Modelo didáctico interdisciplinario para Física General en la formación del profesor de Biología en Angola

Interdisciplinary Didactic Model for General Physics in the Training of Biology Teachers in Angola

MSc. Salomão António Muagita. Profesor Asistente. Universidade de Cuito Cuanavale. Angola. Doctorante de la Formación en Ciencias de la Educación de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

Correo electrónico: saloangolacuba@gmail.com

ORCID: http://orcid.org/0009-0008-7037-6501

Dr. C. Francisco Luis Pedroso Camejo. Profesor Titular. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

Correo: fraleneny2014@gmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1052-4724

Recibido: mayo 2026 **Aprobado:** julio 2026

RESUMEN

La formación docente en Angola debe atender los complejos e interconectados problemas que caracterizan el mundo actual y exigen un desempeño pedagógico interdisciplinario e integral. El objetivo central de este trabajo es analizar la propuesta e implementación de un modelo didáctico interdisciplinario para la Física General en la formación del profesor de Biología en la Universidad de Cuito Cuanavale. La investigación superó limitaciones detectadas y se realizó durante tres cursos académicos mediante un enfoque mixto con 74 estudiantes de segundo año como profesores de Biología en formación y 18 especialistas. Se emplearon métodos teóricos, empíricos y estadísticos con énfasis en la modelación, sistematización, observación y experimentación sistémica. Los resultados constatados en la práctica avalan la hipótesis de correlación entre el modelo didáctico interdisciplinario y el desempeño integral del profesor de Biología. El modelo didáctico implementado contribuye a la formación cultural y humanista del profesor de Biología en Angola.

Palabras clave: aprendizaje interdisciplinario, Física, formación integral, docente

ABSTRACT

Teacher training in Angola must address the complex and interconnected problems that characterize the contemporary world, which demand an interdisciplinary and holistic pedagogical performance. The central objective of this study is to analyze the proposal and implementation of an interdisciplinary didactic model for General Physics within the context of Biology teacher training at the University of Cuito Cuanavale. The research successfully overcame identified limitations and was conducted over three academic years using a mixed-methods approach involving 92 second-year students—Biology teachers-in-training—and 15 specialists. Theoretical, empirical, and statistical methods were employed, with an emphasis on modeling, systematization, observation, and systemic experimentation. The results observed in practice validate the hypothesis regarding the correlation between the interdisciplinary didactic model and the holistic performance of the biology teacher. The implemented didactic model contributes to the cultural and humanistic formation of Biology teachers in Angola.

Keywords: interdisciplinary learning, Physics, holistic training, teacher

Introducción

La formación superior pedagógica en Angola debe estar en correspondencia con las demandas sociales y educativas de un siglo XXI marcado por la agudización de complejos problemas globales interconectados que impactan toda actividad humana. Una educación interdisciplinaria e integral es requisito esencial para fomentar en la población una cultura tecnocientífica de calidad, masiva e inclusiva que contribuya a un mundo sostenible (Fooladi, 2020; Pérez-Rodríguez y Baquero-Mendieta, 2025). En este contexto, la formación de profesores de Biología en Angola debe superar limitaciones en la orientación interdisciplinaria de su diseño curricular, con programas fragmentados, descontextualizados y modelos de enseñanza desprovistos de una fundamentación didáctica que garantice en la práctica una perspectiva interdisciplinaria del aprendizaje y un desempeño profesional integral en la actividad docente.

Para el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física General en la formación del profesor de Biología en la universidad Cuito Cuanavale es crucial atender a las exigencias actuales para perfeccionar la formación interdisciplinaria de los futuros docentes (UNESCO, 2020; González *et al.,* 2026). Las fértiles interacciones y enriquecimiento mutuos entre la Física y Biología como ciencias naturales y experimentales sustentan los impactos de estas relaciones interdisciplinarias en la investigación científica contemporánea y sus aportes a la Biofísica, Electromedicina, Imagenología, Biotecnologías y Nanotecnologías (Škrbić *et al.,* 2021). Las recientes contribuciones relevantes de la Física, Biología y otras ciencias en el enfrentamiento a la pandemia de la Covid-19 evidencian los resultados de trabajos de innovación tecnocientífica interdisciplinarios y transdisciplinarios a favor del bienestar humano. El proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la formación del profesor de Biología debe reflejar los rasgos que distinguen esas relaciones interdisciplinarias entre estas ciencias en la actividad investigadora actual para enfrentar problemáticas educativas complejas.

El problema fundamental de la investigación es ¿cómo perfeccionar el proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física General en la formación del profesor de Biología en Angola? Esta problemática apunta a profundizar en las vías para identificar y explicar las insuficiencias en la dirección interdisciplinaria del proceso pedagógico, precisar aspectos esenciales que relacionan constructos teóricos de la interdisciplinariedad con una nueva dinámica integradora de los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje de la física, la biología, otras disciplinas y ramas de la cultura. En esta arista, es insoslayable formalizar las vías estratégicas y metodológicas para concretar en la práctica educativa una visión holística integrada del sistema de contenidos culturales que imbrican a ambas disciplinas. En la modelación teórica del proceso formativo interdisciplinario se estudian problemas de motivación y la deficiente percepción de los estudiantes sobre la contribución de la Física en su formación profesional.

Los estudios sobre sistemas y procesos didácticos interdisciplinarios se incrementaron en las últimas décadas, resaltando las investigaciones interdisciplinarias en la formación docente. En las investigaciones sobre aspectos teóricos destacan por su evolución

conceptual (Torres, 1994; Perrera, 2002; Lenoir, 2013; Klein, 2017); en los estudios sobre la interdisciplinariedad en la enseñanza de las ciencias experimentales (Herrero-Molleda *et al.,* 2023); sobre los modos de actuación interdisciplinarios en la formación docente (Páez, 2010; Chilongo y Campo, 2019), las potencialidades educativas de las relaciones interdisciplinarias entre la Física y la Biología (Tipton *et al.,* 2020), sobre el diseño curricular interdisciplinario en la formación de profesores de ciencias (Ashby, 2021).

Sin embargo, se aprecia una brecha por la escasez de investigaciones sobre la dirección de un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario e integral, sobre el diseño curricular de programas interdisciplinarios, acerca de las habilidades profesionales docentes interdisciplinarias, sobre la resolución de problemas interdisciplinarios, su metodología con la integración de nuevas tecnologías digitales y no abundan las investigaciones sobre las estrategias de implementación de enfoques teóricos que transformen la actuación multidimensional de estudiantes y profesores.

Al examinar los desafíos educativos y culturales actuales se pone de relieve la impostergable necesidad de robustecer la formación interdisciplinaria y holística de los docentes para contribuir a una educación para el desarrollo sostenible. El proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física debe alinearse con resultados de mejoramiento en la dirección holística de los docentes, desarrollo en los estudiantes del pensamiento sistémico y crítico para la toma de decisiones razonadas en las transformaciones sustentables de su contexto sociocultural. Para Angola estos retos implican redimensionar la estructuración de los componentes del proceso sustentados en una orientación cultural y humanista de la orientación interdisciplinaria de programas curriculares, sistema de actividades interactivas desde la investigación e innovación didáctica y evaluación integral permanente de los resultados del proceso.

Es muy importante apreciar cómo los resultados de la investigación evidenciaron los significativos pilares de articulación e integración entre el sistema de contenidos de la Física y la Biología, demostrando los nexos con amplias ramas de la cultura en la resolución de problemas socioculturales y de la profesión pedagógica. La efectiva modelación del proceso favoreció una visión holística de la formación docente en Biología con la precisión de los componentes estructurales del modelo interdisciplinario propuesto y el despliegue de sus funciones en la estrategia de implementación diseñada.

Con esta profunda orientación interdisciplinaria del proceso de enseñanza aprendizaje se superó el limitado enfoque de relaciones intermateria cognitivas entre la Física y la Biología, reducido a temas de Mecánica y Termodinámica. Con el modelo didáctico propuesto se integran problemáticas vitales para la Biología de Electromagnetismo, Óptica y Física Atómica-Nuclear en su interacción con otras ramas de la cultura que potencian la metodología de resolución y las dimensiones de un aprendizaje más integral.

El marco teórico de la investigación se sustenta en las leyes de la didáctica, la modelación como proceso cognitivo y método de investigación para profundizar e identificar relaciones esenciales de la realidad. Además, se consideraron los fundamentos de la teoría de la interdisciplinariedad en educación y las bases epistemológicas del desarrollo tecnocientífico con sus implicaciones socioculturales en los concatenados problemas globales y pedagógicos.

La complejidad del proceso de enseñanza aprendizaje y sus implicaciones sociales hacen necesario profundizar y perfilar la aplicación de la interdisciplinariedad en la educación

científica. Al examinar las numerosas investigaciones sobre la interdisciplinariedad en educación, resulta prudente analizar algunos conceptos básicos de esta temática y sistematizar la modelación de procesos educativos

En la formación de profesores, varios investigadores convergen en ciertos rasgos al caracterizar o definir la interdisciplinariedad. La interdisciplinariedad es un proceso y una filosofía de trabajo, es una forma de pensar y de proceder para conocer la complejidad de la realidad objetiva y resolver los complejos problemas que esta plantea (Fiallo 2004). Las relaciones interdisciplinarias constituyen una condición didáctica que permite cumplir el principio de la sistematicidad, cientificidad y vinculación de la teoría con la práctica en la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas vigentes en la naturaleza, la sociedad y el pensamiento, mediante la integración del contenido de las diferentes disciplinas de un plan de estudio (Fiallo, 2004).

Desde este punto de vista, las relaciones interdisciplinarias permiten en el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollar un sistema general de conocimientos y habilidades tanto de carácter intelectual, práctico, como profesionales, así como un sistema de valores, convicciones y relaciones hacia el mundo real y objetivo, que favorece la formación de un modo de actuación profesional pedagógico interdisciplinario.

Luego, la interdisciplinariedad escolar persigue contribuir a la cultura integral y a la formación de una concepción científica del mundo en los alumnos, desarrollar en ellos un pensamiento humanista, científico y creador, que les permita adaptarse a los cambios de contexto y abordar problemas de interés social desde varios puntos de vista que les posibilite, asumir actitudes críticas y responsables ante las políticas sociales, científicas y tecnológicas que los afecten (Álvarez, 2004).

La modelación es uno de los más importantes métodos teóricos de investigación mediante la cual se realizan abstracciones de aspectos secundarios del objeto de estudio para identificar elementos y relaciones esenciales que permiten explicar la realidad. El investigador estudia aquellos elementos y relaciones esenciales en correspondencia con el objetivo que se propone alcanzar. De esta forma se obtiene un modelo como representación ideal de la realidad que ofrece una comprensión teórica distinta a las existentes.

El proceso de creación de modelos, denominado modelación, propicia la integración de las propiedades de un determinado objeto mediante el estudio de las propiedades de su representación, que se encuentran en determinada correspondencia con él. La modelación como método científico de nivel teórico, ha sido utilizado para el estudio de objetos, procesos y fenómenos presentes en la naturaleza la sociedad o el pensamiento (Valle, 2007). Los modelos que son resultado de la investigación educativa se ubican dentro de los teóricos, entre los que se encuentran, los modelos pedagógicos, educativos y didácticos.

En esta investigación se asume la definición dada por A. Valle (2007), sobre el modelo, entendido como “la representación de aquellas características esenciales del objeto que se investiga, que cumple una función heurística, ya que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades de ese objeto de estudio con vistas a la transformación de la realidad” (p. 11). De este propio autor se asume la definición de modelo didáctico como: “la representación de aquellas características esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje o de alguno de sus componentes con el fin de lograr los objetivos previstos” (p. 13). El autor considera que los modelos didácticos están constituidos por los componentes

siguientes: principios, fin y objetivos, caracterización del objeto modelado, estrategias, formas de implementación del modelo y evaluación del modelo.

Se debe considerar que los modelos didácticos interdisciplinarios emergen como una respuesta pedagógica integral que fomenta la colaboración entre disciplinas y promueve aprendizajes significativos. Resulta evidente que los modelos didácticos interdisciplinarios en la formación docente adquieren relevancia por su capacidad para integrar saberes disciplinares, facilitando la conexión entre áreas del conocimiento, evitando la fragmentación del aprendizaje. Estos autores ofrecen perspectivas diversas sobre cómo adaptar la educación a los desafíos tecnológicos, sociales y pedagógicos del este siglo.

Por otra parte, Venegas-Thayer (2023), destaca que un modelo didáctico interdisciplinario es un enfoque educativo que integra conocimientos y metodologías de diversas disciplinas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se destaca la perspectiva epistemológica de los procesos interdisciplinarios en la formación profesional. La integración de ambos estudios permite reconocer particularidades del modelo didáctico interdisciplinario, al revelar su percepción que integra conocimientos, métodos y perspectivas de diversas disciplinas y consolida el proceso de enseñanza-aprendizaje. En ese sentido, fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas integradores y la conexión entre diferentes áreas del conocimiento.

El modelo didáctico interdisciplinario potencia acciones coherentes y sistemáticas que permitan al profesor en formación resolver problemas profesionales pedagógicos y de su contexto a través de la interacción y colaboración entre diferentes disciplinas y ramas de la cultura, apropiándose de conocimientos, metodologías, sentimientos, capacidades, valores que engrosan un modo de actuación multidimensional. Los futuros profesores deben desarrollar un pensamiento sistémico, flexible, creador e innovador que se refleje en la óptima dirección de un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario que tribute a una educación sostenible y desarrolle personalidades integrales.

En correspondencia con los fundamentos y objetivos expuestos en este marco teórico, la hipótesis de trabajo de la investigación es que la implementación de un modelo didáctico interdisciplinario para la Física General en la formación de profesores de Biología contribuye a una actuación pedagógica integral del egresado acorde a exigencias educativas y culturales. Los objetivos generales y específicos de la investigación se centran en demostrar las relaciones e implicaciones de los componentes del modelo didáctico interdisciplinario con la dirección del proceso y la formación cultural integral de los egresados. Uno de los objetivos específicos esenciales de la indagación es potenciar la calidad de aprendizajes integradores con una educación interdisciplinaria y transdisciplinaria que materializa la teoría en la práctica educativa.

Para la educación superior pedagógica en general y, en el contexto angolano en particular, la concreción de un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física General contribuye a una visión integradora a nivel curricular, a elevar la motivación y el aprendizaje significativo, creador de los profesores de Biología en formación y reforzar la preparación interdisciplinaria de los docentes en ejercicio.

En tal sentido, el objetivo de este artículo es analizar la propuesta e implementación de un modelo didáctico interdisciplinario para la Física General en la formación del profesor de Biología en la Universidad de Cuito Cuanavale.

Materiales y métodos

La investigación tuvo un enfoque mixto desde el punto de vista exploratorio y explicativo en la identificación y argumentación de las principales problemáticas detectadas. El alcance de la investigación es explicativo al considerar la correlación entre los componentes del modelo didáctico interdisciplinario de la Física General y los aprendizajes multidimensionales, culturales para contribuir a un modo de actuación profesional pedagógico integral del profesor de Biología.

El diseño de la investigación fue experimental con estudiantes de segundo año que se forman como profesores de Biología en la Universidad Pedagógica de Cuito Cuanavale junto a profesores y especialistas de esta y otras universidades e instituciones educativas. Se trabajó con una muestra de 74 estudiantes divididos en un grupo control con 36 estudiantes y otro experimental con 38 estudiantes y 18 profesores seleccionados de forma intencional.

Al emplear métodos, procedimientos y técnicas de investigación de tipo teórico, empíricos y estadísticos se aplicaron diferentes instrumentos y herramientas en consonancia con el diseño experimental aplicado. A los profesores se les aplicaron encuestas, consulta de especialistas, guía de observación a clases y cuestionarios en el sistema de talleres metodológicos planificados. A los grupos de control y experimental de estudiantes se les aplicaron entrevistas, encuestas de percepción, satisfacción, motivación y pruebas pedagógicas sobre didáctica y resolución de problemas interdisciplinarios.

Etapas y procedimientos

Esta investigación se organizó y planificó en carias etapas para la aplicación de métodos, técnicas, procedimientos y sus respectivos instrumentos.

En la primera etapa de exploración inicial y diagnóstico se identificaron los rasgos, limitaciones e impactos de las problemáticas curriculares y de enseñanza y aprendizaje interdisciplinario, incluyendo niveles de motivación, preparación profesional interdisciplinaria e identidad profesional. Se profundiza en aspectos teóricos, metodológicos y prácticos de la interdisciplinariedad.

En la segunda etapa de diseño y planificación se identificaron las hipótesis de trabajo, las variables dependiente e independiente, se realizó la operacionalización precisando principales dimensiones e indicadores a medir. Se organizaron los talleres metodológicos y tareas profesionales, se reorganizaron los grupos de control y experimental se diseñaron los instrumentos de acuerdo a los objetivos de la investigación considerando los resultados del diagnóstico integral. Se planifican visitas a actividades docentes, extradocentes y se determinan las pruebas estadísticas y cronograma de aplicación.

En la tercera etapa de organización se identifican los componentes del modelo didáctico, se elabora y reestructura el modelo didáctico interdisciplinario, se realizan talleres metodológicos.

En la cuarta etapa se ejecuta la aplicación del modelo didáctico interdisciplinario en el grupo control, se observan y controlan actividades docentes y extradocentes a estudiantes, se aplican instrumentos antes y después de aplicar el modelo didáctico interdisciplinario.

En la quinta epata de evaluación del modelo se analizan los resultados y sus impactos de acuerdo a su significatividad estadística y educativa según objetivos previstos. Se contrasta la hipótesis inicial en el experimento y se analizan las incertidumbres en las correlaciones y

otros resultados alcanzados. En esta última etapa se emplean técnicas de validación avaladas con la determinación de coeficientes de fiabilidad, de consistencia interna de instrumentos (Alpha de Cronbach) y resultados aplicando pruebas de contraste (comparación de medias y prueba de signos de Wilcoxon). El registro, procesamiento y análisis de los resultados se realizaron con la asistencia de los programas informáticos Microsoft Excel y el paquete estadístico SPSS versión 28.

Resultados

Para encauzar la investigación con sólido marco teórico fue necesario precisar algunos aspectos del sistema categorial de la teoría de la interdisciplinariedad. Como resultado del estudio exploratorio realizado y la sistematización teórico-metodológica realizada, en esta investigación se propone como definición de interdisciplinariedad en la educación la siguiente: *proceso y resultado de acciones pedagógicas que configuran formas de pensar y actuar para interconectar, integrar, enriquecer los contenidos, formas de trabajo colaborativas entre disciplinas y otras ramas de la cultura para resolver complejos problemas educativos favoreciendo una formación humanista integral.*

Las limitaciones en la asunción y dirección de un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física General para profesores de Biología señalaron la necesidad de proponer un modelo didáctico interdisciplinario para este proceso formativo y se garantizó las vías para su implementación en la práctica educativa. En esta investigación los autores definen *modelo didáctico interdisciplinario*: *como la representación teórica, metodológica y práctica de un currículo y proceso de enseñanza aprendizaje que interconecta, colabora, se enriquece e integra el sistema de contenidos de las disciplinas curriculares y ramas de la cultura para contribuir a la formación integral del egresado*

La estructura de este modelo didáctico interdisciplinario de la Física General para la formación del profesor de Biología se constituye de los componentes siguientes:

- Fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos
- Principios del modelo didáctico interdisciplinario (MDI)
- Objetivo General
- Ejes transversales integradores
- Componentes del PEA de la Física General
- Sistema de Tareas Integradoras
- Habilidades Profesionales interdisciplinarias e integradoras
- Secuencias Metodológicas interdisciplinarias
- Estrategia de implementación y evaluación del MDI

Fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos: El modelo se sustenta en leyes de la dialéctica, la didáctica y la pedagogía, considerando la cognoscibilidad del mundo, la concatenación de los hechos en la naturaleza, la sociedad, el pensamiento. La educación debe considerar los acuciantes problemas de la sociedad y preparar los seres humanos para insertarse y transformar el contexto en que viven. Se tuvo en cuenta elementos de la filosofía de la educación y la ciencia para argumentar la interdisciplinariedad en la educación científica. Desde el punto de vista psicológico se asume la teoría histórico-cultural de

Vygotsky y el aprendizaje significativo de Ausubel. Este modelo fundamenta componentes de su estructura en la orientación cultural y humanista de la enseñanza de la Física en la formación docente.

Objetivo General del MDI: Diseñar un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física General para que contribuya a elevar la calidad del aprendizaje y el desempeño pedagógico integral del profesor de Biología en formación.

- Ejes Transversales Integradores: son problemáticas, conceptos, métodos, procedimientos, valores, experiencia en la actividad creadora e innovadora entre otros contenidos que exigen el concurso las disciplinas del currículo para intentar determinar su solución. Algunos ejemplos de ejes transversales son las problemáticas ambientales relacionadas con la contaminación de ecosistemas y el cambio climático, los problemas sobre el uso racional de la energía y la transición energética, la educación sexual y de género, la educación vial, entre otros, Entre los conceptos transversales se tienen: sistema, energía, movimiento, interacción, función, patrón entre otros que requieren un tratamiento interdisciplinario para su óptima formación y transferencia significativa a situaciones de la vida.
- Interacción interdisciplinaria entre los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje: Se establece una dinámica desarrolladora entre los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje con una visión interdisciplinaria e integradora. Las funciones docentes, orientación, docente-metodológica e investigativa se redimensionan cuando se connota los nexos de contenidos, métodos, medios, formas de organización y evaluación formativa para resolver problemáticas contextualizadas interdisciplinarias de relevancia social y pedagógica. La integración de la tecnología educativa, la inteligencia artificial abre perspectivas radicalmente distintas para la interconexión y enriquecimiento mutuo entre disciplinas y ramas de la cultura, así como las interacciones colaborativas entre docentes de diferentes disciplinas, entre los estudiantes, profesores-estudiantes y tutores virtuales-estudiantes. El sistema de evaluación formativa debe ser diverso e integrador, reforzando los aprendizajes procedimentales, valorativos poniendo el acento en la resolución independiente y creadora de problemas interdisciplinarios.
- Tareas Integradoras: El sistema de tareas docentes integradoras es el componente donde se concretan los principales objetivos del modelo didáctico interdisciplinario y se implementan las situaciones de enseñanza y aprendizaje con un carácter interdisciplinario. La estructuración del sistema de tareas integradoras se divide en un etapa de introducción una etapa de desarrollo, una etapa de consolidación, sistematización y una etapa de evaluación y análisis crítico En este sistema de tareas se destacan los requerimientos para el diseño de las tareas docentes para favorecer la resolución de problemas interdisciplinarios y el desarrollo de habilidades y hábitos para la integración de contenidos culturales entre la Física, Biología y el resto de las disciplinas curriculares y ramas dela cultura.

El sistema de componentes que estructura el modelo didáctico interdisciplinario es novedoso y al considerar las exigencias pedagógicas y culturales actuales fomentó una nueva dinámica en las interconexiones con las categorías personales y no personales del proceso formativo. Los principios interdisciplinarios propuestos constituyen un inestimable

soporte teórico orientador para la identificación y tratamiento de diferentes tipos de relaciones interdisciplinarias y su reflejo en los modos de actuación profesional.

- Principios del MDI

1. *Principio epistemológico*: Reflejar los fundamentos epistemológicos, gnoseológicos y axiológicos de la interdisciplinariedad y la integración científica en la formación pedagógica integral

2. *Principio de la complejidad e integración*: atender los principales fundamentos y leyes de la teoría de la complejidad al enfrentar problemáticas interdisciplinarias y transdiciplinarias de la realidad educativa. Concebir el proceso de integración como unificación y síntesis sistémica acorde a los niveles de relaciones interdisciplinarias establecidas.

3. *Principio de integración curricular*: se deben diseñar los currículos orientados a enfrentar problemáticas interdisciplinarias, socioeducativas, científicas, culturales que definan objetivos, habilidades integradoras profesionales en el modelo del egresado. Se deben priorizar la integración horizontal y vertical en el currículo que tribute a modos de actuación interdisciplinarios e integradores en el docente y estudiantes.

4. *Principio de problematización interdisciplinaria*: visión interdisciplinaria para la formulación e identificación de problemas de la profesión, tareas docentes y el uso de metodologías activas para la resolución de problemas que conectan varias disciplinas y transdisciplinarios, que incluye un enfoque unificador para métodos y procedimientos en la actividad experimental real y virtual.

5. *Principio del aprendizaje multidimensional*: se centra en lograr la apropiación activa, crítica, significativa, creadora y transformadora de los contenidos disciplinares transversales (cognitivos, procedimentales, afectivos, experienciales, axiológicos) y culturales para resolver complejos problemas de interés sociocultural, de la profesión y personal.

6. *Principio de formación cultural*: cumplir con el fomento y desarrollo del acervo cultural general del docente como parte esencial de la formación integral de su personalidad y su profesión pedagógica. Los docentes deben revelar dominio profundo de su disciplina y los nexos de los contenidos con otras disciplinas curriculares y ramas de la cultura

7. *Principio de integración tecnológica*: es imprescindible una eficiente integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) con énfasis en la Inteligencia Artificial (IA) en la formación desde una perspectiva desarrolladora y ética para potenciar el proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física para profesores de Biología. El eficaz uso didáctico de los recursos digitales actuales cataliza las interacciones interdisciplinarias productivas en diferentes escenarios entre los componentes personales y no personales del proceso.

8. *Principio de investigación e innovación colaborativa*: se refiere a que los docentes deben imbricarse en actividades de investigación e innovación didáctica con un carácter colaborativo y cooperativo. La colaboración investigativa entre estudiantes y profesores es cardinal en la docencia y proyectos interdisciplinarios educativos actuales donde prevalece el carácter de empresa colectiva de la investigación e innovación tecnocientífica contemporánea. Es indispensable que la colaboración se concrete en el desempeño

pedagógico interdisciplinario del docente desde la preparación de una clase hasta la investigación permanente para superar problemáticas de su contexto educativo.

Se supera la limitada relación intermateria para ampliar y profundizar en aprendizajes de los contenidos físicos que sustentan y argumentan procesos biológicos asociados a problemáticas con enfoques CTSA y de la profesión para estimular la motivación y los posicionamientos argumentativos integradores de los estudiantes para tomar decisiones a favor de un desarrollo sostenible local, regional o global. En la etapa de desarrollo es significativa la dirección interdisciplinaria de las actividades experimentales con secuencias didácticas que evidencian los nodos de articulación en la resolución de experimentos docentes. Se identifican métodos, procedimientos comunes a la Física y Biología que distinguen la actividad investigadora actual y potencian el desarrollo de habilidades experimentales en la experimentación real y virtual. En las etapas de sistematización se destacan las habilidades de síntesis, unificación y de autoregulación en los estudiantes.

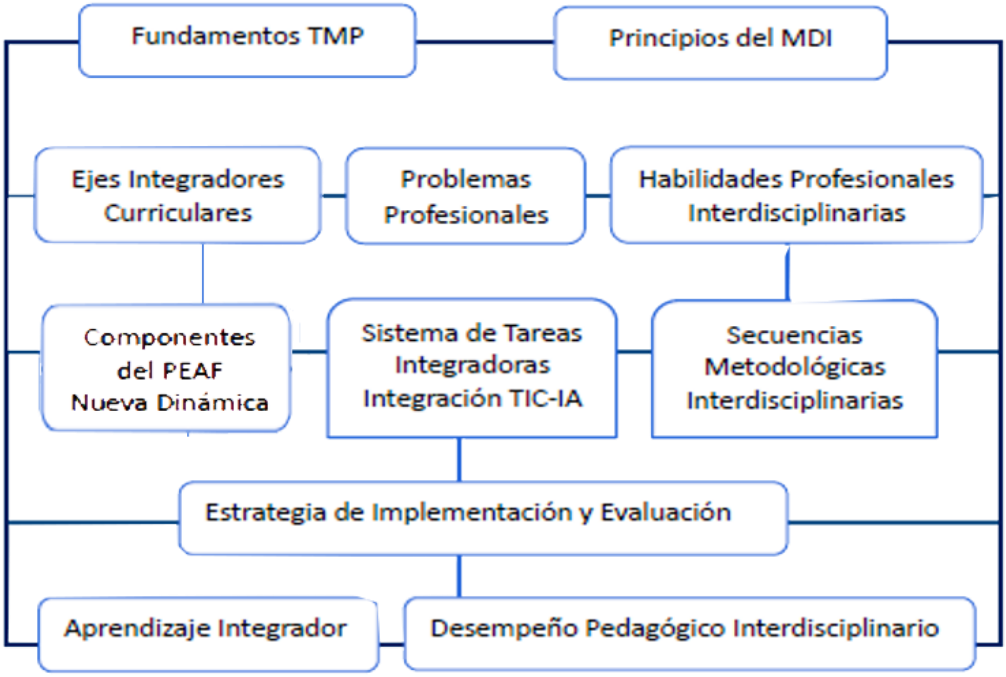
- Habilidades Profesionales interdisciplinarias: La formación y desarrollo de habilidades profesionales interdisciplinarias en el futuro profesor de Biología es uno de los componentes transcendentales del modelo didáctico propuesto.

En función del estudio, se seleccionaron, formaron y desarrollaron, controlaron y evaluaron las habilidades interdisciplinarias siguientes:

- Diseñar un currículo integrado en consonancia con las exigencias pedagógicas al modelo de egresado.
- Dirigir un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario que favorezca procesos de integración y tribute a una formación cultural general del profesor
- Orientar el enfoque metodológico para la integración de las TIC con énfasis en la inteligencia artificial, potenciando relaciones interdisciplinarias
- Promover una visión integradora de la metodología para la resolución de problemas interdisciplinarios y transdiciplinarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física
- Proyectar la actividad de investigación e innovación colaborativa con carácter sistémico y sistemático para enfrentar complejos problemas de la profesión.
- Diseñar sistemas de tareas integradoras para activar y consolidar un aprendizaje interdisciplinario
- Identificar ejes transversales, nodos interdisciplinarios para la interconexión de contenidos entre disciplinas y ramas de la cultura
- Elaborar sistemas de actividades experimentales reales y virtuales con un enfoque interdisciplinario potenciando métodos, procedimientos, formas de trabajo que distinguen la investigación científica contemporánea y la didáctica de las ciencias experimentales
- Dirigir la formación integral de la personalidad de los futuros profesores con una concepción interdisciplinaria e integradora y se demuestre con el desempeño profesional pedagógico.

El modelo didáctico y sus componentes se muestran en la figura 1

Fig. 1 Esquema del Modelo Didáctico Interdisciplinario

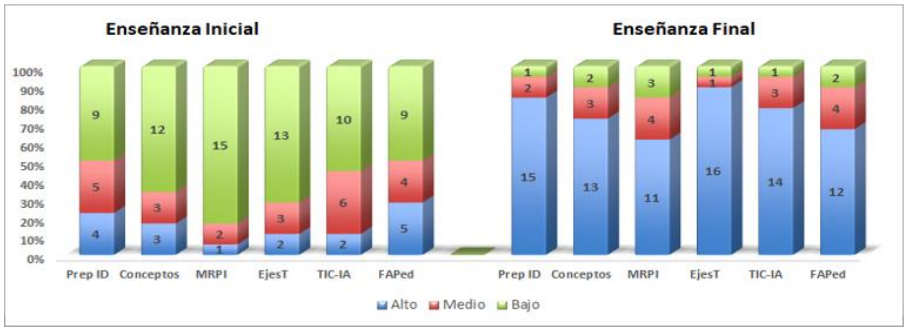


Importantes resultados fueron obtenidos en el diseño experimental de la investigación en la identificación de la hipótesis de trabajo, la identificación de las variables y su operacionalización en dimensiones e indicadores para su posterior evaluación. Se identificaron las principales limitaciones en el proceso de enseñanza y el aprendizaje antes de la aplicación de la propuesta que denominó en la investigación estado inicial.

Los indicadores para la dimensión Enseñanza Interdisciplinaria son: preparación interdisciplinaria, formación de conceptos transversales (definición, relaciones, aplicaciones, generalización), metodología de resolución de problemas interdisciplinarios (formulación y procedimiento de resolución y evaluación), trabajo con ejes transversales integradores, integración interdisciplinaria de las TIC y el uso de IA, formación axiológica y pedagógica integral.

Para la dimensión aprendizaje interdisciplinario los indicadores son las siguientes: aprendizaje de conceptos y transferencia cognitiva; apropiación significativa de métodos y estrategias para resolver problemas interdisciplinarios; aprendizaje con TIC y uso de la IA; aprendizaje integrado con problemáticas socioculturales y de la profesión; aprendizaje axiológico y actuación pedagógica integral. (figura 2)

Fig. 2 Evaluación de la dimensión enseñanza interdisciplinaria



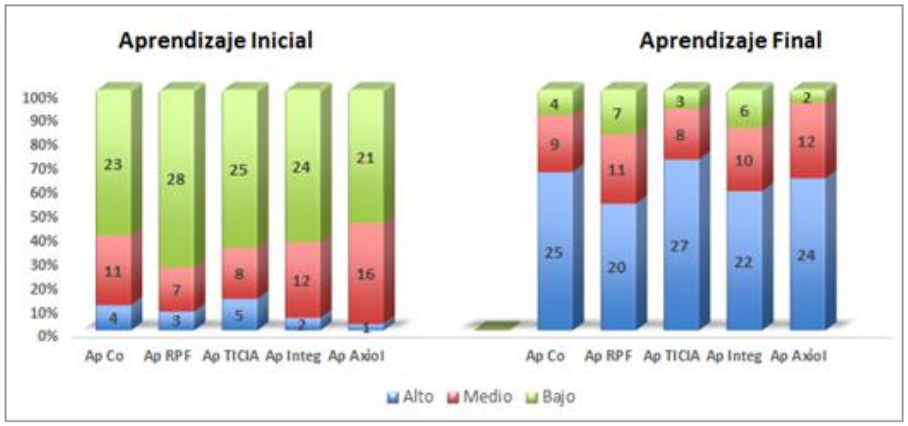
En la etapa inicial antes de la aplicación del modulo se evaluó el estado el estado de la variable y las dimensiones enseñanza interdisciplinaria y aprendizaje interdisciplinario se valoró en nivel bajo según los valores de la mediana en los respectivos indicadores. Los indicadores más afectados en la dimensión enseñanza fueron la preparación interdisciplinaria, la enseñanza de la metodología de resolución de problemas interdisciplinarios y el trabajo con los ejes transversales. La dimensión aprendizaje interdisciplinario tuvo entre sus indicadores mas afectados el aprendizaje de conceptos transversales, el aprendizaje para resolver problemas interdisciplinarios y el aprendizaje integrador de contenidos.

Al implementar y evaluar el modelo didáctico interdisciplinario se constataron notables cambios en la valoración de las dimensiones e indicadores de la variable proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física General.

En la dimensión enseñanza interdisciplinaria se constata que la metodología de resolución de problemas interdisciplinarios requiere mayor atención en su dirección y estructuración de tareas integradoras. La dimensión alcanza un nivel alto de acuerdo a la mediana de cada indicador.

La dimensión del aprendizaje interdisciplinario se evaluó de un nivel alto de acuerdo a la mediana señalando que persisten limitaciones en el aprendizaje para la formulación y resolución de problemas interdisciplinarios, así como en la integración de contenidos de diferentes disciplinas y ramas de la cultura. (figura 3)

Fig. 3 Evaluación de la dimensión Aprendizaje Interdisciplinario en el estado inicial y final



Cada uno de los resultados del grupo experimental fue respaldado por altos índices de significatividad estadística que lo diferenciaba del grupo control en todos los indicadores ($p < 0.001$), reafirmando la correlación entre el modelo y los niveles de ascenso de la enseñanza y aprendizaje interdisciplinario.

Se verificó la importancia para los profesores de la preparación interdisciplinaria, la enseñanza de metodologías activas y transversales para formular y resolver problemas interdisciplinarios y transdisciplinarios, así como la formación axiológica y pedagógica del profesor de Biología.

En el caso de la dimensión aprendizaje resaltar los indicadores de: aprendizaje de conceptos transversales, aprendizaje con TIC e inteligencia artificial y el aprendizaje integrador desde problemáticas socioculturales y de la profesión todos evaluados con un nivel alto según mediana y resultados estadísticamente significativos ($p < 0.001$).

Discusión

El estudio que se presenta es coherente con la perspectiva de la UNESCO (2020) al evaluar las exigencias de una educación que contribuya al desarrollo sostenible y con los aportes de otras investigaciones recientes que connotan sus resultados. Tal es el caso de la que ofrece Miranda (2025), al definir la integralidad pedagógica en la formación de los profesionales de la educación en las universidades, cuando destacó que esta categoría:

> alcanza una alta significatividad en las complejas condiciones actuales y es el encargo social de las universidades de ciencias pedagógicas que exigen del claustro asumir la compleja tarea de lograr la formación integral en los estudiantes, para una vez egresados realicen el cumplimiento de sus funciones profesionales con la calidad inclusiva y sostenible a la que se aspira. (p.6)

En lo particular, en torno a la formación del profesional de la educación de la carrera Biología, Castro (2021) enfatiza la necesidad de ahondar en los aportes de los precursores científicos, transmitir los avances de las ciencias biológicas en su integración con el resto, desde la búsqueda sistemática y el perfeccionamiento metodológico con enfoque innovador en el tratamiento a los contenidos que aseguren la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en total coherencia con los procesos extensionistas, laborales e investigativos. Esta perspectiva se corresponde con el estudio, al considerar la significatividad de la contextualización de los procesos formativos de docentes, los que requieren reconocer el legado de personalidades y aportes valiosos en cada ciencia.

En ese mismo orden, Wafunga *et al.* (2019) se enfocaron en las competencias profesionales de docentes en once escuelas de la Enseñanza Secundaria en Benguela, Angola, y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes; estudio que permitió diagnosticar las necesidades de capacitación, que incluyen la planificación e implementación de actividades prácticas, la elaboración y el uso de recursos didácticos, con énfasis en las TIC.

Otro aspecto esencial en la formación pedagógica se orienta a la atención a la diversidad, que al decir de Ndembele y Hernández (2021) "(…) debe ser una de las prioridades políticas de un país frente al desafío de la equidad en una enseñanza para todos"(p.12). Los autores de ese estudio, aunque centrado en la enseñanza primaria de Angola en Benguela y Namibe, enfatizan la inclusión educativa como "proceso inacabado y objetivo impostergable hacia una educación equitativa" (p.12). Abordan categorías de interés como: conocimiento de la diversidad, actitudes y valores, perfeccionamiento de la didáctica, compromiso de la

escuela y de la comunidad educativa en el proceso educativo, así como la percepción de la inquietud de la escuela para la formación y actualización de los agentes educativos. Desde el estudio que se presenta, se reconoce su significatividad en tanto que la formación debe ser proyectada teniendo en cuenta la diversidad más allá del nivel educativo y sus categorías aportan una mirada contextualizada del procesos objeto de estudio.

Los principales resultados de esta investigación avalan la importancia de concebir un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario de la Física General que evidenció en la práctica su notable contribución en la formación integral del profesor de Biología. El diseño, elaboración y ejecución de un modelo didáctico interdisciplinario permitió la imprescindible transferencia teórica para encauzar una robusta transformación en las interacciones de contenidos entre la Física, la Biología, así como, de otras disciplinas y ramas de la cultura. Se constató cómo muchos de los aportes de la investigación están en consonancia con resultados y tendencias actuales en la formación superior pedagógica en Angola y a nivel internacional.

El modelo configura y profundiza en las ideas de integración curricular, la necesidad de una metodología unificadora en la resolución de problemas interdisciplinarios, transdisciplinarios y enfatiza en la relevancia de los nexos entre complejidad e integración de contenidos. Se confirmó la fertilidad interdisciplinaria de los nexos problemas profesionales complejos, habilidades profesionales interdisciplinarias, aprendizaje integrador y actuación pedagógica integral. El diseño de sistemas de tareas integradoras de interés sociocultural y de la profesión demostró su connotación para fraguar un aprendizaje interdisciplinario, reflexivo, atractivo, creador e innovador junto a secuencias metodológicas interdisciplinares activas.

Los resultados de la investigación realizada corroboran la importancia del modelo didáctico para proyectar e implementar un proceso de enseñanza aprendizaje interdisciplinario para la Física en la formación del profesor de Biología que supera una enseñanza atomizada y descontextualizada. La investigación debe seguir profundizando en la resolución de problemas interdisciplinarios y en las habilidades para integrar contenidos. Los niveles de calidad obtenidos con la enseñanza interdisciplinaria y colaborativa de los profesores, redimensiona el aprendizaje interdisciplinario del futuro profesor y eleva su formación cultural y pedagógica integral.

Referencias bibliográficas

Álvarez M. (2004). La interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación. Cuba.

Ashby, I. (2021). Análisis del diseño de programas interdisciplinarios desde la perspectiva de la teoría de la complejidad. En: Hokanson, B., Exter, M., Grincewicz, A., Schmidt, M., Tawfik, AA (eds.) Aprendizaje: diseño, participación y definición. Comunicaciones y tecnología educativas: problemas e innovaciones. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85078-4_16

Castro, Y. (2021). Divulgación de la ciencia en la formación de profesores de Biología: experiencia con estudiantes extranjeros. Órbita Científica, *27*(117) octubre-diciembre. http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rOrb/article/view/1405

Chilongo, A.S. y Campo, I. M. (2019). Un enfoque interdisciplinario de las matemáticas en el diseño curricular del sistema educativo angolano. Educación y Pedagogía VII. Editorial REDIPE.

Fiallo, J. (2004). La interdisciplinariedad un concepto "muy conocido". En M. Álvarez. Interdisciplinariedad: una aproximación desde la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (pp. 20-61). Editorial Pueblo y Educación.

Fooladi, E. (2020). Entre la educación y la formación de opinión: diálogo entre los modelos didácticos de la educación científica y la comunicación científica en tiempos de pandemia. *Science & Education* , *29* (5), 1117–1138. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00156-0

González V., Correa-GuarnizM., y Caballero, C. (2026). Desafíos de la interdisciplinariedad en el currículo universitario: Tendencias y perspectivas para una formación profesional integral en el contexto latinoamericano. *Varona*, (85). http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rVar/article/view/3152

Herrero-Molleda, A., García-López, J., & Pérez-Pueyo, Á. (2023). Situación de aprendizaje en educación Física, Física y Química: el enfoque interdisciplinar en la LOMLOE. *Retos*, *47*, 146–155. https://doi.org/10.47197/retos.v47.95150

Miranda, T. (2025). La integralidad pedagógica en la formación de los profesionales de la educación en las universidades : X Taller Internacional sobre la “Formación Universitaria de Profesionales de la Educación”. Congreso Universidad, 11(5), e53. https://revista.congresouniversidad.cu/article/view/53

Ndembele, S. y Hernández, E. (2021). La formación del profesorado ante los desafíos de la diversidad en Angola. Dos estudios de caso. Perfiles educativos 42(170). https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.170.59339

Pérez-Rodríguez, F., y Baquero-Mendieta, G. (2025). Alfabetización científica en la educación científica y la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* *22*(2), 2101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i2.2101

Škrbić, T., Maritan, A., Giacometti, A., Rose, G. D., & Banavar, J. R. (2021). *Basic components of protein structures: Physics meets biology*. *Physical Review E, 104*(1), 014402. https://doi.org/10.1103/PhysRevE.104.014402

Tipton, M., Crouch, C. H., & Geller, B. D. (2020). Does IPLS help students apply physics to biology? En *Proceedings of the AAPT Virtual Summer Meeting*. American Association of Physics Teachers.

UNESCO (2020). Educación para el Desarrollo Sostenible. Una hoja de ruta. Unesco. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802

Valle, A. (2007). Algunos modelos importantes para la investigación pedagógica. La Habana, Cuba: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas

Venegas-Thayer, M. A. (2023). Una perspectiva epistemológica a los procesos interdisciplinarios en la formación profesional. *Estudios Pedagógicos*, *49*(2), 133–152. https://doi.org/10.4067/S0718-07052023000200133

Wafunga, H. S. I., Rodríguez-García, A.-M., & Sola Reche, J. M. (2019). Competencias profesionales de los profesores de biología de las escuelas de primer ciclo de Enseñanza Secundaria en Benguela (Angola). *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, *5*(2), 114-121. https://doi.org/10.24310/innoeduca.2019.v5i2.2605

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses relacionados con esta investigación.

Contribución de los autores

Ambos autores declaramos la contribución en el estudio, teniendo en cuenta que emerge de la formación doctoral del M. Sc. Salomão António Muagita y la asesoría y tutoría directa del Dr. C. Francisco Luis Pedroso Camejo en la: conceptualización, metodología, diseño e implementación del modelo que se presenta en la investigación, el análisis formal, la redacción del borrador original, revisión y edición final.

Declaración de originalidad

En tal sentido, ambos declaramos que este artículo es original, no ha sido publicado previamente ni está siendo considerado para publicación en otra revista, tampoco ha implicado el uso de la IA en ninguna de sus partes