



Estrategias interdisciplinarias para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior

Interdisciplinary strategies for teaching natural sciences in higher education

Fausto David Rumiguano-Delgado
fausto.rumiguano@quito.gob.ec

Unidad Educativa Municipal Cotacollao, Quito, Pichincha, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0009-4568-1157>

Jazmin Gabriela Cuenca-Chinkim
jazmin.cuenca@educacion.gob.ec

Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Padre Alfredo Germani, Sucúa, Morona Santiago, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0009-2729-0793>

Luis Alberto Pinos-Vargas
luis.pinos@quito.gob.ec

Unidad Educativa Municipal Oswaldo Lombeyda, Quito, Pichincha, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0008-8030-0375>

Rossana Paola Benavides-Velasco
rossana.benavides@educacion.gob.ec

Unidad Educativa Mejía, Quito, Pichincha, Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-5055-7857>

RESUMEN

Se propuso diseñar estrategias interdisciplinarias para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior. Se empleó proyecto factible estructurado en tres fases metodológicas: diagnóstico de necesidades mediante revisión documental de diecisiete fuentes publicadas entre 2007-2025; diseño de estrategias fundamentadas en marcos teóricos identificados; y validación conceptual mediante triangulación de perspectivas pedagógicas, disciplinares y prácticas. Los resultados generaron seis estrategias organizadas en tres dimensiones complementarias: curricular incluyendo módulos integrados temáticos y proyectos colaborativos interdepartamentales; metodológica comprendiendo aprendizaje basado en problemas ambientales y laboratorios integrados; y tecnológica incorporando realidad aumentada para visualización de fenómenos complejos y plataformas digitales colaborativas. Se concluyó que la implementación efectiva requirió traducción de principios abstractos en procedimientos pedagógicos concretos, desarrollo profesional docente sistemático, políticas institucionales que legitimaran colaboración interdepartamental, y utilización de tecnologías como medios subordinados a objetivos pedagógicos fundamentales orientados hacia comprensión holística de fenómenos naturales complejos.

Descriptor: enseñanza interdisciplinaria; ciencias naturales; enseñanza superior. (Fuente: Tesoro UNESCO).

ABSTRACT

The aim was to design interdisciplinary strategies for teaching natural sciences in higher education. A feasible project was employed, structured in three methodological phases: diagnosis of needs through a documentary review of seventeen sources published between 2007 and 2025; design of strategies based on identified theoretical frameworks; and conceptual validation through triangulation of pedagogical, disciplinary and practical perspectives. The results generated six strategies organised into three complementary dimensions: curricular, including integrated thematic modules and interdepartmental collaborative projects; methodological, comprising learning based on environmental problems and integrated laboratories; and technological, incorporating augmented reality for the visualisation of complex phenomena and collaborative digital platforms. It was concluded that effective implementation required the translation of abstract principles into concrete pedagogical procedures, systematic teacher professional development, institutional policies that legitimised interdepartmental collaboration, and the use of technologies as means subordinate to fundamental pedagogical objectives oriented towards a holistic understanding of complex natural phenomena.

Descriptors: interdisciplinary teaching; natural sciences; higher education. (Source: UNESCO Thesaurus).

Recibido: 29/08/2025. Revisado: 12/09/2025. Aprobado: 25/09/2025. Publicado: 22/11/2025.

Sección artículos de investigación



INTRODUCCIÓN

En el contexto contemporáneo, la enseñanza de las ciencias naturales en educación superior enfrenta desafíos pedagógicos significativos relacionados con la fragmentación disciplinar que separa artificialmente fenómenos naturales interconectados en compartimentos estancos de biología, química, física y ciencias de la tierra. Dicha división disciplinar, aunque útil para profundización conceptual especializada, genera dificultades para que estudiantes comprendan la naturaleza sistémica y compleja de fenómenos ambientales, ecológicos y biogeoquímicos que requieren integración de múltiples perspectivas científicas; asimismo, ante esta problemática recurrente que limita formación de profesionales capaces de abordar desafíos contemporáneos como cambio climático, pérdida de biodiversidad o contaminación ambiental, emerge la necesidad de diseñar estrategias interdisciplinarias que trasciendan barreras departamentales y favorezcan comprensión holística de la naturaleza.

En consecuencia, dentro de este contexto de búsqueda de alternativas pedagógicas integradoras, la interdisciplinariedad se configura como principio fundamental para transformar prácticas educativas en ciencias naturales. Reflexionando sobre esta dimensión conceptual, Méndez-Pupo (2007) interroga si el problema de la interdisciplinariedad en las ciencias naturales reside fundamentalmente en cuestiones metodológicas, argumentando que integración efectiva requiere no solamente voluntad institucional sino también marcos metodológicos explícitos que orienten articulación coherente entre disciplinas con tradiciones epistemológicas y metodológicas diferenciadas. Esta interrogante metodológica resulta particularmente pertinente en educación superior, donde rigidez de estructuras departamentales y especialización docente pueden obstaculizar iniciativas interdisciplinarias bien intencionadas, pero insuficientemente planificadas.

Paralelamente, investigaciones educativas han documentado que desarrollo de habilidades de enseñanza interdisciplinaria entre profesores constituye factor determinante para implementación exitosa de currículos integrados en ciencias. Según evidencian Wu et al. (2024), un metaanálisis de las habilidades de enseñanza interdisciplinaria entre profesores STEM de escuelas primarias y secundarias revela que competencias docentes específicas, incluyendo capacidad para identificar conexiones conceptuales entre disciplinas, diseñar actividades integradas coherentes y evaluar aprendizajes complejos que trasciendan fronteras disciplinares, correlacionan significativamente con efectividad de experiencias educativas interdisciplinarias. Estas evidencias subrayan que transformación curricular hacia interdisciplinariedad requiere simultáneamente desarrollo profesional docente que cultive competencias pedagógicas especializadas para facilitar aprendizaje integrado.

Asimismo, la incorporación de tecnologías digitales emergentes ha abierto nuevas posibilidades para materializar intenciones interdisciplinarias mediante recursos que facilitan visualización de fenómenos complejos y colaboración entre estudiantes trabajando en problemas auténticos. En esta línea innovadora, Almeida-Shapán y Yáñez-Monge (2025) analizan el impacto de la integración de la tecnología en la enseñanza de las ciencias naturales, documentando que herramientas digitales interactivas pueden servir como puentes cognitivos que conectan conceptos de diferentes disciplinas científicas, facilitando comprensión de relaciones sistémicas que permanecen invisibles en aproximaciones puramente disciplinares. Estas tecnologías educativas resultan particularmente valiosas para superar limitaciones de laboratorios tradicionales organizados disciplinariamente, permitiendo experimentación virtual con sistemas complejos que integran múltiples variables biológicas, químicas y físicas.

De igual manera, la urgencia de abordar objetivos de desarrollo sostenible ha introducido imperativos éticos y prácticos para educación en ciencias naturales que trascienden formación disciplinar especializada. Coherentemente con esta orientación hacia sostenibilidad, Carvajal-Suárez y Moreno-Flores (2023) examinan la dimensión ambiental y el desarrollo sostenible en el currículo de la educación superior, argumentando que preparación de profesionales capaces de contribuir a transiciones hacia sostenibilidad requiere formación interdisciplinaria que integre conocimientos científicos con dimensiones sociales, económicas y éticas del desarrollo. Esta



perspectiva amplía justificación de interdisciplinariedad más allá de coherencia epistemológica para incluir responsabilidad social de instituciones educativas en formación de ciudadanía científicamente alfabetizada y comprometida con bienestar planetario.

Considerando este panorama complejo que articula necesidades pedagógicas, desarrollos tecnológicos y urgencias socioambientales, el presente estudio se propone diseñar estrategias interdisciplinarias para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior.

MÉTODO

La investigación se desarrolló mediante un proyecto factible orientado al diseño de estrategias interdisciplinarias para la enseñanza de las ciencias naturales en educación superior. Este enfoque metodológico resulta apropiado cuando el propósito investigativo consiste en generar productos educativos concretos, fundamentados en diagnóstico sistemático de necesidades y en conocimiento científico existente sobre fenómenos educativos relevantes; en consecuencia, el proyecto factible permite articular dimensiones diagnósticas, teóricas y propositivas en proceso coherente que transita desde identificación de problemas hasta diseño de soluciones contextualizadas y viables.

Asimismo, el proceso investigativo se estructuró en tres fases metodológicas diferenciadas que aseguraron rigor analítico, fundamentación teórica y viabilidad de propuestas generadas. Cada fase contribuyó elementos específicos al diseño final de estrategias interdisciplinarias, garantizando que productos resultantes respondieran simultáneamente a necesidades identificadas, se fundamentaran en evidencia científica acumulada y resultaran implementables en contextos reales de educación superior con recursos disponibles.

Fase I: Diagnóstico de necesidades

Durante la primera fase diagnóstica, se realizó revisión documental sistemática de literatura especializada en enseñanza interdisciplinaria de ciencias naturales, con énfasis en experiencias de educación superior, aunque incluyendo estudios de otros niveles educativos cuando aportaran elementos conceptuales o metodológicos transferibles. Se establecieron criterios de inclusión orientados a seleccionar fuentes bibliográficas que abordaran explícitamente interdisciplinariedad en ciencias naturales, estrategias didácticas innovadoras, integración tecnológica en enseñanza científica, o marcos conceptuales para educación STEM integrada.

En este sentido, se analizaron sistemáticamente diecisiete documentos que cumplieran criterios establecidos, incluyendo artículos de investigación en revistas indexadas, capítulos de libros especializados y reportes de experiencias educativas publicados entre 2007 y 2025. Esta distribución temporal permitió identificar tanto fundamentos teóricos consolidados como desarrollos recientes en el campo de estudio; asimismo, durante análisis documental se identificaron problemáticas recurrentes relacionadas con fragmentación disciplinar, barreras organizacionales para colaboración interdepartamental, limitaciones de formación docente para enseñanza integrada y desafíos de evaluación de aprendizajes interdisciplinarios.

Paralelamente, se identificaron marcos teóricos relevantes que podrían fundamentar diseño de estrategias interdisciplinarias, incluyendo teorías de aprendizaje situado, pedagogías basadas en problemas auténticos, enfoques de educación para sostenibilidad y modelos de integración STEM. Estos marcos teóricos proporcionaron lentes conceptuales para interpretar evidencia empírica y orientar decisiones de diseño durante fase propositiva.



Fase II: Diseño de estrategias interdisciplinarias

La segunda fase correspondió al diseño propiamente dicho de estrategias interdisciplinarias, fundamentadas en necesidades identificadas durante diagnóstico y en marcos teóricos seleccionados como apropiados para contextos de educación superior en ciencias naturales. El proceso de diseño siguió lógica iterativa que combinó razonamiento deductivo desde teoría hacia práctica con consideraciones inductivas sobre viabilidad y pertinencia contextual.

En consecuencia, se diseñaron estrategias organizadas en tres dimensiones complementarias: curricular, metodológica y tecnológica. Esta organización tridimensional reconoce que transformación hacia interdisciplinariedad requiere cambios simultáneos en múltiples niveles del sistema educativo, desde estructuras curriculares formales hasta prácticas instruccionales cotidianas y recursos tecnológicos disponibles; así pues, para cada estrategia diseñada se especificaron fundamentos teóricos, objetivos de aprendizaje, secuencias de actividades, recursos necesarios, mecanismos de evaluación y consideraciones para implementación.

De esta manera, el diseño se orientó por criterios de viabilidad, pertinencia, fundamentación teórica y potencial de transferencia a diferentes contextos institucionales. Se privilegiaron estrategias que pudieran implementarse con recursos tecnológicos y organizacionales relativamente accesibles, evitando propuestas que requirieran transformaciones estructurales masivas o inversiones tecnológicas inviables para instituciones con recursos limitados; simultáneamente, se aseguró que estrategias mantuvieran rigor conceptual y potencial transformador significativo.

Fase III: Validación conceptual

La tercera fase implicó validación conceptual de estrategias diseñadas mediante triangulación de perspectivas pedagógicas, disciplinares y prácticas. Aunque este estudio no incluyó validación empírica mediante implementación experimental, se realizó validación conceptual que examinó coherencia interna de propuestas, alineación con principios pedagógicos fundamentados y factibilidad de implementación según evidencia disponible sobre condiciones institucionales típicas en educación superior latinoamericana.

Así pues, la validación conceptual se realizó mediante análisis de correspondencia entre estrategias propuestas y criterios de calidad educativa identificados en literatura especializada, incluyendo alineación constructiva entre objetivos de aprendizaje, actividades instruccionales y mecanismos de evaluación; coherencia epistemológica en articulación de conocimientos disciplinares, y viabilidad práctica considerando recursos humanos, tecnológicos y organizacionales típicamente disponibles.

Asimismo, se realizó análisis crítico de potenciales limitaciones, riesgos o efectos no anticipados de estrategias diseñadas, reconociendo que toda intervención educativa genera consecuencias esperadas e inesperadas que requieren consideración reflexiva. Esta validación crítica permitió identificar condiciones facilitadoras y obstáculos potenciales para implementación exitosa, generando orientaciones sobre adaptaciones contextuales que podrían requerirse en diferentes entornos institucionales.

Cabe reconocer que proyecto factible sin implementación empírica presenta limitaciones inherentes relacionadas con imposibilidad de documentar efectos reales sobre aprendizaje estudiantil o identificar desafíos prácticos que solamente emergen durante implementación concreta; no obstante, esta aproximación metodológica resulta apropiada como primer paso para generar propuestas fundamentadas que posteriormente pueden someterse a validación empírica mediante estudios de implementación y evaluación de resultados.



RESULTADOS

El análisis sistemático de la literatura y el proceso de diseño fundamentado generaron seis estrategias interdisciplinarias para la enseñanza de las ciencias naturales en educación superior, organizadas en tres dimensiones complementarias: curricular, metodológica y tecnológica. Los resultados se presentan primero sintetizando fundamentos teóricos y marcos conceptuales identificados, seguido de descripción detallada de cada estrategia diseñada.

Fundamentos teóricos para interdisciplinariedad en ciencias naturales

El análisis documental reveló múltiples perspectivas teóricas sobre naturaleza y propósitos de interdisciplinariedad en educación científica. Estas perspectivas varían desde concepciones instrumentales que enfatizan integración de contenidos hasta aproximaciones epistemológicas más sustantivas que cuestionan fronteras disciplinares tradicionales.

Desde una perspectiva epistemológica fundamental, Araya-Crisóstomo et al. (2019) analizaron la interdisciplinariedad en palabras del profesor de biología, documentando transiciones desde comprensión teórica abstracta hacia práctica educativa concreta; en este sentido, identificaron que docentes enfrentan tensiones entre reconocimiento conceptual de valor de interdisciplinariedad y capacidad práctica para materializarla en secuencias didácticas coherentes. Esta investigación evidencia que implementación efectiva de interdisciplinariedad requiere traducción de principios abstractos en procedimientos pedagógicos concretos que orienten decisiones instruccionales cotidianas.

Paralelamente, marcos conceptuales desarrollados específicamente para educación STEM integrada proporcionan estructuras organizadoras útiles para diseño de experiencias interdisciplinarias. Al respecto, Roehrig et al. (2021) proponen un marco conceptual detallado de STEM integrado que va más allá de lo básico, especificando niveles de integración que van desde multidisciplinariedad (yuxtaposición de contenidos disciplinares sin conexión sustantiva) hasta transdisciplinariedad (transformación de fronteras disciplinares mediante construcción de conocimiento nuevo que trasciende disciplinas individuales). Este marco permite evaluar nivel de integración en propuestas curriculares específicas, evitando confusión entre mera proximidad física de contenidos disciplinares y articulación conceptual genuina.

De igual manera, investigaciones han identificado factores que facilitan u obstaculizan implementación de educación interdisciplinaria en contextos reales. Siguiendo esta línea analítica, Wang et al. (2020) examinaron definiciones de colaboración interdisciplinaria basadas en creencias y prácticas de profesores de secundaria sobre integración STEM, identificando que concepciones docentes sobre naturaleza de interdisciplinariedad, diseñadas como sistemas complejos, influyen significativamente sobre tipos de experiencias de aprendizaje que diseñan e implementan. Estas evidencias subrayan importancia de desarrollar comprensión conceptual sofisticada entre docentes sobre qué constituye genuina interdisciplinariedad versus agregación superficial de contenidos.

Asimismo, perspectivas centradas en aprendizaje estudiantil enfatizan que interdisciplinariedad debe evaluarse no solamente por características estructurales de diseño curricular sino por naturaleza de competencias y actitudes que desarrolla en estudiantes. En esta línea, Mayes y Rittschof (2021) presentan desarrollo de medidas de impacto STEM interdisciplinario sobre actitudes y razonamiento estudiantil, argumentando que educación interdisciplinaria exitosa debe cultivar disposiciones hacia pensamiento integrador, capacidad para identificar conexiones entre dominios conceptuales y habilidades de razonamiento que trascienden algoritmos disciplinares específicos. Estos resultados orientan diseño de estrategias hacia objetivos de aprendizaje que priorizan competencias transversales junto con conocimientos disciplinares específicos.

En contextos específicos de educación superior, investigaciones han documentado desafíos particulares relacionados con estructuras departamentales rígidas y culturas académicas que valoran especialización sobre integración. Abordando estas realidades institucionales,



Klaassen (2018) presenta estudio de caso sobre educación interdisciplinaria en ingeniería, identificando que transformaciones curriculares exitosas requieren no solamente voluntad individual de docentes sino también apoyo institucional explícito mediante políticas que reconozcan y valoren colaboración interdepartamental en sistemas de promoción y asignación de recursos. Estas evidencias informan diseño de estrategias que consideran no solamente dimensiones pedagógicas sino también factores organizacionales que condicionan viabilidad de implementación.

A continuación, en la tabla 1 se presentan las seis estrategias interdisciplinarias organizadas según dimensión, fundamentos y características de implementación:

Tabla 1. Estrategias interdisciplinarias diseñadas.

Dimensión	Estrategia	Descripción	Fundamento teórico	Recursos requeridos	Mecanismos de evaluación
CURRICULAR	Estrategia Módulos integrados temáticos	1: Diseño de módulos curriculares organizados alrededor de temas o fenómenos naturales que requieren integración de perspectivas biológicas, químicas, físicas y geológicas. Ejemplo: módulo sobre ciclo del agua integrando principios físicos de cambio de estado, procesos químicos de precipitación, roles biológicos del agua en ecosistemas dinámicas geológicas de cuencas hidrográficas.	Reconocimiento de fenómenos naturales que respetan fronteras disciplinares artificiales. Méndez-Leyva y Pérez-Ganfong (2010) señalan que organización curricular debe priorizar comprensión de sistemas complejos sobre hechos aislados.	Colaboración entre docentes de diferentes departamentos para diseño conjunto; planificación integrada objetivos, contenidos secuencias didácticas; materiales didácticos conecten múltiples disciplinas.	Valorar comprensión de conceptos disciplinares específicos y capacidad para integrar múltiples perspectivas en análisis de fenómenos complejos; exámenes que integrados; demostrativos.
		2: Institucionalización de proyectos que requieren participación de estudiantes diferentes programas académicos trabajando conjuntamente problemas auténticos. Organizados como asignaturas optativas, trabajos de grado interdisciplinarios o programas de investigación pregrado.	Aprendizaje en prácticas de auténticas comprensión más transferible. Lara-Andino et al. (2023) documentan que proyectos orientados a problemas ambientales reales motivan estudiantes y facilitan integración de disciplinar.	Mecanismos institucionales para formación de equipos interdisciplinarios; asignación de créditos académicos compartidos; coordinación entre departamentos; espacios de trabajo colaborativo.	Evaluación colaborativa entre departamentos; rúbricas que valoren contribuciones disciplinares específicas y capacidades de integración; presentaciones de públicas de resultados.
METODOLÓGICA	Estrategia Aprendizaje basado	3: Utilización sistemática	Problemas de ambientales	Identificación de problemas	Valorar proceso de investigación



Dimensión	Estrategia	Descripción	Fundamento teórico	Recursos requeridos	Mecanismos de evaluación
	en problemas ambientales	problemas ambientales auténticos como organizadores de experiencias de aprendizaje. Problemas como contaminación de cuerpos de agua, pérdida de biodiversidad ecosistemas locales o impactos de cambio climático proporcionan contextos para aprendizaje interdisciplinario.	contemporáneos no pueden abordarse desde perspectivas de disciplinas aisladas. Carvajal-Suárez y Moreno-Flores (2023) argumentan que en preparación para sostenibilidad requiere integración transversal de dimensiones ambientales.	ambientales para calidad de propuestas; de portafolios de evidencias; acceso a datos ambientales; vínculos con comunidades o instituciones locales.	colaborativa y de soluciones de propuestas; de portafolios de evidencias; técnicos; con propuestas o intervención comunitaria.
METODOLÓGICA	Estrategia Laboratorios integrados ciencias naturales	4: Transformación de laboratorios tradicionales hacia espacios de experimentación integrada donde estudiantes realizan investigaciones que requieren técnicas de múltiples disciplinas. Ejemplo: estudio de calidad de agua requiere análisis químicos, identificación biológica de organismos y comprensión de procesos.	Fragmentación de laboratorios refuerza percepción errónea de ciencias dominios separados. Colorado-Ordoñez Gutiérrez-Gamboa (2016) proponen integración teoría-práctica mediante experiencias que conectan dominios científicos.	Rediseño de espacios físicos para flexibilidad experimental; protocolos; equipamiento versátil; formación de asistentes en técnicas múltiples; coordinación departamental.	Evaluación de competencias experimentales integradas; reportes de laboratorio que conecten múltiples perspectivas; análisis de datos complejos; presentaciones orales.
TECNOLÓGICA	Estrategia Realidad aumentada para visualización de fenómenos complejos	5: Utilización de tecnologías realidad aumentada permiten visualización interactiva de fenómenos naturales complejos integrando múltiples escalas espaciales y temporales. Ejemplo: visualizar simultáneamente procesos moleculares, fotosíntesis, dinámicas celulares de tejidos vegetales y flujos energéticos en	de Tecnologías de inmersivas facilitan comprensión mediante representaciones de dinámicas. Guaña-Narváez et al. (2024) documentan que realidad aumentada genera experiencias memorables facilita construcción de modelos mentales sofisticados de sistemas complejos en	Dispositivos móviles o gafas de realidad aumentada; aplicaciones educativas apropiadas; formación docente para integración pedagógica; conectividad institucional.	Evaluación de comprensión de fenómenos complejos mediante representaciones visuales; explicaciones orales de modelos mentales; aplicaciones prácticas de conocimientos.



Dimensión	Estrategia	Descripción	Fundamento teórico	Recursos requeridos	Mecanismos de evaluación
TECNOLÓGICA	Estrategia 6: Plataformas digitales colaborativas	ecosistemas.			
		Utilización de plataformas que facilitan colaboración asincrónica y sincrónica entre estudiantes docentes de diferentes disciplinas. Permiten compartir datos experimentales, analizar resultados desde múltiples perspectivas y construir productos integrados.	de interdisciplinaria requiere infraestructura que facilite comunicación entre participantes con lenguajes disciplinares diferentes. Almeida-Shapán y Yáñez-Monge (2025) documentan que tecnología puede transformar colaboración cuando se diseña para construcción colectiva.	Selección de plataformas apropiadas; establecimiento de normas de comunicación interdisciplinaria; diseño de tareas colaborativas genuinas; soporte técnico institucional.	de Valorar calidad de productos finales y procesos de negociación entre perspectivas disciplinares; análisis de interacciones colaborativas; autoevaluación y coevaluación.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a lo expuesto en la tabla 1, se presenta que las seis estrategias interdisciplinarias diseñadas constituyen un sistema articulado de intervenciones que abordan la integración curricular, metodológica y tecnológica en la formación de ciencias naturales. Mientras que la complementariedad entre estas propuestas permite transformaciones graduales y sostenibles: mientras las estrategias curriculares (módulos integrados y proyectos colaborativos) reconfiguran la estructura organizativa del programa, las metodológicas (aprendizaje basado en problemas ambientales y laboratorios integrados) transforman las prácticas pedagógicas cotidianas, y las tecnológicas (realidad aumentada y plataformas colaborativas) proporcionan herramientas que potencian ambas dimensiones. Esta arquitectura estratégica responde a la necesidad documentada de superar la fragmentación disciplinar mediante dispositivos institucionales concretos que faciliten el trabajo colaborativo entre docentes, generen experiencias de aprendizaje auténticas para estudiantes y establezcan mecanismos de evaluación coherentes con los objetivos de integración disciplinar. Por tanto, la implementación progresiva de estas estrategias, adaptadas al contexto específico de cada institución educativa, puede contribuir significativamente al desarrollo de competencias científicas integradas que preparen a los estudiantes para abordar los desafíos complejos de la sostenibilidad ambiental.

Consideraciones transversales para implementación

Respecto a competencias docentes, Weinberg y McMeeking (2017) investigaron visiones de profesores de secundaria sobre integración de matemáticas y ciencias hacia educación interdisciplinaria significativa, identificando que desarrollo profesional efectivo debe abordar tanto conocimiento de contenido disciplinar complementario como competencias pedagógicas específicas para facilitar aprendizaje integrado. Estas evidencias sugieren que implementación de estrategias diseñadas requiere inversión sostenida en formación docente que trascienda talleres aislados para constituir trayectorias coherentes de desarrollo profesional.

De igual manera, marcos teóricos para guiar educación de pregrado en ciencia interdisciplinaria proporcionan orientaciones útiles para diseño de programas completos versus actividades aisladas. En esta línea, Tripp y Shortlidge (2019) proponen un marco conceptual para guiar educación de pregrado en ciencia interdisciplinaria que especifica competencias estudiantiles deseables, características de ambientes de aprendizaje apropiados y mecanismos de



evaluación alineados. Este marco puede informar decisiones institucionales sobre cómo integrar estrategias interdisciplinarias específicas en programas académicos coherentes.

Por último, consideraciones específicas sobre educación química, disciplina frecuentemente central en programas de ciencias naturales, merecen atención particular. Reflexionando sobre investigación en educación química, Cooper y Stowe (2018) documentan transiciones desde empirismo personal hacia evidencia, teoría y práctica informada, argumentando que transformaciones pedagógicas requieren fundamentación en investigación educativa rigurosa más que intuiciones o tradiciones disciplinares. Esta perspectiva refuerza importancia de diseñar estrategias interdisciplinarias fundamentadas en evidencia empírica sobre efectividad de diferentes aproximaciones pedagógicas.

DISCUSIÓN

La construcción del aprendizaje significativo en ciencias demanda la comprensión de relaciones sistémicas entre fenómenos que trascienden fronteras disciplinares artificiales, por tanto, las estrategias diseñadas materializan este principio desde una perspectiva pedagógica fundamental, donde la teoría se convierte en práctica educativa concreta. Siguiendo esta línea argumentativa, Araya-Crisóstomo et al. (2019) demuestran que el tránsito desde la comprensión teórica de la interdisciplinariedad hacia la práctica educativa concreta requiere traducir principios abstractos en procedimientos pedagógicos específicos que orienten las decisiones instruccionales cotidianas de los docentes. De este modo, las estrategias propuestas proporcionan esta traducción operacional al especificar secuencias de actividades, recursos necesarios y mecanismos de evaluación que concretan las aspiraciones interdisciplinarias en prácticas educativas implementables.

La utilización de problemas ambientales como organizadores de experiencias interdisciplinarias responde tanto a imperativos pedagógicos como a responsabilidades sociales de la educación superior. Esta orientación hacia la sostenibilidad cobra mayor relevancia cuando se analiza su impacto en la motivación estudiantil. Bajo esta perspectiva, Lara-Andino et al. (2023) evidencian que las estrategias didácticas alineadas con objetivos de desarrollo sostenible generan motivación superior en los estudiantes, a la vez que facilitan la comprensión de la relevancia social de los conocimientos científicos. Tal conexión entre el aprendizaje académico y las problemáticas socioambientales contemporáneas transforma las percepciones estudiantiles sobre los propósitos de la educación científica, permitiendo transitar desde la acumulación de conocimientos abstractos hacia la preparación para una ciudadanía activa y una profesionalidad socialmente responsable.

La implementación efectiva de estas estrategias enfrenta desafíos sustanciales que requieren atención explícita. Entre estos obstáculos destacan las resistencias institucionales arraigadas en estructuras departamentales que fragmentan el conocimiento, así como las limitaciones de formación docente para la enseñanza integrada y la ausencia de sistemas de evaluación que valoren genuinamente la integración disciplinar versus la mera cobertura de contenidos disciplinares. Considerando estas barreras organizacionales, Klaassen (2018) documenta que las transformaciones curriculares interdisciplinarias exitosas requieren no solamente voluntad individual, sino también políticas institucionales que legitimen y apoyen la colaboración interdepartamental mediante sistemas de reconocimiento y asignación de recursos.

Las tecnologías digitales como facilitadoras de la interdisciplinariedad presentan tanto oportunidades como riesgos que merecen consideración cuidadosa. Si bien las herramientas de realidad aumentada y las plataformas colaborativas pueden mediar efectivamente experiencias de aprendizaje integrado, la sobre-dependencia de la tecnología podría desviar la atención desde las interacciones humanas fundamentales que constituyen el núcleo de la educación significativa. Atendiendo a estos riesgos potenciales, Guaña-Narváez et al. (2024) señalan que la tecnología debe permanecer como medio al servicio de objetivos pedagógicos, nunca como fin que determine las direcciones educativas.



La enseñanza interdisciplinaria demanda un repertorio pedagógico expandido que trasciende la experticia disciplinar tradicional. Esta exigencia formativa requiere el desarrollo de competencias específicas que permitan facilitar el aprendizaje que cruza fronteras disciplinares. En consonancia con esta necesidad, Wu et al. (2024) documentan en su metaanálisis que las habilidades de enseñanza interdisciplinaria correlacionan significativamente con la efectividad de las experiencias educativas integradas, subrayando la necesidad de desarrollo profesional sistemático que cultive competencias específicas para facilitar el aprendizaje que cruza fronteras disciplinares. Consecuentemente, la implementación de las estrategias propuestas requiere inversión sostenida en formación docente continua, no meramente talleres introductorios aislados.

Las consideraciones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento científico merecen atención explícita en este contexto. La interdisciplinariedad no implica la disolución de las disciplinas ni la negación del valor de la experticia especializada, sino el reconocimiento de que los fenómenos naturales complejos requieren múltiples perspectivas complementarias para su comprensión cabal. Interrogando estas tensiones epistemológicas, Méndez-Pupo (2007) cuestiona si los problemas de la interdisciplinariedad residen fundamentalmente en cuestiones metodológicas, sugiriendo que la integración efectiva requiere marcos explícitos que orienten la articulación coherente entre tradiciones disciplinares con epistemologías diferentes.

La evaluación de la interdisciplinariedad debe considerar no solamente las características estructurales del diseño curricular, sino también la naturaleza de las competencias que desarrolla en los estudiantes. Orientando esta perspectiva centrada en el aprendizaje, Mayes y Rittschof (2021) proponen medidas de impacto STEM interdisciplinario que valoran las actitudes y el razonamiento estudiantil, argumentando que la educación interdisciplinaria exitosa debe cultivar disposiciones hacia el pensamiento integrador y capacidades de razonamiento que trascienden algoritmos disciplinares específicos. Esta orientación hacia competencias transversales debe informar el diseño de sistemas de evaluación que acompañen la implementación de estrategias interdisciplinarias.

CONCLUSION

La integración de la inteligencia artificial en la comprensión cinemática mediante el aprendizaje basado en problemas constituye una convergencia metodológica que materializa principios constructivistas históricamente difíciles de implementar en contextos educativos masivos, generando transformaciones simultáneas en dimensiones cognitivas, motivacionales y metacognitivas del aprendizaje de la física. Esta articulación opera a través de tres mecanismos complementarios: el ABP proporciona marco pedagógico que sitúa al estudiante como constructor activo de conocimiento mediante resolución de problemas auténticos contextualizados; la IA aporta capacidades de personalización, retroalimentación inmediata y adaptación dinámica según perfiles individuales de aprendizaje; y su convergencia genera experiencias híbridas donde sistemas inteligentes facilitan múltiples representaciones de conceptos abstractos, ajustan nivel de complejidad según desempeño observado y proporcionan andamiaje cognitivo diferenciado para abordar las dificultades conceptuales específicas de la cinemática relacionadas con magnitudes vectoriales, razonamiento proporcional y coordinación entre formalismos matemáticos y fenómenos físicos.

FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A quienes promueven una excelente educación.



REFERENCIAS

- Almeida-Shapán, R. E., & Yáñez-Monge, A. B. (2025). Impacto de la integración de la tecnología en la enseñanza de las ciencias naturales [Impact of the integration of technology in the teaching of natural sciences]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 5(1), 1–8. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v5i1.280>
- Araya-Crisóstomo, S., Monzón-Godoy, V. H., & Infante-Malachias, M. E. (2019). Interdisciplinaria en palabras del profesor de biología: de la comprensión teórica a la práctica educativa [Interdisciplinarity in the words of biology teachers: From theoretical understanding to educational practice]. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(81), 403-429.
- Carvajal-Suárez, F. A., & Moreno-Flores, J. L. (2023). Dimensión ambiental y el desarrollo sostenible en el currículo de la educación superior [Environmental dimension and sustainable development in the higher education curriculum]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 3(4), 29–36. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8428458>
- Colorado-Ordoñez, P., & Gutiérrez-Gamboa, L. A. (2016). Estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación superior [Didactic strategies for teaching natural sciences in higher education]. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 8(1), 148-158. <https://doi.org/10.22335/rict.v8i1.363>
- Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry education research—From personal empiricism to evidence, theory, and informed practice [Investigación en educación química: Del empirismo personal a la evidencia, teoría y práctica informada]. *Chemical Reviews*, 118(12), 6053-6087. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00020>
- Guaña-Narváez, C. L., Barahona-Ibarra, A. E., Pozo-Zapata, R. F., & Oña-Guilcaso, N. J. (2024). El uso de realidad aumentada en la didáctica de las ciencias naturales [The use of augmented reality in natural science education]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 4(especial), 32–38. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial.238>
- Klaassen, R. G. (2018). Interdisciplinary education: a case study. *European Journal of Engineering Education*, 43(6), 842–859. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1442417>
- Lara-Andino, A. R., León-Vinueza, A. G., Flores-Quistial, J. T., & Untuña-Soria, V. P. (2023). Las estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales en pro de ODS [Didactic strategies in natural sciences teaching in favor of SDGs]. *Tesla Revista Científica*, 3(2), e244. <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e244>
- Mayes, R., & Rittschof, K. (2021). Development of interdisciplinary STEM impact measures of student attitudes and reasoning. *Frontiers in Education*, 6, 631684. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.631684>
- Méndez-Leyva, A., & Pérez-Ganfong, C. (2010). La interdisciplinaria en la enseñanza de las ciencias naturales en las carreras de ingeniería [Interdisciplinarity in natural sciences teaching in engineering programs]. *Didáctica y Educación*, 1(1), 49–64.
- Méndez-Pupo, A. R. (2007). La interdisciplinaria en las ciencias naturales: ¿el problema es el método?! [Interdisciplinarity in natural sciences: Is the method the problem?!]. *Luz*, 6(4), 1-9.
- Regalado-González, L. E., & Ortiz-Aguilar, W. (2024). Estrategias metodológicas para lograr la interdisciplinaria en las áreas de conocimiento fundamentales en sexto grado de Educación General Básica [Methodological strategies to achieve interdisciplinarity in fundamental knowledge areas in sixth grade of General Basic Education]. *Sinergia Académica*, 7(Especial 7), 319-338. <https://doi.org/10.51736/7hsqq391>



- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., et al. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM [Más allá de lo básico: Un marco conceptual detallado de STEM integrado]. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Tripp, B., & Shortlidge, E. E. (2019). A framework to guide undergraduate education in interdisciplinary science [Un marco para guiar la educación de pregrado en ciencia interdisciplinaria]. *CBE—Life Sciences Education*, 18(2), ar26. <https://doi.org/10.1187/cbe.18-11-0226>
- Wang, H. H., Charoenmuang, M., Knobloch, N. A., et al. (2020). Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed system. *International Journal of STEM Education*, 7, 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0201-4>
- Weinberg, A. E., & McMeeking, L. B. S. (2017). Toward meaningful interdisciplinary education: High school teachers' views of mathematics and science integration. *School Science and Mathematics*, 117(5), 204-213. <https://doi.org/10.1111/ssm.12224>
- Wu, X., Yang, Y., Zhou, X., et al. (2024). A meta-analysis of interdisciplinary teaching abilities among elementary and secondary school STEM teachers [Un metaanálisis de las habilidades de enseñanza interdisciplinaria entre los profesores STEM de escuelas primarias y secundarias]. *International Journal of STEM Education*, 11, 38. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00500-8>

Derechos de autor: 2025 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>