiento científico. Esta es la educación que el siglo XXI demanda: una educación inclusiva, investigativa, tecnológica y profundamente humana

Referencias

- Alonso-Rodríguez, A. M. (2024). Hacia un marco ético de la inteligencia artificial en la educación. *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 36(2), 79–98. <https://doi.org/10.14201/teri.31821>
- Ausubel, D. P. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Trillas.
- Cabero, J., & Marín, V. (2021). Inteligencia artificial y educación: Nuevas posibilidades, nuevos riesgos. *Revista de Educación a Distancia*, 21(65), 1–21. <https://doi.org/10.6018/red.65.1>
- Carbonell, J. A. (2023). Inteligencia artificial en educación: Oportunidades y desafíos para una enseñanza adaptativa. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 45–62.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.”* Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 9–15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Díaz, F. (2003). *Liderazgo educativo y gestión del aula: Claves para una enseñanza eficaz*. Editorial Trillas.
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (2ª ed.). McGraw-Hill.
- Ellis, C., van der Kleij, F., & Irving, K. (2022). *Artificial intelligence in education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2021*. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100056. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100056>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Khan Academy. (2023). Khanmigo: AI-powered tutoring for personalized learning. <https://www.khanacademy.org/khan-labs>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Martínez, R. (2023). Revisión sistemática de IA aplicada a la evaluación en primaria y secundaria (2010–2023). *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 22(1), 45–60.
- Oyarce Mariñas, V. A., Silva Orosco, L., & Abanto Yóplac, S. A. (2022). Brecha digital y educación virtual en instituciones educativas rurales. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 3(2), 1–15. <https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.116>

- Papadakis, S., Gozim, A. I. C., & Kalogiannakis, M. (2023). The use of artificial intelligence in education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28, 12345–12367. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11567-9>
- Santos, B. (2015). Competencias docentes en Ciencias Naturales. ResearchGate. <https://n9.cl/vsf2hi>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Estrategias didácticas como recurso pedagógico de las ciencias naturales

Introducción

La enseñanza de las Ciencias Naturales en el contexto escolar contemporáneo exige la adopción de estrategias didácticas innovadoras que respondan a los desafíos de una educación activa, inclusiva y significativa. En un mundo caracterizado por el cambio constante, la complejidad de los fenómenos científicos y la diversidad de los estudiantes, el papel del docente como diseñador de experiencias de aprendizaje se vuelve crucial para garantizar la comprensión profunda y el desarrollo de competencias científicas.

Las estrategias didácticas, entendidas como herramientas pedagógicas que orientan la acción educativa, permiten transformar el aula en un espacio dinámico de exploración, indagación y construcción del conocimiento. Su implementación adecuada favorece la participación de los estudiantes, estimula la curiosidad, promueve el pensamiento crítico y vincula los contenidos científicos con la realidad cotidiana. Como señalan Díaz Barriga

y Hernández (2010), “las estrategias didácticas no son recetas, sino decisiones reflexivas que el docente toma para mediar entre el contenido y el sujeto que aprende”.

Este capítulo aborda el diseño e implementación de estrategias didácticas innovadoras que fomenten el aprendizaje activo y significativo en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Se analizan enfoques como el aprendizaje basado en proyectos, la indagación científica, el uso de recursos tecnológicos, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas contextualizados. Asimismo, se reflexiona sobre la importancia de adaptar las estrategias a los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo una educación más equitativa y personalizada.

Reconocer las estrategias didácticas como recursos pedagógicos esenciales implica asumir una postura crítica y creativa frente a la práctica docente. El reto no es solo enseñar ciencia, sino enseñar a pensar científicamente, a cuestionar, a experimentar y a comprender el mundo desde una perspectiva ética, ambiental y socialmente responsable.

Objetivos de aprendizaje

- Explorar y comparar estrategias didácticas activas aplicables al bachillerato.
- Integrar herramientas TIC y multimedia que potencien la comprensión de fenómenos naturales.
- Evaluar el impacto de la gamificación y la creación de contenidos en el aprendizaje significativo.
- Diseñar micro-proyectos que articulen indagación, tecnología y evaluación formativa.

Estrategias de Aprendizaje

Microproyecto

Desarrollo del capítulo

Tipos de estrategias didácticas en ciencias naturales

Las estrategias didácticas en Ciencias Naturales son métodos y técnicas utilizadas por los docentes para facilitar el aprendizaje de los estudiantes, promoviendo la comprensión de conceptos científicos y el desarrollo de habilidades cognitivas y prácticas (Acosta & Andrade, 2015). Entre las más destacadas se encuentran:

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

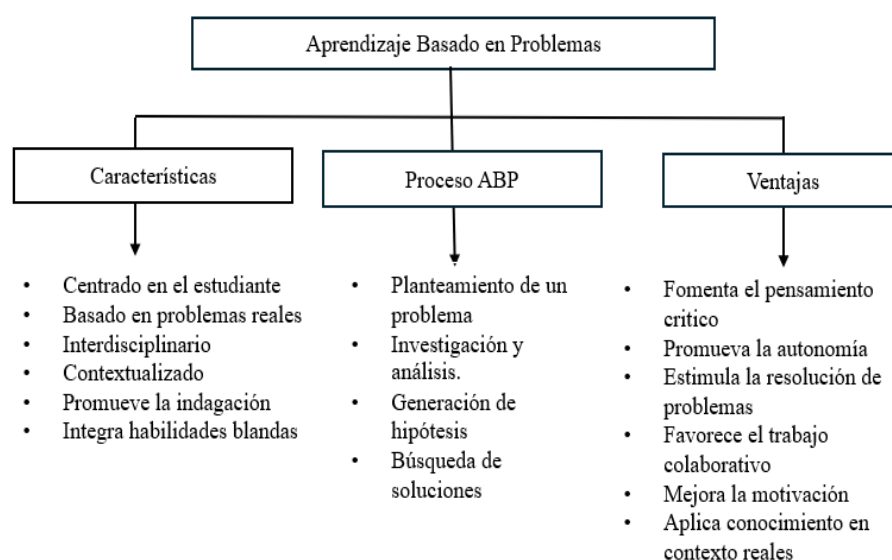
El Aprendizaje Basado en Problemas es una estrategia didáctica centrada en el estudiante, donde el aprendizaje se organiza

en torno a la resolución de problemas complejos y reales. Los estudiantes trabajan en grupos para investigar y resolver estos problemas, desarrollando habilidades de pensamiento crítico, trabajo en equipo y autogestión.

El aprendizaje basado en problemas (ABP) parte de una situación problema o una situación simulada cuya resolución requiere aplicar conceptos. El docente asume un rol guía y provocador de preguntas. Algunos ejemplos; podemos mencionar Google Classroom organiza recursos; Google Jamboard mapifica causas y posibles soluciones.

Figura 1

Elaboración propia Aprendizaje basado en problemas (ABP).



Nota: Elaboración propia Aprendizaje basado en problemas (ABP).

Características del ABP

- **Problemas del Mundo Real:** Los problemas presentados son auténticos y relevantes, lo que motiva a los estudiantes a involucrarse activamente.
- **Trabajo Colaborativo:** Los estudiantes trabajan en grupos pequeños, discutiendo y analizando diversas soluciones.
- **Rol del Docente:** El docente actúa como facilitador, guiando y apoyando a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.
- **Desarrollo de Habilidades:** Fomenta habilidades como la investigación, el análisis crítico, la toma de decisiones y la comunicación efectiva.

Etapas del ABP

- **Presentación del Problema:** Se introduce un problema complejo y abierto que los estudiantes deben resolver.
- **Identificación de Necesidades de Aprendizaje:** Los estudiantes determinan qué información y conocimientos necesitan para resolver el problema.
- **Investigación y Estudio:** Realizan investigaciones individuales y en grupo para recopilar información relevante.
- **Solución del Problema:** Proponen y evalúan posibles soluciones, eligiendo la más adecuada.
- **Reflexión y Evaluación:** Reflexionan sobre el proceso y los resultados obtenidos, evaluando su propio aprendizaje y el trabajo del grupo.

Tabla 1.
Etapas y herramientas del ABP

Etapas	Actividades clave	Herramientas TIC
Presentación del problema	Análisis de caso, lluvia de ideas	Videos, mapas conceptuales
Investigación	Búsqueda de información, experimentos	Simuladores PhET, Google Sites
Solución	Propuesta de alternativas	Infografías, presentaciones
Reflexión	Autoevaluación grupal	Diarios de campo, rúbricas

Nota: elaborada por el autor

En la tabla 1 se presenta el ABP se vuelve gestionable y evaluable cuando se apoya en herramientas digitales que documentan el proceso y facilitan la retroalimentación inmediata.

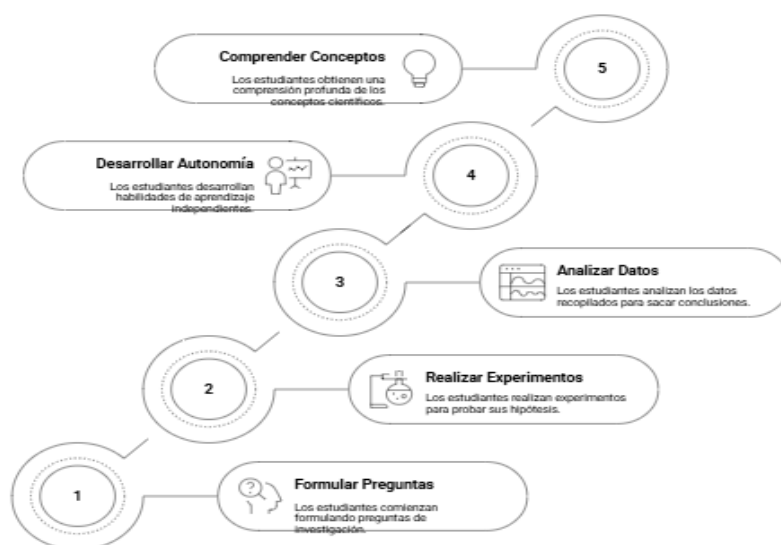
Aprendizaje por indagación (ABI)

El Aprendizaje por Indagación es una estrategia didáctica que promueve la exploración y la investigación científica por parte de los estudiantes. Se basa en el método científico, este enfoque busca desarrollar competencias esenciales como el pensamiento crítico, la formulación de hipótesis, la recolección de evidencias y la interpretación de datos, lo que permite una comprensión profunda y significativa de los conceptos científicos (Westermeyer y Osses, 2021; Espinar 2018). Su aplicación en el aula transforma al estudiante en un agente activo del conocimiento, capaz de construir saberes a partir de la experiencia y la reflexión.

Sustentado en el constructivismo, concibe el aprendizaje como un proceso dinámico y contextualizado de construcción de significados (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978) el ABl motiva a los estudiantes a asumir un rol protagónico en su formación, trabajando de manera autónoma o colaborativa para resolver problemas reales o simulados. Como señalan Spronken-Smith y Walker (2010), esta metodología favorece el desarrollo de competencias investigativas, metacognitivas y de pensamiento crítico (Torres-Toukoumidis, Caldeiro-Pedreira, & Mäeots, 2020); Panasan & Nuangchalem, 2010). Asimismo, las competencias digitales que permite a los estudiantes interactuar, aprender y crear en diversos entornos personales de aprendizaje (Ibáñez et al., 2018). Así, la pedagogía activa que promueve el ABl busca transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto dentro como fuera del aula, promoviendo la participación reflexiva, la creatividad y la retroalimentación continua entre pares y docentes (García-Ruiz et al., 2014).

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC) han actuado como catalizadores de esta transformación, permitiendo la evolución de estrategias metodológicas más dinámicas e interactivas. Entre ellas destacan el aula invertida, la gamificación, el aprendizaje basado en proyectos y en problemas, el aprendizaje cooperativo y, aprendizaje por indagación, consolidándose como una metodología activa capaz de acompañar al estudiante en todas las etapas de su desarrollo personal y profesional.

Figura 2.
Aprendizaje por indagación



Nota: Elaboración propia Google. (2025). Aprendizaje por indagación. [Imagen generada con IA]. Gemini.

Características del Aprendizaje por Indagación

- **Pregunta Guía:** El proceso de indagación comienza con una pregunta o problema que despierta la curiosidad del estudiante.
- **Investigación Activa:** Los estudiantes diseñan y realizan experimentos, observaciones y estudios para responder a la pregunta guía.
- **Reflexión y Análisis:** Analizan los datos recopilados, formulando conclusiones basadas en la evidencia.
- **Comunicación de Resultados:** Comparten sus hallazgos y conclusiones con sus compañeros y docentes, discutiendo y defendiendo sus ideas.

Etapas del aprendizaje por indagación

- **Planteamiento de Preguntas:** Se inicia con una pregunta o problema que los estudiantes deben investigar.
- **Planificación y Diseño:** Los estudiantes planifican cómo investigarán la pregunta, definiendo métodos y procedimientos.
- **Recopilación de Datos:** Realizan observaciones, experimentos y recopilan datos.
- **Análisis e Interpretación:** Analizan los datos y sacan conclusiones basadas en la evidencia obtenida.
- **Comunicación:** Presentan y discuten sus resultados, reflexionando sobre el proceso y sus aprendizajes.

Otras estrategias didácticas activas con TIC para la pedagogía de las ciencias naturales encontramos:

Microproyectos educativos

Los micro-proyectos son investigaciones de corta duración (1-3 semanas) que culminan en un producto tangible y compartible. Su escala reducida permite ciclos rápidos de indagación-evaluación-mejora sin desbordar el currículo.

Fases:

- Fase 1. Planteamiento y planificación
- Fase 2 Recolección. (tarea extra-aula)
- Fase 3 Análisis.
- Fase 4 Construcción de soluciones.
- Producto final
- Evaluación formativa

En solo cuatro bloques horarios el microproyecto articula indagación real, tecnología disponible y evaluación inmediata, demostrando que la ciencia escolar puede tener impacto directo

en la vida cotidiana.

Gamificación en el estudio de las ciencias naturales: jugar para indagar, competir para comprender

Caracterizada por introducir dinámicas lúdicas puntos, niveles, desafíos, historias, recompensas en actividades de aprendizaje con el fin de aumentar la motivación y la implicación emocional. En ciencias naturales, donde muchos fenómenos son invisibles o abstractos, jugar bien diseñado convierte la fricción conceptual en curiosidad activa: el estudiante “debe alcanzar la siguiente fase” solo si domina la evidencia, formula una hipótesis coherente o interpreta correctamente un gráfico.

El diseño parte de definir un objetivo de aprendizaje nuclear (p. ej., “relacionar biodiversidad con gradiente altitudinal”) y traducirlo en mecánicas claras: exploración de un mapa virtual, recolección de especímenes digitales, batalla de argumentos con tarjetas de evidencia. Las TIC permiten orquestrar la experiencia: Classcraft gestiona puntos de experiencia y equipos; Genially crea escape-rooms donde cada acertijo exige calcular densidad o identificar una molécula; Kahoot y Quizizz vuelven el repaso un concurso instantáneo con clasificación en vivo; Minecraft Education Edition simula un ecosistema que se degrada si no se regulan poblaciones, ofreciendo feedback inmediato y visibilidad de consecuencias a largo plazo.

Los beneficios son múltiples: aumenta la persistencia ante tareas difíciles (“subir de nivel” actúa como refuerzo variable); favorece la repetición espaciada sin aburrimiento; desarrolla pensamiento sistémico al exigir decisiones con coste de oportunidad (puntos de ciencia vs. de defensa ambiental); y facilita la evaluación formativa, pues el propio juego genera trazabilidad: número de intentos, tiempo de resolución, estrategias usadas.

Para evitar la gamificación decorativa badges sin sentido o rankings que desmotivan es clave:

1. Alinear la mecánica y contenido: los puntos se ganan solo por evidencia científica válida;
2. Progresión creciente que introduzca nuevas variables (incertidumbre, datos contradictorios)
3. trabajo en equipo para evitar competencia desleal y fomentar argumentación entre pares
4. reflexión metacognitiva final: ¿qué estrategia te funcionó para interpretar el cromatograma?

La gamificación convierte la indagación en una misión posible, donde el conocimiento se convierte en la moneda que permite avanzar, y el estudiante, en agente activo de su propio aprendizaje científico.

Aula invertida (Flipped Classroom)

El aula invertida o flipped classroom invierte secuencialmente lo que tradicionalmente se hace en casa y en clase: la adquisición inicial del contenido (videos, lecturas, simulaciones) ocurre fuera del aula, mientras que el espacio presencial se dedica a aplicar, discutir y resolver problemas con la guía del docente. Esta resignificación del esfuerzo cognitivo transforma el rol del profesor: deja de ser transmisor para convertirse en facilitador y entrenador de pensamiento, y eleva la responsabilidad del estudiante, quien debe autorregular su ritmo de estudio y llegar preparado para participar activamente.

El ciclo suele constar de tres momentos. Antes de clase, el docente selecciona o produce recursos breves (5-7 min) que aborden conceptos clave: videos con Loom, podcasts, infografías interactivas o simuladores PhET. Se acompañan de una tarea de pre-clase cuestionario auto-calificable en Edpuzzle, mapa conceptual en MindMeister o diario de dudas en Google Docs cuyos resultados alimentan un dashboard que revela qué temas están consolidados y cuáles requieren atención. Durante la clase, se priorizan actividades de alto nivel cognitivo: resolver problemas abiertos, debates Socráticos, laboratorios, proyectos o estaciones de trabajo. El docente circula, formula preguntas provocadoras y organiza la tutoría entre pares, aprovechando que los estudiantes traen conocimiento previo y dudas específicas. Después de clase, se propone una tarea de ampliación o transferencia publicar un post explicativo, grabar una video-respuesta a una duda ajena o diseñar una extensión del experimento que se integra al portafolio digital y es evaluada con rúbricas compartidas.

Algunos ejemplos con uso de las TIC Videos cortos en YouTube + cuestionario auto-calificable en Edpuzzle; en clase se usa PhET.

Las ventajas son múltiples: maximiza el tiempo presencial para interacción humana y pensamiento crítico; permite personalizar el ritmo y la profundidad de cada quien; facilita la inclusión, ya que los recursos pueden consumirse repetidas veces y substituirse; y aumenta la participación de estudiantes tímidos, quienes llegan con ideas ya formuladas. Además, la trazabilidad digital de las tareas previas posibilita evaluar formativamente desde el primer minuto: el docente identifica errores conceptuales antes de que se fossilicen.

No obstante, existen riesgos: brecha digital para quienes carecen de conectividad o dispositivos; sobrecarga si se sube mucho contenido o es excesivamente largo; y la resistencia de estudiantes acostumbrados a ser receptores pasivos. Claves para evitarlos: limitar los videos a micro-lecciones de máximo 7 min, ofrecer alternativas offline (USB, WhatsApp), combinar tareas de

pre-clase con preguntas de pensamiento y no solo de memoria, y dedicar los primeros minutos de clase a activación colectiva (mini-debate, Kahoot, pizarra de dudas) que motive a quienes no estudiaron.

El aula invertida revaloriza el tiempo presencial, convirtiéndolo en un espacio de aplicación guiada, colaboración y resolución de problemas auténticos. Cuando se implementa con intención y se ajusta al contexto, no solo mejora los resultados académicos: desarrolla autonomía, responsabilidad y pensamiento crítico, competencias imprescindibles para la educación superior y la vida profesional.

El impacto de la gamificación y la creación de contenidos en el aprendizaje significativo, la gamificación se apoya en el uso de juego en contextos no lúdicos, mientras que en la creación de Creación de contenidos estudiante produce video, pódcast, infographic, videojuego educativo. Ambas estrategias buscan aprendizaje significativo (Ausubel): anclar nuevos conceptos a estructuras cognitivas previas, favoreciendo la retención y la transferencia.

Las estrategias didácticas activas trasladan el centro de gravedad desde el docente hacia el estudiante, quien construye conocimiento al resolver problemas auténticos, argumentar, crear y enseñar a otros. En el bachillerato, donde los jóvenes ya poseen ciertas competencias académicas y acceso frecuente a dispositivos móviles, estas estrategias resultan especialmente poderosas si se combinan con TIC.

ABP y aula invertida potencian la autonomía; y debates desarrollan la argumentación; Todas comparten la evaluación formativa continua, posible gracias a la trazabilidad que ofrecen las TIC.

Explorar estrategias activas, integrar TIC que visualicen lo invisible, gamificar sabiamente y encadenar micro-proyectos genera un ecosistema de aprendizaje donde el estudiante investiga antes de memorizar, crea antes de repetir y evalúa antes de entregar. La clave no está en acumular apps, sino en concatenar intencionalmente preguntas auténticas, evidencias digitales, rúbricas compartidas y productos con impacto real. En ese escenario, el bachillerato deja de ser la antesala de la universidad para convertirse en el primer escenario profesional del joven investigador.

Herramientas educativas tecnológicas y multimedia en el aula

Las herramientas tecnológicas y multimedia aplicadas a la educación representan recursos clave para optimizar tanto la enseñanza como el aprendizaje. Según Galvis (2021), su implementación permite a los docentes mejorar la presentación de contenidos y diseñar materiales educativos de alta calidad, mientras que los

estudiantes pueden potenciar su comprensión y participación en el proceso formativo. Estas tecnologías no solo facilitan la interacción, sino que también promueven entornos más dinámicos y adaptados a las necesidades individuales, favoreciendo así el desarrollo de competencias digitales esenciales en el contexto actual.

En el marco de una educación cada vez más mediada por la tecnología, la incorporación de recursos digitales se ha consolidado como una estrategia indispensable para enriquecer las prácticas pedagógicas. Cabero (2020) sostiene que la integración de estas herramientas transforma el rol del docente, al tiempo que incrementa la motivación, el compromiso y la autonomía del alumnado. En disciplinas como las Ciencias Naturales, el uso de simuladores, plataformas virtuales, videos explicativos y aplicaciones interactivas permite representar fenómenos complejos de manera accesible, lo que facilita la construcción de aprendizajes significativos y contextualizados.

La enseñanza de las Ciencias Naturales enfrenta el reto de transformar contenidos abstractos en experiencias significativas para los estudiantes. En este contexto, las herramientas tecnológicas educativas han adquirido un papel fundamental al facilitar entornos de aprendizaje más interactivos, personalizados y conectados con las demandas del siglo XXI. Estas herramientas no solo enriquecen la práctica docente, sino que también promueven la participación, el pensamiento crítico y la alfabetización digital, elementos clave para formar ciudadanos científicos capaces de interpretar, comunicar y aplicar el conocimiento en contextos reales.

- Recursos Interactivos: las plataformas digitales como PhET, Labster y Nearpod han revolucionado la forma en que se enseñan fenómenos complejos en las Ciencias Naturales. A través de simulaciones manipulables en tiempo real, los estudiantes pueden explorar procesos como reacciones atómicas, campos magnéticos o estructuras moleculares, generando un desequilibrio cognitivo que estimula la formulación de nuevas preguntas y la construcción activa del conocimiento (Makransky & Lillelund, 2018). Esta interactividad reduce la abstracción típica de las ciencias exactas y permite una aproximación más concreta y visual a los contenidos curriculares.

- Participación: herramientas como Kahoot!, Quizizz y Classcraft convierten la evaluación tradicional en una experiencia colaborativa y motivadora. Mediante votaciones en vivo, misiones de rol y dinámicas de competencia saludable, estas plataformas aumentan la tasa de respuesta y

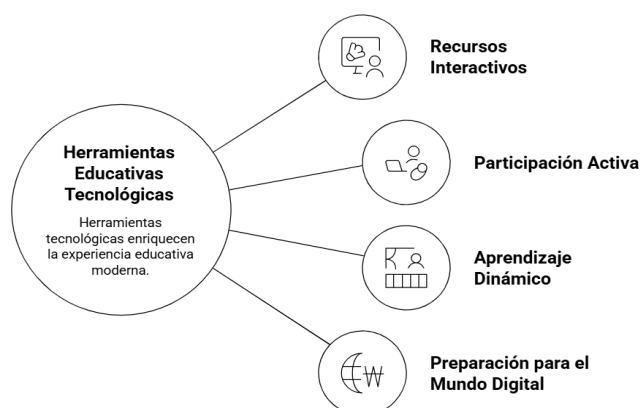
disminuyen la ansiedad evaluativa, generando un ambiente propicio para el aprendizaje. Además, el docente accede a datos analíticos en tiempo real que revelan conceptos alternativos o malinterpretaciones, lo que le permite ajustar la explicación de manera inmediata y personalizada (Quenema et al, 2025).

- Aprendizaje Dinámico: recursos como H5P, Genially y Edpuzzle permiten transformar materiales pasivos en itinerarios interactivos que se adaptan al ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante. Al insertar preguntas abiertas, zonas activas (hot-spots) y ramificaciones dentro de videos o presentaciones, se fomenta la toma de decisiones, la resolución de problemas y la atención sostenida. El estudiante avanza solo tras resolver los desafíos propuestos, lo que refuerza la autonomía y la personalización del proceso formativo (Cabero, 2020).

- Preparación para el Mundo Digital: La integración de tecnologías como Arduino, micro:bit y Tinkercad Codesign introduce a los estudiantes en la cultura maker, donde la experimentación y la creación tecnológica se convierten en parte del aprendizaje científico. A través de sensores de CO₂ para estudiar la fotosíntesis, códigos Python para analizar datos propios y la publicación de dashboards en la nube, los alumnos desarrollan competencias en programación, análisis de datos y comunicación científica. Esta alfabetización digital es hoy tan esencial como la lectura de textos científicos tradicionales (Gómez & Sánchez, 2023), y prepara al alumnado para enfrentar los desafíos de un entorno digital cada vez más complejo.

Figura. 3.

Herramientas educativas tecnológicas



Nota: Elaboración propia. Google. (2025). Herramientas educativas tecnológica. [Imagen generada con IA]. Napkin

Las herramientas tecnológicas no representan solamente un atractivo visual en la pedagogía de las Ciencias Naturales, implican una transformación profunda en los roles educativos. El docente deja de ser un expositor para convertirse en diseñador de experiencias, mientras que el estudiante pasa de espectador a científico-productor. Al integrar recursos interactivos, dinámicos y maker, se prepara a los alumnos para un mundo digital que exige interpretar información, programar dispositivos y comunicar evidencia con claridad. La clave está en alinear cada clic, cada simulación y cada sensor con preguntas científicas auténticas, asegurando que la tecnología potencie el pensamiento crítico y no lo sustituya.

Las TIC permiten visualizar lo invisible, experimentar sin riesgo y personalizar el ritmo de aprendizaje. A continuación, se describen tres grandes categorías de recursos digitales con ejemplos concretos y evidencia de impacto.

Recursos interactivos (simulaciones, laboratorios virtuales)

- PhET Interactive Simulations: permite manipular variables en tiempo real (campos magnéticos, reacciones químicas, óptica).
- Labster: laboratorios virtuales 3D con narrativas y retroalimentación inmediata.
- Nearpod: presentaciones interactivas con preguntas, encuestas y realidad virtual.

Software de Presentación Interactiva

El software de presentación interactiva se ha convertido en una herramienta pedagógica clave para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en áreas como las Ciencias Naturales, donde la visualización de fenómenos complejos es fundamental. Según Arias (2020), este tipo de software permite a los docentes diseñar presentaciones que integran elementos multimedia como videos, animaciones, gráficos y sonidos junto con componentes interactivos que fomentan la participación activa del estudiante. Esta combinación no solo capta la atención del alumnado, sino que también mejora la comprensión de los contenidos al facilitar la conexión entre teoría y práctica.

Herramientas como Genially, Prezi, Nearpod y H5P permiten insertar preguntas abiertas, zonas activas (hot-spots), enlaces, y rutas de navegación personalizadas dentro de las presentaciones, transformando un recurso tradicional en una experiencia de aprendizaje adaptativa y envolvente (Cabero, 2020). Además, estas plataformas promueven el aprendizaje autónomo al permitir que los estudiantes interactúen con el contenido a su propio

ritmo, lo que resulta especialmente útil en contextos de educación híbrida o virtual. Como señalan Salinas (2004) y Area Moreira (2018), el uso de tecnologías interactivas en el aula contribuye al desarrollo de competencias digitales, al tiempo que fortalece la motivación, el pensamiento crítico y la capacidad de análisis del estudiante.

En suma, el software de presentación interactiva no solo transforma la forma en que se transmiten los contenidos, sino que también redefine el rol del docente como diseñador de experiencias significativas, alineadas con los principios del aprendizaje activo y centrado en el estudiante.

Características del Software de Presentación Interactiva

- Multimedia: Integración de texto, imágenes, audio y video en las presentaciones.
- Interactividad: Capacidad para incluir preguntas, encuestas y actividades interactivas.
- Animaciones y Transiciones: Uso de animaciones para explicar conceptos complejos de manera visual y atractiva.
- Colaboración en Tiempo Real: Permite que varios usuarios colaboren en la creación de la presentación simultáneamente.

Ejemplos de Software de Presentación Interactiva

- Microsoft PowerPoint: Conocido por sus funciones de animación y capacidad para integrar multimedia.
- Prezi: Ofrece presentaciones no lineales y visualmente atractivas con zoom y movimiento.
- Google Slides: Facilita la colaboración en tiempo real y la integración con otras herramientas de Google.

Tabla 2.

Comparativa de software de presentación interactiva

Herramienta	Interactividad	Colaboración	Gratuito	Uso en ciencias
Interactividad	Alta	Media	Sí	Infografías, mapas
Colaboración	Media	Alta	Parcial	Esquemas causales
Gratuito	Alta	Alta	Parcial	Diagnóstico inicial

Nota: Elaboración propia

Elegir la herramienta depende del objetivo pedagógico (diagnóstico, síntesis, relación de conceptos) y del nivel de interacción que se desee con el estudiante.

Aplicaciones de Gamificación

La gamificación se refiere al uso de elementos y mecánicas propios de los juegos en contextos no lúdicos, como la educación. El uso de esta estrategia incluye puntos, niveles, desafíos y recompensas para motivar el aprendizaje activo, mejorar la participación, proporcionar feedback inmediato y fomentar la colaboración entre estudiantes, entre otros objetivos (García & Hernández, 2019; Fando, 2020).

Características de las Aplicaciones de Gamificación

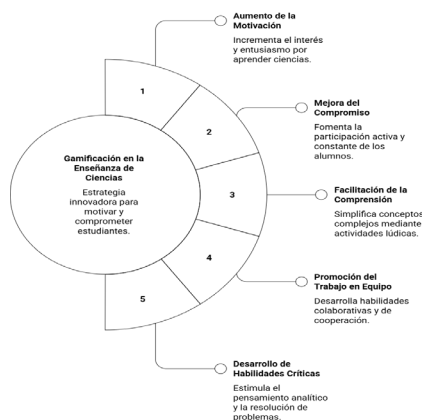
- **Recompensas y Puntos:** Los estudiantes pueden ganar puntos, insignias o recompensas por completar tareas y alcanzar objetivos.
- **Niveles y Progresión:** Los contenidos se estructuran en niveles que los estudiantes deben superar, lo que fomenta la superación personal.
- **Competencias y Retos:** Incluyen desafíos y competencias entre estudiantes para incentivar la participación y el esfuerzo.
- **Retroalimentación Inmediata:** Los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre su desempeño, lo que les ayuda a mejorar.

Ejemplos de Aplicaciones de Gamificación

- **Kahoot!:** Plataforma de aprendizaje basada en juegos de preguntas y respuestas en tiempo real.
- **Duolingo:** Aplicación para aprender idiomas utilizando juegos y recompensas para motivar a los usuarios.
- **Classcraft:** Transforma el aula en una experiencia de juego de rol, donde los estudiantes colaboran y compiten en un entorno virtual.

Figura 4.

Gamificación en la enseñanza de las ciencias naturales



Nota: Elaboración Propia. Google. (2025). Gamificación en la enseñanza de las ciencias naturales [Imagen generada con IA]. NapKin.

La gamificación aumenta el engagement sin diluir el contenido científico siempre que los elementos de juego estén alineados con los objetivos de aprendizaje y no se conviertan en simples premios.

Herramientas de Creación de Contenidos

Las herramientas de creación de contenidos permiten a los docentes y estudiantes diseñar y producir materiales educativos personalizados, atractivos, creativos y adaptados a los intereses y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Estas herramientas facilitan la creación de videos, infografías, podcasts, blogs y otros tipos de contenidos digitales (Barcello & Coll, 2018). Su uso fomenta la participación, el pensamiento crítico y la expresión creativa, al tiempo que fortalece competencias comunicativas y digitales esenciales en el contexto educativo actual.

Además, plataformas como Canva, Genially, Powtoon y Audacity ofrecen interfaces intuitivas que facilitan la elaboración de contenidos visuales y auditivos de alta calidad, sin requerir conocimientos técnicos avanzados. Según Cabero (2020), estas herramientas no solo permiten diversificar los formatos de presentación de la información, sino que también promueven la autonomía del estudiante en la construcción de su propio conocimiento. Por su parte, Salinas (2004) destaca que la creación de contenidos digitales favorece el aprendizaje significativo al vincular los saberes escolares con contextos reales y al permitir que los estudiantes se conviertan en productores activos de conocimiento.

En el marco de la educación digital, el uso de estas herramientas también responde a la necesidad de formar ciudadanos competentes en el manejo de tecnologías de la información y la comunicación, capaces de comunicar ideas, resolver problemas y colaborar en entornos virtuales. Como señala Area Moreira (2018), la producción de contenidos digitales en el aula no solo transforma la práctica docente, sino que también redefine el rol del estudiante, quien asume un papel más activo, reflexivo y creativo en su proceso formativo.

Figura 5.

Impacto de las herramientas de creación de contenido

Nota: Elaborado por el autor

Las herramientas de creación de contenido han transformado el panorama educativo, al permitir a docentes y estudiantes convertirse en diseñadores activos de las experiencias de aprendizaje significativo. En el contexto de las Ciencias Naturales, estas herramientas potencian la comprensión de fenómenos complejos mediante recursos visuales, auditivos e interactivos que vinculan la teoría con la práctica. Además, al fomentar la alfabetización digital y comunicativa, contribuyen a formar ciudadanos capaces de expresarse con claridad, colaborar en entornos virtuales y participar activamente en la construcción del conocimiento científico (Area Moreira, 2018; Salinas, 2004). En suma, su integración en el aula no solo enriquece la práctica pedagógica, sino que redefine los roles tradicionales, posicionando al estudiante como productor de saberes y al docente como facilitador de procesos formativos más inclusivos, dinámicos y contextualizados.

Convertir a los estudiantes en productores de conocimiento es tan importante como consumirlo. Herramientas como Canva, Adobe Spark, Audacity o WeVideo permiten crear infografías, podcasts, videos explicativos y pósters científicos.

Tabla 3.

Herramientas de creación de contenidos y sus aplicaciones

Herramienta	Tipo de producto	Competencia que desarrolla
Canva	Infografía, póster	Comunicación visual

Audacity	Podcast	Argumentación oral
WeVideo	Video explicativo	Narrativa científica
Genially	Presentación interactiva	Multimodalidad

Nota: Elaborada por el autor

Estas herramientas desarrollan alfabetización multimodal y permiten que el estudiante comunique ciencia a audiencias reales, fortaleciendo la autoría y la metacognición.

Características de las Herramientas de Creación de Contenidos

- **Facilidad de Uso:** Interfaces intuitivas y accesibles para usuarios con diferentes niveles de habilidad técnica.
- **Multiformato:** Soporte para la creación de diversos tipos de contenidos, como videos, audio, texto e imágenes.
- **Plantillas y Recursos:** Ofrecen plantillas, gráficos y otros recursos que facilitan el diseño de contenidos atractivos.
- **Compatibilidad:** Integración con otras plataformas y herramientas educativas para facilitar la distribución y el uso de los contenidos creados.

Micro-proyecto integrador: estrategia de cierre

Para sintetizar lo aprendido, se propone un micro-proyecto que articule:

- Pregunta científica contextualizada.
- Diseño experimental o descriptivo.
- Uso de al menos una herramienta TIC.
- Comunicación de resultados en formato digital (infografía, video, póster).
- Rúbrica de evaluación (escala 1-4)

Las estrategias didácticas en Ciencias Naturales no son recetas: son decisiones conscientes que el docente toma para mediar el conocimiento, despertar curiosidad y formar ciudadanos críticos. La clave está en combinar metodologías activas (ABP, ABI) con recursos tecnológicos (simuladores, gamificación, creación de contenidos) de forma intencionada, contextualizada y evaluada. Solo así el aula se convierte en un laboratorio de ideas donde la ciencia se hace, se piensa y se comunica.

Referencias

- Acosta, S., & Andrade, A. (2014). Estrategias de enseñanza para promover el aprendizaje significativo de la biología en la Escuela de Educación. *Multiciencias*, 14(1), 67–73. <https://www.redalyc.org/pdf/904/90430816010.pdf>
- Area Moreira, M. (2018). Tecnologías digitales y rediseño de las prácticas pedagógicas en la educación escolar. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 56, 1–20. <https://doi.org/10.6018/red/56/1>
- Area Moreira, M. (2018). Hacia la universidad digital: ¿Dónde estamos y a dónde vamos? RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 9–26. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.21801>
- Arias, N. (2020). El uso del software de presentación interactiva en el aula de Educación Infantil: un estudio de caso. *Educación y Tecnología*, 28(1), 1–14. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/606/6063067007/>
- Barceló, R., & Coll, C. (2018). Las presentaciones interactivas como herramienta para el aprendizaje colaborativo en educación superior. RIED. *Revista de Investigaciones en Educación*, 15(1). <https://n9.cl/k6qv>
- Barcello, C., & Coll, C. (2018). *Diseño y producción de contenidos digitales para el aprendizaje*. Editorial UOC.
- Cabero, J. (2020). *Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación*. Editorial Síntesis.
- Dias-Trindade, S., Moreira, J. A., & Ferreira, A. G. (2020). Assessment of university teachers on their digital competences. *QWERTY - Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 15(1), 50–69. <https://doi.org/10.30557/QW000025>
- Fandos, J., & Martínez, M. (2020). Gamificación en educación: fundamentos, aplicaciones y retos. RIED. *Revista de Investigaciones en Educación*, 17(2). <https://n9.cl/wtlcky>
- Fandos, M., & Martínez, J. (2020). *Competencias digitales docentes: Retos y oportunidades en la educación del siglo XXI*. Narcea Ediciones.
- García, M., & Hernández, R. (2019). *Innovación educativa y uso de tecnologías digitales en el aula*. Editorial Académica Española.
- Makransky, G., & Lillelund, M. E. (2018). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 127, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.005>

- Caeiro, Domingos & Moreira, José António. (2018). Fabricar a inovação na Educação Superior: estratégias para a Educação a Distância em Portugal. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação - Periódico científico editado pela ANPAE*, 34. 19. 10.21573/vol34n12018.82460
- Moreira, P., Cunha, D., & Inman, R. A. (2020). An integration of multiple student engagement dimensions into a single measure and validity-based studies. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 38(5), 564-580. <https://doi.org/10.1177/0734282919870973>
- Moreira-Choez, J. S., Zambrano Acosta, J. M., & López Padrón, A. (2023). European Framework for Digital Competence of Teachers (DigComEdu) questionnaire [Data set]. Figshare. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24224065.v1>
- Salinas, J., (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC. *Revista de Universidades y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1-16.
- Quenema Camacho, Norma, Condeso Camizan, Selman Dennis, Castillo Palacios, Freddy William, Otero Bocanegra, Paola Cynthia, & Hernández Ramos, Erick Joel. (2025). Gamificación en la evaluación educativa: transformando el aprendizaje en experiencias interactivas desde una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6(1), e601061. Epub 15 de julio de 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15427281>
- Torres-Toukoumidis, Á., Caldeiro-Pedreira, M., & Mäeots, M. (2020). Aprendizaje basado en la indagación en el contexto educativo español. *Luz*, 19(3), 3-18. Universidad de Holguín. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
- Westermeyer, M., & Osses, S. (2021). Aprendizaje de las ciencias basado en la indagación y en la contextualización cultural. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(42), 73-86. <https://n9.cl/n9ev9>

CAPÍTULO IV

La educación investigativa y científica en recursos didácticos y el aula

Introducción

La educación investigativa y científica representa un eje fundamental en la transformación de las prácticas pedagógicas contemporáneas, especialmente cuando se vincula con el uso estratégico de recursos didácticos en el aula. En un modelo educativo centrado en el desarrollo del pensamiento crítico, la curiosidad y la autonomía del estudiante, integrar la investigación científica en el diseño y aplicación de materiales pedagógicos permite construir experiencias de aprendizaje más profundas, activas y contextualizadas. Este capítulo integra la investigación científica en el diseño y la aplicación de recursos didácticos como herramientas como simulaciones, mapas conceptuales, portafolios, estudios de caso y tecnologías digitales pueden convertirse en vehículos para fomentar la indagación, el análisis y la reflexión, posicionando al aula como un laboratorio de ideas y descubrimientos.

Actualmente, la educación se enriquece con una diversidad de recursos conocidos como apoyos didácticos, medios educativos o curriculares, que se ponen al servicio del docente para facilitar el aprendizaje (Real, 2019). No obstante, persiste una carencia significativa en su aplicación, debido a la permanencia de modelos tradicionales en la práctica pedagógica (Manrique & Gallego, 2013). Chacón et al. (2016) advierten que esta enseñanza dogmática convierte al estudiante en espectador pasivo, sin comprensión ni apropiación del conocimiento.

En esta línea, Mazón et al. (2022) sostienen que la calidad de la enseñanza está directamente relacionada con la calidad y cantidad de recursos didácticos disponibles, ya que estos vuelven las clases más atractivas y efectivas, reduciendo el fracaso escolar y promoviendo aprendizajes significativos.

La innovación en el ámbito educativo se ha consolidado como un componente clave para el fortalecimiento académico, pedagógico y didáctico. Lejos de limitarse a modelos rígidos, esta implica la incorporación de elementos novedosos que transforman las metodologías y los recursos utilizados en el aula (Loja & Quito, 2021). Estos autores señalan que la innovación se articula en dos dimensiones fundamentales: por un lado, las estrategias de enseñanza que promueven clases activas, participativas y críticas; por otro, los medios tecnológicos o tangibles que permiten implementar dichas metodologías de forma efectiva.

Camacho et al. (2020) definen la innovación como un conjunto de acciones y decisiones organizadas que buscan transformar prácticas pedagógicas, contenidos y actitudes, con el propósito de mejorar la calidad educativa. En este sentido, la gestión y creación de recursos didácticos se convierten en pilares esenciales para vincular los contenidos científicos con experiencias prácticas que despierten el interés y la motivación del estudiante. Bellei (2022) destaca que el uso de estos recursos es inherente a la labor docente, ya que facilita una transmisión clara y eficaz del conocimiento.

Objetivos de aprendizaje

- Diseñar y aplicar recursos didácticos basados en la investigación científica.
- Desarrollar habilidades en la formulación y ejecución de proyectos de investigación educativa.
- Integrar herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las ciencias.
- Evaluar el impacto de recursos didácticos investigativos en el desarrollo de competencias científicas.

Desarrollo del capítulo

Diseño de recursos didácticos basados en la investigación científica

El diseño de recursos didácticos investigativos requiere una planificación basada en evidencia, alineada con estándares curriculares y adaptada a los contextos educativos. Siguiendo el modelo de Iglesias (2016), el proceso incluye:

1. Identificación del problema científico relevante para el estudiante.
2. Formulación de preguntas de investigación guiadas por el docente.
3. Selección de recursos didácticos apropiados (simuladores, sensores, estudios de caso).
4. Desarrollo de actividades que integren hipótesis, experimentación y análisis.
5. Evaluación formativa del proceso y del producto.

Para comprender con mayor claridad el proceso de elaboración de materiales educativos orientados a la investigación, es pertinente revisar el Ciclo de diseño de recursos didácticos investigativos que se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Ciclo de diseño de recursos didácticos investigativos.



Nota: Elaborado por el autor Google. (2025). Ciclo de diseño de recursos didácticos investigativos. [Imagen generada con IA]. Napkin

El ciclo muestra una secuencia lógica y flexible que permite al docente planificar, implementar y evaluar recursos didácticos desde una mirada investigativa, garantizando la coherencia entre teoría, práctica y reflexión.

Los recursos didácticos constituyen herramientas esenciales para facilitar la enseñanza y el aprendizaje, especialmente en el área de las Ciencias Naturales. Su valor radica en la capacidad

de representar contenidos complejos de forma visual, interactiva y accesible, lo que favorece la comprensión y estimula la curiosidad del estudiante. Real (2019) los describe como medios expresivos que combinan imagen, sonido e interactividad para crear nuevos lenguajes educativos. En este contexto, materiales como simuladores virtuales, mapas conceptuales, portafolios de investigación, videos animados y aplicaciones interactivas permiten vincular la teoría con la práctica, promoviendo la indagación científica y el aprendizaje autónomo. Según Ochoa y Cartuche (2023), estos recursos no solo enriquecen la transmisión de conocimientos, sino que también fortalecen habilidades cognitivas clave. Ramón y Nazareno (2023) destacan, además, su capacidad para fomentar la participación activa y adaptarse a distintos estilos de aprendizaje, convirtiéndolos en vehículos eficaces para el desarrollo de competencias científicas.

Los experimentos y prácticas de laboratorio constituyen un pilar esencial en la enseñanza de las Ciencias Naturales, ya que permiten al estudiante vivenciar de manera directa el método científico, desarrollar competencias investigativas, habilidades de pensamiento crítico y construir aprendizajes significativos a partir de la manipulación de variables y la observación de fenómenos reales (Hodson, 2014). Además, estos espacios favorecen la motivación y el engagement, al transformar al aula en un entorno de descubrimiento donde el error se valora como parte del proceso de aprendizaje (Spronken-Smith & Walker, 2010). En este sentido, la práctica experimental no solo enseña ciencia, sino que enseña a hacer ciencia, promoviendo una comprensión profunda y duradera de los fenómenos naturales.

Experimentos y prácticas de laboratorio

Las prácticas de laboratorio son esenciales para que los estudiantes comprendan conceptos abstractos, desarrollen habilidades prácticas y apliquen el método científico en contextos reales (Melo, 2007; Hodson, 2014). El laboratorio se convierte en un espacio donde se promueve la indagación, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas, elementos clave para formar ciudadanos capaces de comprender y aplicar el conocimiento científico en su vida cotidiana.

Ventajas de los experimentos

- Visualización de fenómenos invisibles a simple vista.
- Desarrollo de habilidades prácticas y de pensamiento crítico.
- Promoción del trabajo colaborativo y la comunicación científica.
- Valoración del error como parte del proceso de aprendizaje

Los experimentos y prácticas de laboratorio son pilares esenciales de la enseñanza de las Ciencias Naturales porque permiten al estudiante construir conocimiento de forma activa, aplicar el método científico y desarrollar habilidades críticas. A través de la manipulación de variables, la observación directa y el análisis de resultados, se transforman conceptos abstractos en experiencias concretas que consolidan el aprendizaje significativo. Además, estas prácticas fomentan el pensamiento crítico, la resolución colaborativa de problemas y la comunicación científica, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos reales con una actitud investigativa y ética. En síntesis, el laboratorio físico o virtual se convierte en un espacio de descubrimiento donde la ciencia se hace, se piensa y se comunica, formando ciudadanos capaces de comprender y transformar su entorno.

Laboratorios virtuales y simuladores

Ante la escasez de laboratorios físicos en muchas instituciones (UNESCO, 2021), los simuladores interactivos (PhET, Labster, ChemCollective) ofrecen una alternativa viable, segura y económica. Permiten:

- Manipular variables inaccesibles en la realidad
- Repetir experimentos cuantas veces sea necesario.
- Visualizar fenómenos a escalas nanométricas o planetarias.
- Trabajar desde casa o en contextos rurales sin infraestructura.

En el aula, el docente se transforma en facilitador de preguntas, guiando a los estudiantes en la formulación de hipótesis, la exploración de variables y la interpretación de resultados. A través del dashboard de PhET, puede monitorear el desempeño en tiempo real (tiempo de interacción, reinicios, patrones de navegación) y ajustar su intervención pedagógica. Preguntas como “¿Qué cambiaste y por qué?” promueven la metacognición y el pensamiento crítico.

Ventajas de los laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales y simuladores han emergido como una alternativa innovadora a los laboratorios tradicionales. Estas herramientas digitales permiten a los estudiantes realizar experimentos en un entorno virtual, con niveles crecientes de interactividad y realismo.

- Accesibilidad. Los estudiantes pueden acceder a los laboratorios desde cualquier lugar y en cualquier momento lo que es especialmente útil en contextos de educación a distancia o en instituciones con recursos limitados.
- Seguridad: Eliminan los riesgos asociados con el manejo de materiales peligrosos.

- Costo-efectividad: Reducen los costos de materiales y equipos.
- Flexibilidad: Permiten la repetición de experimentos para una mayor comprensión y la autonomía del estudiante.
- Integración en el currículo. Pueden ser fácilmente incorporados en plataformas educativas, permitiendo una evaluación continua y personalizada.
- Selección de plataformas y herramientas: Evaluar diferentes plataformas de laboratorios virtuales y seleccionar las que mejor se adapten a las necesidades educativas.
- Diseño de actividades de aprendizaje: Crear actividades que incorporen laboratorios virtuales para complementar y reforzar el aprendizaje de los estudiantes.

Así, PhET no solo mejora la comprensión conceptual, sino que innova la práctica docente, fomentando una enseñanza más dialógica, investigativa y centrada en el estudiante.

Los simuladores PhET son una herramienta tecnológica eficiente y versátil para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, especialmente en el área de las ciencias naturales, al permitir realizar experimentos con alta aproximación a la realidad y facilitar la asimilación de conocimientos. Una de sus características principales es que permite innova la práctica docente y fomenta la participación del alumno (Cañar & León, 2024). Algunos de los simuladores que se pueden encontrar en la página oficial de PhET son:

Simuladores de Física

- Gravedad: Permite experimentar con la gravedad y comprender cómo afecta a los objetos en diferentes situaciones.
- Mecánica: Simula movimientos y fuerzas en diferentes contextos, como la caída de objetos y la interacción entre partículas.

Simuladores de Química

La química presencial implica riesgos por toxicidad, inflamabilidad o corrosividad. Los simuladores eliminan estos peligros, permiten trabajar con cantidades ideales (evitando errores de pesaje) y aceleran procesos que en la realidad requieren horas o días (p. ej., crecimiento de cristales o cinética enzimática).

- Química Orgánica: Ayuda a los estudiantes a comprender reacciones químicas y procesos bioquímicos.
- Química Inorgánica: Simula reacciones químicas y procesos de transformación de sustancias
- Simuladores de Matemáticas

- Matemáticas: Ofrece ejercicios y problemas que permiten a los estudiantes practicar y mejorar sus habilidades matemáticas.

Simuladores de Biología

- Biología Celular: Simula procesos biológicos como la división celular y la expresión genética.
- Ecología: Ayuda a los estudiantes a comprender interacciones entre especies y su entorno.

Simuladores de Ciencias de la Tierra

- Geología: Simula procesos geológicos como la formación de montañas y la erosión.
- Meteorología: Ayuda a los estudiantes a comprender fenómenos meteorológicos como la formación de nubes y la circulación atmosférica

Tabla 1.
Ejemplos de simuladores por área disciplinar

Área	Simulador	Concepto clave
Física	PhET: Gravedad	Leyes de Newton
Química	ChemCollective	Estequiometría
Biología	BioLab: División celular	Ciclo celular
Ciencias de la Tierra	PhET: Clima	Circulación atmosférica

Nota: elaborado por el autor

Los simuladores no reemplazan el laboratorio real, pero democratizan el acceso a experiencias científicas auténticas, seguras y repetibles, especialmente en contextos vulnerables.

Los laboratorios virtuales y simuladores PhET, Labster, ChemCollective, BioLab, entre otros han demostrado un impacto positivo y consistente sobre la comprensión conceptual, la motivación y el desarrollo de habilidades científicas. Su éxito, no obstante, depende de una integración pedagógica intencional, sustentada en secuencias activas, evaluación formativa y formación docente continua. A futuro, la inteligencia artificial generativa permitirá crear escenarios adaptativos que respondan a los errores del estudiante en tiempo real, mientras que la realidad mixta (Microsoft HoloLens, Meta Quest 3) fusionará lo virtual y lo tangible en un mismo espacio de aprendizaje. La meta no es

reemplazar el laboratorio real, sino democratizar el acceso a experiencias científicas auténticas, seguras y repetibles para todos los estudiantes, cualquiera sea su contexto socioeconómico.

Proyectos de investigación en el aula

Los proyectos de investigación escolar (PIE) transforman al aula en una comunidad de investigación, donde el estudiante formula preguntas, diseña experimentos, analiza datos y comunica resultados. Siguiendo el modelo de Spronken-Smith & Walker (2010), el proceso se estructura en seis fases:

Tabla 2.
Fases del proyecto de investigación escolar

Fase	Descripción	Producto esperado
Exploración	Observación, diagnóstico	Diario de campo, mapa conceptual
Pregunta	Problema delimitado	Pregunta de investigación + hipótesis
Diseño	Método, materiales, control de variables	Protocolo validado
Datos	Recolección sistemática	Tablas, gráficos, imágenes
Análisis	Estadística descriptiva/inferencial	Análisis y figuras
Comunicación	Informe, póster, video, podcast	Divulgación multimodal

Nota: Elaborado por el autor

Tabla 2. El modelo guiado pero flexible permite al docente adaptar la investigación a distintos niveles de complejidad, garantizando la autonomía progresiva del estudiante y la evaluación formativa continua.

Los proyectos de investigación en el aula son una estrategia educativa que permite a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en situaciones prácticas, desarrollando habilidades críticas y científicas. Al involucrarse en la investigación, los estudiantes experimentan el proceso científico de primera mano, lo que fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración.

Estos proyectos también ofrecen a los docentes la oportunidad de evaluar y mejorar los recursos didácticos basados en la investigación científica, asegurando que la enseñanza sea

efectiva, relevante y adaptada a las necesidades de los estudiantes. Implementar proyectos de investigación en el aula no solo enriquece el aprendizaje, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos reales con un enfoque científico y reflexivo (Romero Acosta et al. 2021).

El aula como comunidad de investigación

La alfabetización científica va más allá de adquirir contenidos: implica usar la ciencia como herramienta para interpretar el mundo y tomar decisiones (OECD, 2023). En este sentido, los proyectos de investigación escolar (PIE) se alinean con los postulados del aprendizaje basado en investigación (ABI) y del aprendizaje basado en problemas (ABP), al situar al estudiante en una posición activa de formular preguntas, diseñar métodos, argumentar evidencias y comunicar conclusiones (Hattie, 2022; Navarro et al., 2021). Sin embargo, su implementación enfrenta dos nodos críticos:

- a) La formulación de una pregunta de investigación
- b) La comunicación y divulgación de los resultados a múltiples audiencias.

Formulación de preguntas de investigación

La formulación de la pregunta de investigación es una etapa crítica en el proceso de investigación, ya que define el rumbo y el alcance del estudio. Una buena pregunta de investigación guía el diseño metodológico, la recopilación de datos y el análisis, asegurando que el proyecto sea coherente y relevante. La calidad de la pregunta de investigación impacta directamente en la validez y la utilidad de los hallazgos obtenidos (Pérez & Sandoval, 2015).

La calidad de la pregunta impacta según algunos autores en:

- Dirección del diseño metodológico (Pérez & Sandoval, 2015).
- Nivel de pensamiento crítico requerido (Bloom: análisis → creación).
- Motivación intrínseca (autonomía, propósito, maestría) (Deci & Ryan, 2020).

Importancia de una buena pregunta de investigación

- Define el enfoque y la dirección de la investigación.
- Facilita la identificación de métodos y técnicas adecuadas.
- Permite la formulación de hipótesis y objetivos claros.

Características de una buena pregunta de investigación:

- Clara y precisa: Evitar la ambigüedad y formular preguntas específicas.
- Investigable: Asegurarse de que la pregunta pueda ser respondida mediante la recolección y análisis de datos.
- Relevante: Debe abordar un problema significativo y contribuir al conocimiento existente.
- Original: Fomentar la innovación y la creatividad.

Proceso de formulación de preguntas:

- Observación y revisión de literatura: Identificar áreas de interés y revisar estudios previos.
- Definición del problema: Clarificar el problema a investigar.
- Formulación de preguntas: Plantear preguntas específicas basadas en la observación y la revisión de literatura.

Comunicación y divulgación de resultados

La comunicación efectiva de los resultados de la investigación es fundamental para compartir conocimientos y contribuir al avance científico, en base a investigaciones de Rivas (2017) se señala lo siguiente:

Importancia de la comunicación científica:

- Difunde los hallazgos y contribuye al conocimiento colectivo.
- Facilita la retroalimentación y la colaboración.
- Promueve la transparencia y la replicabilidad.

Métodos de comunicación científica:

- Informes escritos: Redacción de informes estructurados que incluyan introducción, metodología, resultados, discusión y conclusiones.
- Presentaciones orales: Preparación de presentaciones claras y concisas para audiencias académicas y no académicas.
- Pósteres científicos: Creación de pósteres visualmente atractivos que resuman los hallazgos clave de la investigación.
- Medios digitales: Utilización de blogs, redes sociales y otras plataformas digitales para la divulgación de los resultados.

Evaluación de la comunicación científica:

- Claridad y precisión: Asegurarse de que la información sea clara, precisa y accesible.
- Coherencia y lógica: Presentar los resultados de manera coherente y lógica.
- Impacto visual: Utilizar gráficos, tablas y otros elementos visuales para mejorar la comprensión.
- Retroalimentación: Solicitar retroalimentación de pares y mentores para mejorar la calidad de la comunicación.

Tabla 3.
Fases del diseño experimental escolar

Fase	Descripción	Producto esperado
1. Exploración	Observación, diagnóstico, revisión preliminar	Diario de campo, mapa conceptual
2. Pregunta	Problema delimitado y variable	Pregunta de investigación + hipótesis
3. Diseño	Método, materiales, control de variables	Protocolo validado
4. Datos	Recolección sistemática	Tablas, gráficos, imágenes
5. Análisis	Estadística descriptiva/inferencial	Análisis y figuras
6. Comunicación	Informe, póster, video, podcast	Divulgación multimodal

Nota: Elaboración propia

La tabla 3 presenta un modelo secuencial y coherente del proceso de indagación escolar, donde cada fase cumple una función específica en la construcción del conocimiento científico. En la fase de exploración, el estudiante se aproxima al fenómeno desde la observación y el diagnóstico, generando productos como el diario de campo y el mapa conceptual, que permiten externalizar sus ideas previas y establecer una línea base cognitiva. La formulación de la pregunta, como eje del proceso, transforma la curiosidad en un problema investigable, al delimitar variables y establecer hipótesis que orientan el ruego metodológico. En el diseño, se evidencia la planificación científica: se seleccionan técnicas, materiales y controles, produciendo un protocolo validado que asegura la replicabilidad y la validez interna del estudio. Finalmente, la fase de datos consolida la recolección sistemática de evidencias, cuyo producto tablas, gráficos e imágenes no solo representa la información, sino que también se convierte en el insumo esencial para el análisis, la argumentación y la comunicación de resultados, cerrando así el ciclo investigativo con un aprendizaje profundo y transferible. (Tovar-Gálvez,., 2009).

Mapas conceptuales, estudios de caso y recursos TIC como herramientas para la indagación

Estas herramientas no son excluyentes: se potencian mutuamente cuando se integran en secuencias de indagación bien diseñadas.

- Mapas conceptuales: visualizan la estructura cognitiva, detectan preconceptos y promueven la argumentación (Novak, 2010).

- Estudios de caso: analizan problemas reales, desarrollan pensamiento crítico y ética ambiental (Navarro et al., 2021).
- Recursos TIC: facilitan la recolección de datos, la colaboración y la comunicación de resultados (Mazón et al., 2022).

Las herramientas de indagación como los mapas conceptuales, los estudios de caso y los recursos TIC han demostrado ser eficaces para desarrollar el pensamiento crítico, la argumentación científica y la alfabetización investigativa en estudiantes de todos los niveles. Este trabajo analiza teórica y prácticamente estas tres estrategias didácticas, describiendo sus definiciones, características, ventajas y desventajas, así como estrategias para su implementación y evaluación. Se incluyen estudios de caso reales, ejemplos disciplinares y rúbricas de evaluación. Los resultados muestran que el uso combinado de estas herramientas mejora la comprensión conceptual, la motivación y las habilidades de investigación en contextos escolares y universitarios.

La enseñanza de las ciencias ha evolucionado desde un enfoque transmisionista hacia uno constructivista e investigativo, donde el estudiante es el protagonista de su aprendizaje. En este marco, las herramientas de indagación como los mapas conceptuales, los estudios de caso y los recursos TIC se han posicionado como estrategias clave para promover la comprensión profunda, la resolución de problemas y la comunicación científica (Novak, Romero Acosta et al 2021; 2010; Navarro et al., 2021; Mazón et al., 2022).

Mapa conceptual. Definición

Creado por Novak quien lo presenta como; estrategia, método y recurso esquemático. Los mapas conceptuales son representaciones gráficas de conocimientos que muestran conceptos (generalmente encerrados en círculos o cuadros) y relaciones jerárquicas entre ellos mediante enlaces etiquetados (Novak & Cañas, 2008). Son un tipo de organizador gráfico que permite visualizar la estructura cognitiva del individuo sobre un tema específico y responde al modelo de aprendizaje significativo.

Elementos fundamentales

1. Concepto:

Novak define concepto como una regularidad de acontecimientos o en objetos que se designa mediante un término, los conceptos son según Novak, desde la perspectiva del individuo, las imágenes mentales que provocan en nosotros las palabras son representaciones mentales de objetos, eventos o situaciones. En la técnica de elaboración Se escriben dentro de óvalos o rectángulos y se

organizan jerárquicamente: los más generales en la parte superior y los más específicos hacia abajo.

2. Propositiones

Son unidades semánticas formadas por dos o más términos conceptuales (conceptos) va más allá unidos por palabras (palabras enlace) para formar una unidad semántica es la unidad semántica más pequeña que tiene valor de verdad puesto que se afirma o niega algo de un concepto; va más allá de su denominación.

3. Palabras enlace

Son términos o frases que sirven para conectar conceptos y explicar la relación entre ellos.

Las bases didácticas de los mapas conceptuales encuentran su principal fundamento en el aprendizaje significativo, entendido como la capacidad de explicar, relacionar y comprender hechos o ideas de manera estructurada. Según la teoría de Novak, esta herramienta permite representar gráficamente el conocimiento, facilitando la integración de nuevos conceptos con los saberes previos del estudiante

Usos de los mapas conceptuales

Según Ontoria et al., los mapas conceptuales ofrecen múltiples aplicaciones en el ámbito educativo, especialmente como herramienta didáctica para el profesorado. Uno de sus principales usos es como organizador previo de contenidos, lo cual resulta especialmente útil en la planificación curricular. En este sentido, el mapa conceptual puede servir como base para la exposición de los contenidos, facilitando la comunicación entre docente y estudiante al integrar la información dentro de una estructura visual clara y organizada.

Asimismo, los mapas conceptuales pueden emplearse como instrumento de diagnóstico previo, permitiendo al docente evaluar el grado de organización y comprensión de los conocimientos que posee el alumnado antes de iniciar una nueva unidad didáctica. Para ello, se pueden aplicar diversas estrategias, como solicitar al estudiante que construya un mapa conceptual a partir de un concepto general propuesto por el profesor, desarrollando las relaciones que considere pertinentes según su conocimiento inicial. Esta práctica no solo revela las ideas previas del estudiante, sino que también orienta la planificación de la enseñanza en función de sus necesidades cognitivas García Franco et al. (2020)

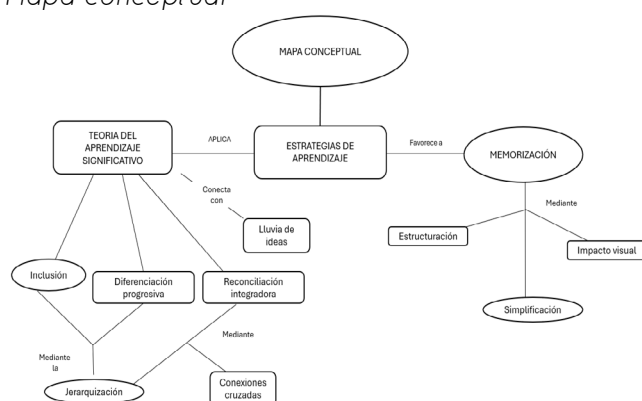
Los mapas conceptuales pueden ser utilizados por los estudiantes como herramienta de apoyo en diversas etapas del proceso de aprendizaje. En primer lugar, permiten tomar conciencia de los conocimientos previos sobre una unidad o tema determinado. Antes de iniciar las actividades de enseñanza-aprendizaje, el

alumno puede estructurar sus ideas iniciales mediante un mapa conceptual, lo que facilita la activación de saberes previos y la identificación de posibles vacíos conceptuales.

En segundo lugar, los mapas conceptuales son útiles para estructurar la nueva información. Se recomienda que el estudiante elabore inicialmente el mapa de forma individual, como ejercicio de síntesis personal. Posteriormente, puede consensuar su estructura en pequeños grupos, y finalmente construir una versión compartida a nivel de grupo-clase. Este proceso favorece el aprendizaje colaborativo, la negociación de significados y la consolidación de conceptos clave.

Los mapas conceptuales son herramientas eficaces para sintetizar información, mejorar la comprensión y favorecer un aprendizaje profundo y estructurado. Cuando son elaborados por el propio estudiante, promueven una mayor apropiación del contenido; en cambio, si son confeccionados por el docente, existe el riesgo de que se memoricen mecánicamente sin una verdadera asimilación. Intriago Terán, & Guerrero Alcívar, (2023). Además, su uso facilita la retención de información al organizar visualmente conceptos y relaciones significativas. En el aula, se perciben como experiencias participativas que se integran con metodologías activas centradas en el aprendizaje significativo. Como señalan Ontoria et al, esta conexión se fortalece cuando el estudiante reflexiona sobre su proceso, reconociendo el valor de su trabajo. El aprendizaje significativo, en este contexto, se construye a partir del compromiso personal y la cooperación entre pares.

Figura 2.
Mapa conceptual



Nota; Elaborada por el autor

Figura 2 Los autores coinciden en que los mapas conceptuales no solo permiten representar relaciones entre ideas, sino que también contribuyen a almacenar información en la memoria a largo plazo, al estructurar el conocimiento de forma lógica, jerárquica y contextualizada

Características

- Jerarquía conceptual (conceptos generales arriba, específicos abajo).
- Relaciones proposicionales (concepto-enlace-concepto).
- Uso de conectores lógicos (“está compuesto por”, “se divide en”, “afecta”).
- Flexibilidad: pueden ser colaborativos, digitales o manuales.
- Revisables: permiten la autorregulación y la metacognición.

Tabla 4
Ventajas y desventajas de los mapas conceptuales

Ventaja	Desventaja
Visualización de relaciones complejas. Mejora la retención a largo plazo	Puede ser abstracto para estudiantes de baja familiaridad gráfica.
Detección de concepciones alternativas Facilita el cambio conceptual	Requiere entrenamiento previo en identificación de conceptos y relaciones.
Promoción de la argumentación Estimula el uso de conectores lógicos	Tiempo inicial elevado para construcción colaborativa.
Bajo costo y alta escalabilidad Aplicable en contextos con pocos recursos	Riesgo de copiar mapas sin comprensión profunda.

Nota. Elaborado por el autor. basado (Novak, 2010)

La tabla 4 pone en evidencia que los mapas conceptuales son, a la vez, poderosos y exigentes: sus ventajas radican en convertir redes de ideas abstractas en esquemas visibles que mejoran la retención, desenmascaran ideas previas erróneas y exigen al estudiante argumentar con conectores lógicos; sin embargo, esa potencialidad se ve contrarrestada por barreras como la falta de familiaridad gráfica, la necesidad de un entrenamiento explícito para discriminar conceptos y proposiciones, el alto

costo temporal de una construcción colaborativa bien lograda y la tentación de reproducir mapas ajenos sin asimilar su significado. En la práctica, el docente debe equilibrar ambos lados: ofrecer modelos, rutinas y retroalimentación que disminuyan la abstracción inicial, al tiempo que supervisa el proceso para evitar la copia superficial y garantizar que la visualización de relaciones derive realmente en un aprendizaje significativo y duradero.

Estrategias para su aplicación

Para que los mapas conceptuales cumplan su función investigativa en el aula de Ciencias Naturales no basta con “entregar” la tarea; es necesario desplegar una secuencia didáctica que acompañe al estudiante desde sus ideas previas hasta la reflexión sobre la calidad de su propia estructura cognitiva. La tabla 5 presenta un ciclo de cuatro fases exploración, construcción, validación y reflexión con estrategias concretas y ejemplos que el docente puede adaptar a cualquier contenido científico, garantizando participación pensamiento crítico y desarrollo metacognitivo.

Tabla 5
Fases estrategias para su ejecución

Fase	Estrategia	Ejemplo
Exploración	Lluvia de conceptos previos en pizarra	¿Qué asocias con “energía”?
Construcción	Uso de plantillas digitales (CmapTools, MindMeister)	Mapa sobre “fotosíntesis” en grupo
Validación	Comparación con mapa experto	Identificar proposiciones erróneas
Reflexión	Escrito metacognitivo: “¿Qué cambió tu mapa?”	Diario de aprendizaje

Nota: elaborado por el autor

Al articular las fases de manera progresiva, la propuesta no solo enseña a construir un mapa conceptual, sino que modela el proceso de indagación científica: formular hipótesis iniciales, confrontarlas con evidencia, validarlas ante la comunidad y autoevaluar el propio aprendizaje. El docente gana un diagnóstico en tiempo real de los preconceptos, mientras el estudiante desarrolla habilidades de organización del conocimiento, argumentación y autorregulación que trascienden la asignatura y se transfieren a cualquier problema que requiera pensar como un científico.

Organizadores gráficos

Son representaciones visuales que permiten organizar, relacionar y explorar información de manera estructurada. Se utilizan como herramientas de indagación para facilitar la comprensión, detectar concepciones previas, promover la argumentación y guiar la resolución de problemas (Novak, 2010; Pinzón, 2020).

Los organizadores gráficos constituyen un repertorio visual de estructuras cognitivas que permiten al estudiante organizar, relacionar y explorar información durante procesos de indagación en Ciencias Naturales. Cada tipo responde a una finalidad específica: jerarquizar conceptos, comparar ideas, secuenciar procesos o inferir relaciones causales. La tabla siguiente ofrece al docente de bachillerato un mapa de recursos para seleccionar la herramienta más adecuada según la pregunta científica que se investiga, el nivel de complejidad del contenido y el momento del proceso investigativo en que se encuentra el estudiante

Tabla 6
Tipos principales tipos de organizadores gráficos

Tipo	Descripción	Uso en indagación	Ejemplo
Mapa conceptual	Jerarquía de conceptos conectados por proposiciones	Visualizar teorías, detectar errores conceptuales	Fotosíntesis: conceptos clave y relaciones
Mapa mental	Estructura radial desde una idea central	Lluvia de ideas, exploración inicial	Tema: cambio climático
Diagrama de Venn	Superposición de conjuntos para comparar	Identificar similitudes y diferencias	Comparar mitosis y meiosis
Cuadro comparativo	Tabla de criterios vs. Elementos	Análisis de ventajas/desventajas	Energías renovables vs. fósiles
Red semántica / Telaraña	Red de conceptos sin jerarquía rígida	Explorar conexiones temáticas	Red sobre "biodiversidad"
Organigrama	Estructura jerárquica vertical	Analizar organización de sistemas	Cadena trófica

Mapa de burbuja/doble burbuja	Burbujas con cualidades o comparaciones	Descripción y comparación visual	Doble burbuja: plantas vs. Hongos
Diagrama secuencial	Cajas en orden cronológico	Analizar procesos o experimentos	Fases de la mitosis
Diagrama causa-efecto	Flechas entre eventos	Inferir relaciones causales	Contaminación → acidificación
Diagrama de ciclo	Eventos en círculo cerrado	Analizar ciclos naturales	Ciclo del carbono

Nota: Elaborado por el autor

Conocer la variedad y función de cada organizador gráfico posibilita al docente planificar secuencias didácticas diversas que acompañen al estudiante desde la lluvia de ideas inicial hasta la comunicación de resultados. Al elegir conscientemente un diagrama de Venn para contrastar hipótesis, un diagrama secuencial para planificar un experimento o un mapa conceptual para sintetizar teorías, se potencia el pensamiento crítico, la argumentación basada en evidencia y la autorregulación, convirtiendo al aula en un auténtico laboratorio de ideas donde la ciencia se construye visualmente antes de ser comunicada oralmente o por escrito.

Aplicación de mapas conceptuales como técnica evaluativa en el aula

Los principales aspectos con la evaluación del aprendizaje evidencian el creciente interés y la vigencia de los mapas conceptuales como instrumento evaluativo. Su utilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje significativo es ampliamente reconocida, ya que permiten representar de forma estructurada las relaciones entre conceptos. No obstante, al igual que otros métodos de evaluación, presentan ciertas limitaciones de carácter subjetivo, especialmente cuando se intenta traducir el conocimiento adquirido en una calificación numérica, lo que puede desvirtuar la riqueza del proceso cognitivo implicado.

A continuación, se presenta tabla 6 una rúbrica de evaluación que orienta tanto al docente como al estudiante en la valoración de los mapas conceptuales, promoviendo la transparencia y el desarrollo de competencias cognitivas de alto nivel.

Tabla 7

Rubrica de evaluación para mapas conceptuales

Criterio	Excelente (4 pts)	Bueno (3 pts)	Satisfactorio (2 pts)	Insuficiente (1 pt)
Jerarquía conceptual	Los conceptos están organizados claramente desde los más generales a los más específicos.	La jerarquía es clara, aunque presenta leves inconsistencias.	La jerarquía es poco clara o incompleta.	No hay jerarquía evidente entre los conceptos.
Relaciones significativas	Las conexiones entre conceptos son precisas, coherentes y bien justificadas.	Las relaciones son adecuadas, aunque algunas carecen de claridad.	Varias relaciones son confusas o poco justificadas.	Las relaciones son incorrectas o inexistentes.
Uso de palabras de enlace	Todas las palabras de enlace son pertinentes y enriquecen las proposiciones.	La mayoría de las palabras de enlace son adecuadas.	Algunas palabras de enlace son genéricas o poco precisas.	No se utilizan palabras de enlace o son incorrectas.
Cantidad y calidad de conceptos	Incluye un número suficiente de conceptos relevantes y bien definidos.	Incluye varios conceptos relevantes, aunque algunos son poco desarrollados.	Incluye pocos conceptos o algunos irrelevantes.	Incluye muy pocos conceptos o no están relacionados con el tema.
Enlaces cruzados	Integra enlaces cruzados que demuestran comprensión profunda entre áreas del mapa.	Presenta algunos enlaces cruzados relevantes.	Tiene pocos enlaces cruzados o no son significativos.	No hay enlaces cruzados.

Presentación visual	El mapa es claro, legible, bien estructurado y estéticamente cuidado.	El mapa es legible y estructurado, con algunos detalles visuales mejorables.	El mapa es desordenado o difícil de leer.	El mapa es confuso, ilegible o incompleto.
Originalidad y reflexión	Refleja pensamiento crítico, creatividad y apropiación del contenido.	Muestra reflexión personal, aunque limitada en creatividad.	Presenta escasa reflexión o se basa en modelos preestablecidos.	No hay evidencia de reflexión ni apropiación del contenido.

Nota: Elaborada por el autor

En el marco del aprendizaje significativo y participativo, los mapas conceptuales se consolidan como una herramienta valiosa no solo para representar el conocimiento, sino también para evaluarlo de manera estructurada y reflexiva. Su aplicación en el aula permite al docente observar cómo el estudiante organiza, relaciona y jerarquiza los conceptos, lo que ofrece una visión más profunda de su comprensión. Sin embargo, para garantizar una evaluación justa y coherente, es indispensable contar con una rúbrica que establezca criterios claros como la jerarquía conceptual, la coherencia de las proposiciones, el uso adecuado de palabras de enlace y la creatividad en la representación.

Estudios de Casos como recurso didáctico investigativo

Un estudio de caso es una descripción detallada de una situación real o simulada, que permite analizar problemas complejos en contextos auténticos, promoviendo la toma de decisiones basada en evidencia (Navarro et al., 2021).

Desde la mirada pedagógica de Díaz Barriga (2010), concibe el estudio de casos como “Narrativa contextualizada de una situación problema que los estudiantes deben analizar y resolver para construir conocimiento científico y competencias ciudadanas”.

Propósitos en la pedagogía de las Ciencias Naturales

- Desarrollar pensamiento crítico y argumentación científica.
- Aplicar contenidos a problemas reales (contaminación, cambio climático, vacunas).

- Fomentar la ética ambiental y la toma de decisiones informadas.
- Practicar la investigación escolar: formular preguntas, recolectar evidencia, comunicar conclusiones.

Características

- Autenticidad. Basado en hechos reales o contextualizados
- Presenta un dilema o problema abierto.
- Requiere análisis multidisciplinario
- Fomenta el trabajo colaborativo
- Producto comunicable Puede ser digital o impreso

Criterios para seleccionar un caso

Basado en Wassermann (1994) y Navarro et al. (2021):

1. Relevancia curricular: debe alinear con estándares de Ciencias Naturales.
2. Proximidad contextual: problemas del entorno escolar o local.
3. Complejidad adecuada: desafiante pero resoluble con los conocimientos del curso.
4. Datos accesibles: información verificable (informes municipales, mediciones escolares).
5. Ética y seguridad: evitar situaciones que causen daño físico o emocional.

Tabla. 8

Ventajas y desventajas del estudio de casos

Ventaja	Desventaja
Desarrollo de pensamiento crítico. Mejora habilidades de argumentación	Sesgo de selección: puede no ser representativo.
Ética ambiental y ciudadana Sensibiliza sobre problemas locales	Requiere tiempo de preparación por parte del docente.
Transferencia de conocimiento Conecta teoría con práctica	Riesgo de empatía excesiva sin análisis objetivo.
Motivación por relevancia contextual Aumenta engagement	Dificultad para evaluar competencias implícitas.

Nota: elaboración propia basado en (UNESCO, 2023) (Sánchez & López, 2022) (Mazón et al., 2022)

El estudio de casos, entendido como una estrategia de indagación situada, se estructura en seis fases clave que garantizan su rigor pedagógico y científico. En la selección, Navarro et al. (2021) recomienda elegir situaciones reales o simuladas que presenten un dilema relevante para el currículo y el contexto

local, asegurando así la motivación y la pertinencia. Durante la presentación, Chacón et al. (2016) sugieren combinar textos, videos o entrevistas que contextualicen el problema y activen los conocimientos previos de los estudiantes. En el análisis, Mazón et al. (2022) proponen el uso de matrices o árboles de causas para identificar actores, intereses y factores involucrados, promoviendo el pensamiento crítico. La propuesta se construye colectivamente y debe ser factible, ética y sustentada en evidencia, tal como lo ejemplifican Loja & Quito (2021) en sus experiencias con huertas escolares. En la comunicación, Real (2019) destaca la importancia de divulgar los resultados mediante pósters, podcasts o infografías que trasciendan el aula y dialoguen con la comunidad. Finalmente, la evaluación, según Bellei (2022), debe articular rúbricas que valoren la profundidad del análisis, la calidad de la evidencia y la creatividad de la solución, permitiendo retroalimentación formativa y autoevaluación continua. En conjunto, estas fases convierten al estudio de caso en una herramienta poderosa para desarrollar competencias científicas, éticas y comunicativas en contextos escolares.

Fases para aplicar el estudio de caso (UISYS, 2023).

Fase 1: Preparación.

Activar conocimientos previos, generar expectativas y conformar equipos de trabajo. Usar preguntas generadoras

- Lluvia de ideas: ¿Qué sabemos del problema?
- Formación de equipos (4-5 estudiantes) y asignación de roles.

Recursos:

Pizarra digital (Padlet, Miro) o pizarra física. Registro fotográfico para portafolio.

Tarjetas de colores o Google Sheets para sorteo aleatorio. Rotación de roles en cada sesión.

Fase 2: Análisis de datos

Leer, seleccionar y organizar la evidencia que sustentará el análisis. Incluir datos crudos (tabla Excel de concentraciones) para que practiquen interpretación de tablas

- Lectura guiada del caso con marcadores de texto (colores por perspectivas).
- Matriz de evidencia (tabla para clasificar datos por fuente y relevancia).
- Preguntas de comprensión

Fase 3: Generación de alternativas

Producir múltiples soluciones sin juicio y analizarlas críticamente.

- Lluvia de soluciones sin juicio.
- Análisis costo-beneficio (cuadro comparativo).

Fase 4: Decisión y argumentación

Elegir la mejor alternativa y construir un argumento científico sólido.

- Debate estructurado (tiempos de intervención, moderador rotativo).
- Uso de conectores argumentativos (“según los datos...”, “sin embargo...”).

Fase 5: Comunicación

Divulgar la solución a una audiencia real (concejo simulado, comunidad, redes).

- Infografía o video

En consonancia con los principios básicos que deben regir la evaluación del aprendizaje mediada por el estudio de casos, Díaz Barriga (2006) propone:

- Obtener información sobre el proceso de aprendizaje mismo, es decir, indagar cómo piensan los estudiantes, cómo aplican —individual y colectivamente— el conocimiento que van construyendo al resolver los problemas planteados o al enfrentar un amplio espectro de tareas significativas.
- Trascender la evaluación orientada a mediar el recuerdo de información declarativa vinculada al caso analizado; abandonar el enfoque de exámenes de respuestas cortas y únicas que reducen la complejidad del pensamiento científico.
- Retroalimentar al estudiante y al docente con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y el currículo, más allá de la simple certificación o control administrativo.

Para sistematizar la evaluación se presenta en la tabla 9 la rúbrica de evaluación

Tabla 9
Rubrica de Evaluación

Dimensión	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Identificación del problema	Superficial	Parcial	Clara y contextualizada	Compleja y multidimensional
Uso de evidencia	Sin fuentes	Algunas fuentes	Fuentes confiables	Fuentes diversas y actualizadas

Análisis crítico	Descriptivo	Compara opciones	Evalúa pros-contras	Propone solución innovadora
Calidad del argumento	Lógica clara, conectores, contraargumentos	Lógica presente, pocos conectores	Argumento lineal, sin contraejemplos	Argumento incoherente
Trabajo en equipo	Roles cumplidos, turnos respetados	Algunos desacuerdos, pero se resuelven	Dominio de 1-2 miembros	Conflicto no resuelto
Comunicación	Informe confuso	Estructura básica	Lógica y clara	Multimodal y persuasiva

Nota: Elaboración propia (adaptada de Navarro et al., 2021)

La evaluación del estudio de caso no mide memorización: valora capacidades científicas auténticas (indagar, argumentar, comunicar). La rúbrica compartida desde el inicio convierte la evaluación en aprendizaje visible, mientras que la auto co-evaluación forma estudiantes críticos y éticos con las mismas herramientas que utilizan los científicos profesionales.

Recursos TIC como plataformas de investigación educativa

En la sociedad del conocimiento, la formación científica de los estudiantes requiere más que la transmisión de contenidos: exige la construcción activa del saber a través de procesos de indagación, análisis crítico y comunicación de resultados. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han emergido como aliadas fundamentales en esta tarea, al permitir que el aula se transforme en un espacio de investigación colaborativa, trazable y abierta. Este documento explora cómo los recursos TIC pueden ser integrados de manera intencional en la pedagogía investigativa de las Ciencias Naturales, con especial énfasis en el uso de portafolios digitales, rúbricas de evaluación y plataformas digitales que sustentan todo el ciclo de indagación escolar.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) comprenden herramientas digitales que apoyan la recolección, análisis, almacenamiento y comunicación de datos en procesos investigativos escolares (Mazón et al., 2022). En la pedagogía investigativa de las Ciencias Naturales, las TIC dejan de ser simples medios de consumo para convertirse en plataformas que sustentan todo el ciclo de indagación: desde la formulación de la pregunta hasta la divulgación de resultados. El docente puede

orquestrar herramientas nativas en la nube para que los estudiantes recopilen evidencias, reflexionen sobre su proceso, analicen datos en tiempo real y comuniquen hallazgos a audiencias reales. La tabla siguiente presenta un repertorio funcional de recursos digitales que, al integrarse de manera intencional, transforman el aula en un laboratorio de investigación colaborativa, trazable y abierta.

El docente ya no es solo un transmisor de contenidos, sino un diseñador de experiencias de aprendizaje investigativo. Esto implica:

- Seleccionar las TIC adecuadas según el nivel cognitivo de los estudiantes.
- Secuenciar actividades que vayan de lo simple a lo complejo.
- Evaluar con rúbricas compartidas y transparentes.
- Reflexionar con los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje.
- Conectar la investigación escolar con problemas reales de la comunidad

Ventajas

- Accesibilidad 24 × 7 desde cualquier dispositivo.
- Automatización de análisis (gráficos, nubes de palabras).
- Trazabilidad del proceso (fechas, versiones).
- Colaboración sincrónica y asincrónica.
- Bajo costo (muchas herramientas son gratuitas).

Desventajas

- Brecha digital (conectividad, dispositivos).
- Sobrecarga cognitiva por multitasking.
- Privacidad y ética de datos personales.
- Dependencia de plataformas comerciales.

Tipos de recursos investigativos

Portafolio Digital

Un portafolio digital es una colección sistemática y organizada de evidencias de aprendizaje, almacenadas en formato digital, que permite documentar el proceso formativo del estudiante a lo largo del tiempo. A diferencia de los portafolios físicos, los digitales permiten la inclusión de múltiples formatos (textos, imágenes, videos, enlaces, gráficos interactivos) y facilitan la reflexión, la autoevaluación y la retroalimentación continua.

En el contexto de la investigación escolar, el portafolio digital se convierte en un diario de viaje del conocimiento, donde el estudiante registra cada etapa de su indagación: desde la pregunta inicial hasta la conclusión, pasando por hipótesis, diseño

experimental, análisis de datos y reflexión crítica. Herramientas como Google Sites, Padlet, Notion o Microsoft OneNote permiten crear estos portafolios de manera colaborativa, accesible desde cualquier dispositivo y en tiempo real.

Funciones del portafolio digital en la investigación

- Documentación del proceso: Cada etapa deja una huella digital que puede ser revisada y evaluada.
- Reflexión metacognitiva: El estudiante puede mirar atrás y analizar cómo aprendió, qué errores cometió y cómo mejorar.
- Comunicación de resultados: Se convierte en una vitrina pública del trabajo científico del estudiante.
- Evaluación formativa: El docente puede intervenir en cualquier momento para orientar, corregir o profundizar.

Diario de Campo

¿Qué es un diario de campo digital?

Un diario de campo digital es un registro reflexivo, continuo y sistemático que el investigador (en este caso, el estudiante) va construyendo durante el desarrollo de una investigación escolar. (Meta 2025; Echeverría, 2025). A diferencia del diario tradicional en papel, el formato digital permite integrar textos, imágenes, audios, videos, enlaces, capturas de pantalla y otros elementos que evidencian el proceso de indagación.

Su finalidad principal es documentar las vivencias, observaciones, dudas, errores, aprendizajes y ajustes metodológicos que surgen durante la investigación. Se convierte así en una herramienta metacognitiva que permite al estudiante mirar críticamente su propio proceso de construcción del conocimiento, y al docente, evaluar no solo el producto final, sino la evolución del pensamiento científico.

Elementos para su construcción

El diario de campo digital no es un simple cuaderno de bitácora; debe ser diseñado con una estructura que garantice reflexividad, trazabilidad y coherencia interna. A continuación, se presentan los elementos esenciales que debe contener:

- Fecha y hora: Registro automático o manual que permite trazar la cronología del proceso.
- Contexto: breve descripción del lugar, situación o actividad investigativa realizada.
- Observaciones. Registro detallado de lo que se ve, escucha, mide o percibe.

- Reflexión personal: interpretación crítica de lo observado ¿qué significa? ¿qué dudas genera?
- Lenguaje multimodal: uso de fotos, videos, audios, gráficos, enlaces para enriquecer el registro.
- Categorías emergentes: Primeras ideas de posibles categorías de análisis (útil en investigaciones cualitativas).
- Ajustes metodológicos: notas sobre cambios en el diseño, errores cometidos, nuevas preguntas.
- Interrogantes: Preguntas abiertas que surgen y que orientan la siguiente etapa de la investigación.

El diario de campo digital se inserta de manera natural en todas las fases de una investigación escolar, especialmente en el enfoque de pedagogía investigativa propio de las Ciencias Naturales.

Ventajas del diario de campo digital en la investigación

- Reflexividad. Fomenta la mirada crítica sobre el propio proceso de investigación.
- Multimodalidad. Permite integrar evidencias en distintos formatos (foto del experimento, audio de entrevista, etc.).
- Trazabilidad. Registro automático de fechas, versiones y autores.
- Retroalimentación. El docente puede comentar en tiempo real y orientar la próxima etapa.
- Colaboración. En investigaciones grupales, todos pueden coeditar y construir el diario compartido.
- Accesibilidad. Consultable desde cualquier dispositivo, incluso desde el campo de investigación.

Desventajas y limitaciones

- Brecha digital. Falta de dispositivos o conectividad en algunos contextos
- Privacidad. Riesgo de exposición de datos sensibles si se usa una plataforma pública.
- Sobrecarga cognitiva. Exceso de formatos o entradas puede dispersar la atención.
- Autenticidad. Posibilidad de editar o falsificar entradas a posteriori.
- Dependencia tecnológica. Pérdida de datos por fallos técnicos o cierre de plataformas

Tipos de recursos TIC para la investigación escolar

A continuación, se presenta una tabla 9 con ejemplos y funciones específicas de herramientas TIC que pueden ser integradas en proyectos de investigación en Ciencias Naturales.

Tabla 10
Tipos de recursos investigativos

Recurso	Función principal	Ejemplos	Aplicación investigativa
Portafolio digital	Documentar (evidencia) el proceso de investigación	Google Sites, Padlet, Notion	Registro de avances, reflexiones, evidencias y productos finales.
Diario de campo digital	Reflexión continua	Blogger, OneNote, Google Docs	Escritura reflexiva sobre observaciones, errores, aprendizajes y ajustes del método.
LMS	Gestión de tareas y comunicación	Moodle, Google Classroom, Edmodo	Entrega de actividades, rúbricas, retroalimentación y cronogramas.
Análisis de datos	Visualización y análisis	Google Data Studio, Voyant Tools, Excel	Creación de gráficos, nubes de palabras, tablas de frecuencia, análisis estadístico.
Encuestas y formularios	Recolección de datos	Google Forms, KoboToolbox, Microsoft Forms	Diseño de instrumentos para recoger información de la comunidad o de otros estudiantes.
Colaboración visual	Coautoría y mapeo de ideas	Jamboard, Miro, Lucidchart	Lluvia de ideas, mapas conceptuales, diseño de experimentos, organización del equipo.

Simuladores científicos	Experimentación virtual	PhET, Labster, Gizmos	Prueba de hipótesis en entornos controlados sin necesidad de material físico.
Comunicación científica	Divulgación de resultados	Canva, Genially, YouTube, TikTok Edu	Creación de pósteres, videos, infografías y presentaciones para audiencias reales.

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 9. La tabla revela que ninguna herramienta por sí sola garantiza una investigación escolar de calidad: es la articulación intencional de todos los recursos la que transforma el aula en un laboratorio abierto y colaborativo. El portafolio digital y el diario de campo aportan la trazabilidad y la reflexión metacognitiva; el LMS y los formularios aseguran la organización y la recolección sistemática de datos; los simuladores y los visualizadores potencian el análisis riguroso; mientras que las plataformas de coautoría y comunicación amplifican la voz de los estudiantes más allá del salón. En conjunto, estos recursos TIC no solo optimizan tiempos ni reducen costos: construyen una infraestructura digital donde la ciencia escolar se hace visible, discutible y mejorable, formando estudiantes capaces de gestionar su propia indagación con las mismas herramientas y el mismo rigor que utilizan los científicos profesionales.

La rúbrica como instrumento de evaluación investigativa

Definición de rúbrica:

Una rúbrica es una herramienta de evaluación que describe los criterios y niveles de desempeño esperados en una tarea o actividad. Está compuesta por una serie de indicadores organizados en dimensiones clave (por ejemplo, precisión científica, uso de evidencias, creatividad, comunicación), y cada indicador tiene niveles de logro (excelente, bueno, aceptable, insuficiente).

En la investigación escolar con TIC, las rúbricas se vuelven transversales y compartidas: se construyen colectivamente entre docente y estudiantes, se publican en línea (por ejemplo, en Google Classroom o en el propio portafolio digital), y se utilizan tanto para la autoevaluación como para la coevaluación y la evaluación docente.

Ventajas del uso de rúbricas en la investigación

- Claridad sobre expectativas de aprendizaje.
- Reducción de la subjetividad en la evaluación.
- Promoción de la autoregulación y la responsabilidad del estudiante.
- Facilita la retroalimentación específica y oportuna.

Al articular portafolios, diarios de campo, LMS, visualizadores y plataformas de co-autoría, el docente no solo optimiza tiempos y reduce costos: construye una infraestructura digital de investigación escolar donde cada clic deja una huella que puede ser analizada, retroalimentada y mejorada. Esta ecología de herramientas democratiza el acceso a la ciencia, permite evaluar formativamente en tiempo real y, sobre todo, forma estudiantes capaces de gestionar su propio proceso de indagación con las mismas tecnologías que utilizan los científicos profesionales.

La educación investigativa en Ciencias Naturales no es un complemento: es el corazón de una pedagogía activa. Cuando el docente diseña recursos didácticos desde la investigación, conecta teoría con práctica, desarrolla competencias científicas y forma ciudadanos críticos. La clave está en integrar experimentos, simulaciones, mapas conceptuales, estudios de caso y TIC en secuencias coherentes, evaluadas con rúbricas compartidas y reflexionadas metacognitivamente. Solo así el aula se convierte en un laboratorio de ideas donde la ciencia se hace, se piensa y se comunica.

La evaluación integrada surge de la necesidad de articular diferentes herramientas de aprendizaje mapa conceptual, estudio de caso y recursos TIC bajo un mismo marco de referencia que valore tanto los procesos cognitivos como los productos finales. La tabla 11 presenta una rúbrica única de escala 1-4 que unifica criterios transversales de desempeño, permitiendo al docente observar con claridad cómo los estudiantes indagan, analizan, comunican y reflexionan sin importar el formato o la tecnología empleada. Esta mirada común no solo estandariza la expectativa de calidad, sino que también ofrece a los estudiantes una brújula para autorregular su trabajo, independientemente de si están dibujando conceptos, resolviendo problemas reales o creando contenidos digitales.

Evaluación integrada: una rúbrica única para las tres herramientas

Tabla 11.

Rúbrica integrada (escala 1-4)

Dimensión	Mapa conceptual	Estudio de caso	Recursos TIC
Indagación	Relaciones correctas	Problema bien definido	Datos bien recolectados
Análisis	Jerarquía lógica	Evidencia bien usada	Visualización clara
Comunicación	Mapa claro y original	Informe multimodal	Producto digital accesible
Metacognición	Diario de reflexión	Auto-evaluación	Blog de aprendizaje

Nota: Elaborada por el autor

Tabla 11. La rúbrica única permite al docente evaluar procesos y productos con criterios compartidos, fomentando la autorregulación y la mejora continua.

Al emplear una rúbrica integrada, el docente traslada el foco de la calificación fragmentada hacia una evaluación formativa coherente que potencia la mejora continua. Los estudiantes perciben que indagar, analizar, comunicar y reflexionar son competencias valiosas en cualquier contexto de aprendizaje, lo que aumenta su motivación y transferencia. Además, la rúbrica compartida actúa como puente entre lo analógico y lo digital, entre lo individual y lo colaborativo, consolidando una cultura de autorregulación que perdura más allá de la tarea inmediata y se convierte en habilidad vital para la vida académica y profesional.

Referencias

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Cañar, A., & León, M. (2024). Inteligencia artificial en la educación: desafíos y oportunidades. *Praxis*, 20(1), 8-12. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9714361.pdf>
- Criollo, L. S. (2025). Realidad Mixta para transformar la educación técnica: caso Build_3D con Meta Quest 3. IEEE Access. <https://n9.cl/456yj>
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (2ª ed.). McGraw-Hill.
- Echeverría Quiñonez, B. R., & Otero Mendoza, L. K. (2025). Inteligencia Artificial Generativa como herramienta pedagógica: una revisión sistemática sobre su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 2(3), 537-550. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i3.223>
- Gallego Arrufat, M. J., Torres, J., & Ontiveros, M. (2014). El mapa conceptual como herramienta de evaluación formativa en educación superior. *Revista de Investigación en Educación*, 12(1), 45-60.
- García Franco, V., García Núñez, R. D., Lorenzo González, M., & Hernández Cabezas, M. (2020). Los mapas conceptuales como instrumentos útiles en el proceso enseñanza-aprendizaje. *MediSur*, 18(6), 1154-1162. <https://n9.cl/ebm4u>
- Hattie, J. (2022). Lo que mejor funciona en la educación: una política de competencia colaborativa. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, (100), 59-82. <https://n9.cl/kwlm8>
- Intriago Terán, A. B., & Guerrero Alcívar, H. A. (2023). Simuladores y laboratorios virtuales en la enseñanza de conceptos químicos. *Revista Ciencia*, 18(1), 247-258. <https://n9.cl/jr3p8b>
- Martín, S. G., & Lafuente, V. (2017). Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. *Investigación Bibliotecológica*, 31(71), 151-172. <https://acortar.link/B47Lwh>
- Mazón, E. I., Chávez, K. D., & Sanaguaray, E. I. M. (2022). Impacto de los recursos digitales en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Conocimiento Global*, 7(2), 45-60. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8874511.pdf>
- Meta. (2025). Meta for Education: La apuesta por la educación con realidad virtual y mixta. <https://n9.cl/mol9aw>

- Navarro Montaña, M. J. (2010). El estudio de casos como estrategia de investigación en educación. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 21(3), 669-674. En D. M. Arzola Franco (Coord.), *Procesos formativos en la investigación educativa* (pp. 203-221). Red de Investigadores Educativos Chihuahua.
- Navarro-Mateos, Carmen & Pérez-López, Isaac & Femia, Pedro. (2021). La gamificación en el ámbito educativo español: revisión sistemática - Gamification in the Spanish educational field: a systematic review. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 42. 507-516.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. <https://acortar.link/iiWLi>
- OECD. (2023). *Artificial intelligence and education and skills*. Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://acortar.link/7JA4M5>
- Ontoria, A., Luengo, F., & Molina, M. (2017). *Mapas conceptuales: Una técnica para aprender* (14ª ed.). Narcea Ediciones.
- Pacheco, A. R., Lorduy, D. J., Flórez, E. P., & Páez, J. C. (2021). Uso de simuladores PhET para el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química. *Revista Educación Ambiental, Universidad de Córdoba*. <https://acortar.link/Xf9KyF>
- Pérez Atanasio, J. M., & Sandoval Rincón, M. B. (2015). ¿Cómo formular una buena pregunta de investigación? *Orthotips*, 11(2), 49-54. <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2015/ot152d.pdf>
- Pinzón, G., & Fernández, A. M. (2020). *El desarrollo del pensamiento crítico y las funciones ejecutivas*. En L. Lluch, I. Nieves de la Vega, & D. Bueno i Torrens (Coords.), *El ágora de la neuroeducación* (pp. 31-42). Editorial Graó.
- Romero, F., & Acosta, M. (Comps.). (2021). *Conocimientos ancestrales: Huertas didácticas innovadoras y diálogo de saberes*. Universidad Nacional de Educación. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, Article 101860. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860>

- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Soto Estrada, G., & Buzo Casanova, E. R. (2020). *Estudio de caso*. UNAM.
- Spronken-Smith, R., & Walker, R. (2010). Can inquiry-based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research? *Studies in Higher Education*, 35(6), 723-740. <https://doi.org/10.1080/03075070903315502>
- Tovar-Gálvez, J. C. (2009). El mapa conceptual como instrumento para la auto-evaluación conceptual en química. *Revista Iberoamericana De Educación*, 49(7), 1-7. <https://doi.org/10.35362/rie4972050>
- UISYS. (2023). Evaluación científica: estudios de caso

