Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación / https://revistahorizontes.org
Volumen 10 / N° 42 / abril - junio 2026 / ISSN: 2616-7964 / pp. 1 – 18
https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v10i42.1235

Research Article

Actividades docentes integrando TIC para la conservación de la biodiversidad vegetal desde la biología

ICT-mediated instructional activities for plant biodiversity conservation from a biological perspective

Pedro Samuel Hernández Jiménez
pedrosamuelhernandezjimenez@gmail.com
Universidad de Pinar del Río
"Hermanos Saíz Montes de Oca", Pinar del Río, Cuba

Caridad Josefa Rivero Casanova
caridadjosefarivero@gamil.com
Universidad de Cienfuegos
"Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba

Silvio da Costa Chindanda
sbereanogmail.com
Instituto Politécnico de Ondjiva, Cunene, Angola

Caridad Estrada Rodríguez
caridad.estrada@upr.edu.cu
Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Pinar del Río, Cuba

Resumen

Contexto: La pérdida acelerada de biodiversidad vegetal en la provincia de Cunene (Angola) representa un desafío ambiental crítico que demanda estrategias educativas innovadoras para fortalecer la conciencia ecológica en estudiantes. **Objetivo:** Evaluar el impacto de actividades docentes mediadas por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el aprendizaje sobre conservación de la biodiversidad en estudiantes de séptimo grado. **Metodología**: Se desarrolló un estudio cuasi-experimental con enfoque de métodos mixtos explicativo secuencial. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes y 3 docentes. Se aplicaron instrumentos antes y después de una intervención tecno-pedagógica basada en el modelo TPACK. **Resultados:** En la fase inicial, el 57% de los estudiantes evidenció desconocimiento conceptual sobre biodiversidad y el 67% no identificó amenazas antrópicas. Tras la intervención, se registró una mejora estadísticamente significativa en la comprensión conceptual y en la conciencia ambiental. Los docentes valoraron positivamente el uso de TIC, aunque señalaron limitaciones en infraestructura y formación. **Conclusión:** La integración estructurada de TIC mejora significativamente el aprendizaje y la sensibilización ambiental, destacando la necesidad de estrategias pedagógicas contextualizadas y apoyo institucional sostenido en contextos educativos vulnerables.

Palabras clave: Conservación de la biodiversidad; Plantas; Aprendizaje activo; Actividades docentes; TIC.

Abstract

Background: The accelerated depletion of phytodiversity in the province of Cunene (Angola) represents a critical environmental challenge that necessitates innovative educational strategies to enhance ecological awareness among students. **Objective:** This study aims to evaluate the impact of Information and Communication Technology (ICT)-mediated instructional activities on learning outcomes regarding biodiversity conservation among seventh-grade students. **Methodology:** A quasi-experimental study was conducted using a sequential

explanatory mixed-methods approach. The sample comprised 60 students and 3 teachers. Data collection instruments were administered before and after a techno-pedagogical intervention grounded in the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) framework. **Results:** In the baseline phase, 57% of the students exhibited conceptual gaps regarding biodiversity, and 67% failed to identify anthropogenic threats. Post-intervention results indicated a statistically significant improvement in both conceptual understanding and environmental consciousness. Teachers positively appraised the integration of ICT, although they highlighted systemic limitations concerning infrastructure and professional development. **Conclusion:** Structured ICT integration significantly enhances learning and environmental sensitization, underscoring the imperative for contextualized pedagogical strategies and sustained institutional support within vulnerable educational settings.

Keywords: Biodiversity conservation; Plants; Active learning; Teaching activities; ICT.

Introducción

La educación ambiental y la mitigación de la pérdida de biodiversidad constituyen, en la actualidad, preocupaciones globales apremiantes cuyo impacto recae directamente sobre las futuras generaciones. Como argumentan Lotz-Sisitka & Rosenberg (2022), el destino de la civilización humana y la viabilidad de los sistemas socioeconómicos están intrínsecamente ligados a la estabilidad de los ecosistemas y a la preservación del capital natural. En este contexto, la conservación de la biodiversidad vegetal ocupa un lugar central en la literatura científica contemporánea debido a su papel insustituible en el mantenimiento del equilibrio ecológico, la provisión de servicios ecosistémicos esenciales y la regulación climática a escala planetaria, tal como lo documentan Huntley et al. (2019).

Particularmente en el contexto del África subsahariana, y de manera específica en Angola, estas dinámicas adquieren una relevancia crítica. Según el Centro de Imprensa da Presidência da República de Angola (CIPRA, 2025), Angola es una nación caracterizada por una excepcional riqueza florística, albergando aproximadamente cinco mil especies documentadas, lo que la posiciona como el segundo país con mayor número de plantas endémicas en el continente africano. Sin embargo, da Costa et al. (2019) advierten que esta vasta biodiversidad enfrenta amenazas crecientes y multifactoriales, tales como la deforestación acelerada, la degradación del hábitat por prácticas agrícolas insostenibles, la urbanización no planificada y los efectos adversos del cambio climático.

A pesar de esta innegable riqueza natural, Huntley et al. (2019) señalan que la biodiversidad angoleña ha estado históricamente subdocumentada y sometida a presiones antrópicas severas, exacerbadas por décadas de conflictos armados y, más recientemente, por modelos de desarrollo económico que priorizan la extracción de recursos a corto plazo sobre la sostenibilidad ecológica.

Estas directrices estratégicas buscan fomentar en los estudiantes, desde edades tempranas, el conocimiento profundo, la valoración ética y la participación activa en la conservación de la biodiversidad, utilizando asignaturas curriculares fundamentales como la Biología como ejes vertebradores para la alfabetización ecológica.

La enseñanza de la biodiversidad desde la perspectiva de la alfabetización científica y la educación ambiental requiere, ineludiblemente, trascender la mera transmisión pasiva de conceptos biológicos aislados. Como afirman García-Gómez y Bernat Martínez (2011), implica el desarrollo integral de valores proambientales, el fomento del pensamiento crítico y la capacitación para la toma de decisiones fundamentadas frente a problemáticas socioambientales complejas. Diversos estudios empíricos recientes, como el de Santos-Ellakuria (2019), subrayan la importancia crítica de implementar metodologías activas de base constructivista que involucren a los estudiantes como agentes protagonistas en su propio proceso de aprendizaje, conectando los contenidos teóricos abstractos con sus realidades y contextos locales.

En este sentido, Manzo et al. (2026) y Karnoto & Arsyad (2025) demuestran que estrategias didácticas innovadoras como el aprendizaje basado en proyectos (PBL, por sus siglas en inglés), las salidas de campo estructuradas, la indagación científica y el uso de organizadores gráficos han demostrado ser altamente eficaces para promover la autonomía cognitiva y la concienciación ambiental en estudiantes de educación secundaria.

En la actual era digital, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) emergen como herramientas pedagógicas con un potencial verdaderamente transformador para la educación científica y ambiental. Mero & Rivadeneira (2022) destaca que la integración estratégica de las TIC en la enseñanza de la Biología permite superar las limitaciones inherentes a los enfoques pedagógicos tradicionales, facilitando la visualización interactiva de fenómenos biológicos microscópicos o macroscópicos complejos, así como la exploración virtual de ecosistemas inaccesibles.

El uso de recursos multimedia avanzados, simulaciones computacionales, aplicaciones móviles de identificación taxonómica (m-learning) y plataformas colaborativas en línea enriquece sustancialmente la experiencia educativa, incrementa de manera significativa la motivación intrínseca de los estudiantes y fomenta el desarrollo de competencias digitales que son esenciales para la ciudadanía del siglo XXI, tal como lo expone Paquiel et al. (2026). Además, la literatura reciente aportada por Hajj-Hassan et al. (2024) evidencia que las TIC promueven un aprendizaje activo y situado que contribuye de manera determinante a fortalecer la conciencia ecológica y a catalizar la participación comunitaria en la protección efectiva de la flora y fauna silvestres.

No obstante, la implementación efectiva y sostenible de las TIC en la educación secundaria enfrenta desafíos sustanciales y barreras estructurales, particularmente en países en vías de desarrollo y economías emergentes. Investigaciones recientes llevadas a cabo en contextos socioeducativos similares por Farhana et al. (2024) y Akinwumi et al. (2024) revelan que, si bien los docentes suelen mostrar una actitud inicial positiva hacia la integración tecnológica, se enfrentan a obstáculos formidables. Entre estas barreras destacan la infraestructura tecnológica inadecuada o inexistente, la conectividad intermitente, la falta de recursos digitales contextualizados en los idiomas locales y, de manera crucial, las profundas deficiencias en la formación tecno-pedagógica del profesorado.

En el caso específico de Angola, el Ministerio de Ambiente Angola (2019), a través de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2025/2030, reconoce explícitamente la educación y la conciencia ambiental como pilares fundamentales e insustituibles para lograr los

objetivos de conservación a largo plazo. Sin embargo, la transición real hacia prácticas pedagógicas innovadoras mediadas por TIC en las aulas de las escuelas secundarias angoleñas sigue siendo incipiente, fragmentada y carente de un marco metodológico unificado.

Para comprender y abordar eficazmente la complejidad de la integración tecnológica en la enseñanza de las ciencias, el marco teórico del Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido (TPACK, por sus siglas en inglés), propuesto originalmente por Mishra y Koehler (2006), se ha consolidado como un modelo de referencia indispensable. El modelo TPACK postula que la enseñanza efectiva con tecnología requiere una comprensión profunda y una interacción dinámica entre tres dominios de conocimiento fundamentales: el conocimiento del contenido (la materia a enseñar, en este caso, la biología y conservación vegetal), el conocimiento pedagógico (los métodos y procesos de enseñanza y aprendizaje) y el conocimiento tecnológico (las herramientas digitales y sus affordances).

Como explica Petko (2025), la intersección de estos tres dominios permite a los docentes diseñar experiencias de aprendizaje donde la tecnología no es un mero añadido superficial, sino un elemento intrínseco que transforma y potencia la comprensión de conceptos científicos complejos. Estudios recientes de Dinçer (2024) y Shambare (2024) confirman que el desarrollo de competencias TPACK en los docentes de ciencias es el predictor más fuerte del éxito en la integración de TIC y en la mejora de los resultados de aprendizaje de los estudiantes en disciplinas STEM.

El presente estudio aborda una brecha significativa en la literatura académica al investigar de manera empírica y rigurosa la integración de las TIC en la enseñanza de la biodiversidad vegetal en el contexto específico y poco explorado de la provincia de Cunene, Angola. El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar, implementar y evaluar exhaustivamente el impacto de un conjunto de actividades docentes mediadas por TIC, fundamentadas en el marco TPACK y en principios constructivistas, para promover el aprendizaje significativo y la concienciación sobre la conservación de la biodiversidad de las plantas en estudiantes de séptimo grado del Colegio Comandante Cow-Boy.

Para alcanzar este objetivo, se formularon las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Cuál es el nivel de conocimiento conceptual y de conciencia ambiental sobre la biodiversidad vegetal de los estudiantes antes de la intervención? (2) ¿Cuáles son las prácticas pedagógicas actuales y las barreras percibidas por los docentes para la integración de las TIC en la enseñanza de la Biología? (3) ¿En qué medida la implementación de actividades docentes basadas en el modelo TPACK mejora la comprensión de los estudiantes sobre la conservación de la biodiversidad?

Se hipotetiza que la incorporación estructurada, pedagógicamente fundamentada y contextualizada de recursos tecnológicos interactivos en las clases de Biología mejorará de manera estadísticamente significativa la comprensión conceptual de los estudiantes y su capacidad analítica para identificar y reflexionar críticamente sobre las amenazas antrópicas a la biodiversidad local.

Metodología

La presente investigación se enmarcó epistemológicamente en el paradigma pragmático, el cual, según Creswell y Plano Clark (2007), sostiene que el valor del conocimiento radica en su utilidad práctica para resolver problemas concretos en contextos específicos. Bajo este paradigma, se adoptó un enfoque de investigación de métodos mixtos (Mixed Methods Research), específicamente un diseño explicativo secuencial (CUAN -> cual), tal como lo describen McCrudden et al. (2026). Este diseño metodológico robusto se seleccionó por su capacidad para proporcionar una comprensión holística y profunda del fenómeno educativo estudiado. En una primera fase cuantitativa, se recolectaron y analizaron datos numéricos para establecer una línea base objetiva sobre los conocimientos y percepciones de los estudiantes.

Posteriormente, en una fase cualitativa, se profundizó en las experiencias, creencias y prácticas de los docentes, lo que permitió explicar y contextualizar los hallazgos cuantitativos y fundamentar teóricamente el diseño de la intervención pedagógica tecno-mediada, siguiendo las recomendaciones de Salajegheh et al. (2024). El estudio empírico se desarrolló de manera longitudinal durante el curso académico 2025-2026 en las instalaciones del Colegio Comandante Cow-Boy, una institución de educación secundaria ubicada en la provincia de Cunene, República de Angola.

La población objetivo de este estudio estuvo constituida por la totalidad de los actores educativos directamente involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Biología en el séptimo grado de la institución seleccionada. Esto incluyó a los 60 estudiantes regularmente matriculados en dicho nivel educativo y a los 3 profesores titulares responsables de impartir la asignatura.

Para la selección de la muestra, se emplearon dos técnicas de muestreo diferenciadas, acordes a la naturaleza de los sujetos y los objetivos de las fases de investigación. Para el estrato docente, se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, seleccionando a los 3 profesores (n=3), lo que representa el 100% de la población docente del grado, garantizando así la captura de todas las perspectivas pedagógicas presentes en el contexto. Para el estrato estudiantil, se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple, conformando una muestra representativa de 30 alumnos (n=30), equivalente al 50% de la población estudiantil del séptimo grado. El tamaño de la muestra estudiantil se calculó para asegurar un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, parámetros considerados óptimos para estudios cuasi-experimentales en el ámbito de la investigación educativa, de acuerdo con Hernández-Sampieri et al. (2018).

Para garantizar la validez, fiabilidad y triangulación de la información recolectada, se diseñaron, validaron y aplicaron tres instrumentos principales, rigurosamente alineados con los estándares metodológicos contemporáneos para la investigación en educación científica propuestos por Ketsman et al. (2025):

1. **Matriz de Análisis Documental:** Se elaboró una rúbrica estructurada para evaluar sistemáticamente los documentos normativos oficiales. Se analizaron el currículo nacional de Biología del I Ciclo, los programas de estudio específicos del séptimo grado y los planes de clase (planificaciones didácticas) elaborados por los docentes. El objetivo fue determinar la presencia, profundidad y enfoque pedagógico de los contenidos relacionados con la conservación de la biodiversidad vegetal, así como

identificar la existencia de directrices institucionales explícitas sobre la integración curricular de las TIC.

2. **Cuestionario Estructurado para Estudiantes:** Se diseñó un instrumento ad hoc compuesto por 15 ítems, combinando preguntas de opción múltiple, escalas tipo Likert de 5 puntos (desde 1 = Totalmente en desacuerdo hasta 5 = Totalmente de acuerdo) y opciones dicotómicas (Sí/No). El cuestionario fue estructurado en tres dimensiones analíticas: (a) nivel de conocimientos conceptuales previos sobre biodiversidad vegetal y ecosistemas; (b) capacidad de identificación y análisis crítico de amenazas antrópicas a la conservación; y (c) percepciones y actitudes hacia el uso de herramientas TIC en el entorno de aprendizaje.

   Antes de su aplicación definitiva, el instrumento fue sometido a un proceso de validación de contenido por juicio de tres expertos en didáctica de las ciencias. Posteriormente, se realizó una prueba piloto con un grupo reducido de estudiantes (n=10) no incluidos en la muestra final. La fiabilidad y consistencia interna del instrumento se determinó mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un valor de $\alpha = 0.82$, lo cual indica una alta confiabilidad según los criterios de Taber (2018).

3. **Guía de Entrevista Semiestructurada para Docentes:** Se elaboró un protocolo de entrevista en profundidad dirigido a los profesores de Biología. La guía constó de 12 preguntas abiertas organizadas en torno a cuatro ejes temáticos derivados del marco TPACK: (a) concepciones epistemológicas sobre la enseñanza de la biodiversidad; (b) prácticas pedagógicas y metodológicas habituales; (c) frecuencia, modalidades y propósitos del uso de las TIC en el aula; y (d) percepción de barreras institucionales, formativas o infraestructurales para la integración tecnológica efectiva. Las entrevistas fueron grabadas en audio, previo consentimiento informado, y transcritas literalmente para su posterior análisis.

El desarrollo empírico de la investigación se estructuró en tres fases secuenciales e interdependientes:

Fase 1: Diagnóstico del estado actual (Pre-intervención) Durante esta etapa inicial, se procedió a la aplicación de los instrumentos de recolección de datos para establecer la línea base. Se administró el cuestionario a los 30 estudiantes de la muestra en sus respectivas aulas, garantizando el anonimato y la confidencialidad de las respuestas. Paralelamente, se llevaron a cabo las entrevistas semiestructuradas individuales con los 3 docentes y se ejecutó el análisis documental exhaustivo de las normativas y planificaciones curriculares.

Fase 2: Diseño de la intervención pedagógica tecno-mediada A partir de la triangulación y el análisis crítico de las deficiencias y necesidades identificadas en la fase diagnóstica, se procedió al diseño riguroso de una propuesta de intervención didáctica. Esta propuesta consistió en una secuencia de tres actividades docentes innovadoras, sólidamente fundamentadas en el modelo TPACK de Mishra y Koehler (2006) y en los principios del constructivismo social y el aprendizaje activo descritos por Santos-Ellakuria (2019). Las actividades fueron diseñadas para integrar de manera sinérgica recursos audiovisuales de alta definición, guías de observación estructuradas para el fomento del pensamiento crítico, plataformas digitales interactivas para la gamificación

del aprendizaje, y metodologías colaborativas como la elaboración de mapas mentales digitales y el aprendizaje basado en pequeños proyectos de investigación (PBL).

Fase 3: Implementación y Evaluación (Post-intervención) La secuencia didáctica diseñada fue implementada en el aula durante un período de cuatro semanas lectivas. Tras la finalización de la intervención, se procedió a la fase de evaluación para determinar el impacto de la propuesta. Se aplicó un post-test a los estudiantes (utilizando una versión paralela y equivalente del cuestionario inicial) para medir las variaciones en la comprensión conceptual y la conciencia ambiental. Finalmente, se analizaron de manera integral los resultados para determinar la viabilidad, eficacia y potencial de replicabilidad de la intervención tecno-pedagógica.

El tratamiento de los datos empíricos se realizó de manera diferenciada según su naturaleza, integrándose posteriormente en la fase de interpretación. Los datos cuantitativos provenientes de los cuestionarios a estudiantes (pre y post-test) fueron tabulados y sometidos a análisis estadístico descriptivo e inferencial utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 27.0. Se calcularon frecuencias absolutas, relativas (porcentajes), medias y desviaciones estándar. Para determinar la significancia estadística de los cambios observados entre el pre-test y el post-test, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0.05$, siguiendo las directrices de Hernández-Sampieri et al. (2018).

Por su parte, los datos cualitativos derivados de las transcripciones de las entrevistas a docentes y del análisis documental fueron sometidos a un riguroso análisis de contenido temático, aplicando la metodología propuesta por Braun y Clarke (2012). Se utilizó un enfoque deductivo-inductivo, estableciendo categorías a priori basadas en el marco TPACK y permitiendo la emergencia de nuevas subcategorías desde los datos. El proceso incluyó la codificación abierta, la agrupación axial en familias temáticas y la interpretación semántica de los discursos relacionados con las prácticas docentes, las barreras tecnológicas y las necesidades de formación profesional continua.

Resultados

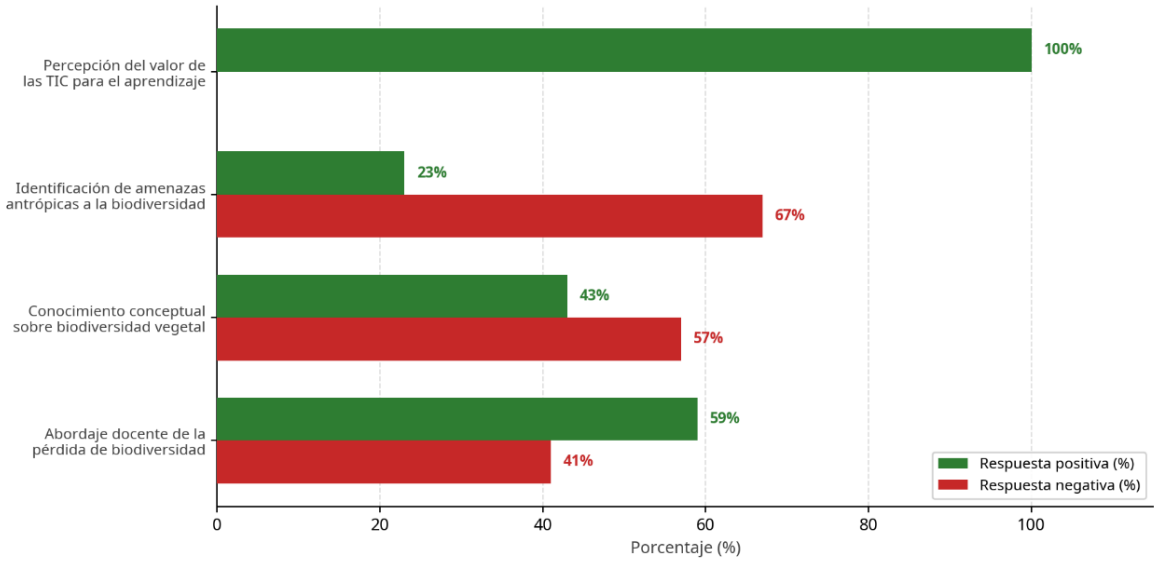
Diagnóstico del estado actual (Fase Pre-intervención)

El análisis documental exhaustivo del currículo nacional de Biología para el I Ciclo de educación secundaria en Angola reveló hallazgos significativos. Se constató que los documentos normativos oficiales incluyen orientaciones explícitas y mandatos curriculares para abordar la conservación de la biodiversidad, en estricta consonancia con los objetivos estratégicos delineados en la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2025/2030 (Ministerio de Ambiente Angola, 2019).

Sin embargo, el análisis crítico de los programas de estudio y las planificaciones didácticas de los docentes evidenció una carencia sistémica de directrices metodológicas específicas sobre cómo integrar operativamente las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la enseñanza de estos contenidos ambientales. Esta omisión institucional deja la transposición didáctica y la innovación tecnológica enteramente a discreción y capacidad individual del docente, generando una brecha entre el currículo prescrito y el currículo implementado.

Los resultados cuantitativos derivados del cuestionario diagnóstico aplicado a la muestra de estudiantes (n=30) evidenciaron deficiencias conceptuales y analíticas sustanciales en la comprensión de la biodiversidad vegetal y sus amenazas contemporáneas. Como se ilustra en la Figura 1, aunque una mayoría moderada del 59% de los estudiantes reconoció que el profesor abordaba situaciones generales de pérdida de biodiversidad durante las clases, un alarmante 57% admitió no poseer conocimientos claros, precisos ni estructurados sobre el concepto fundamental de biodiversidad vegetal.

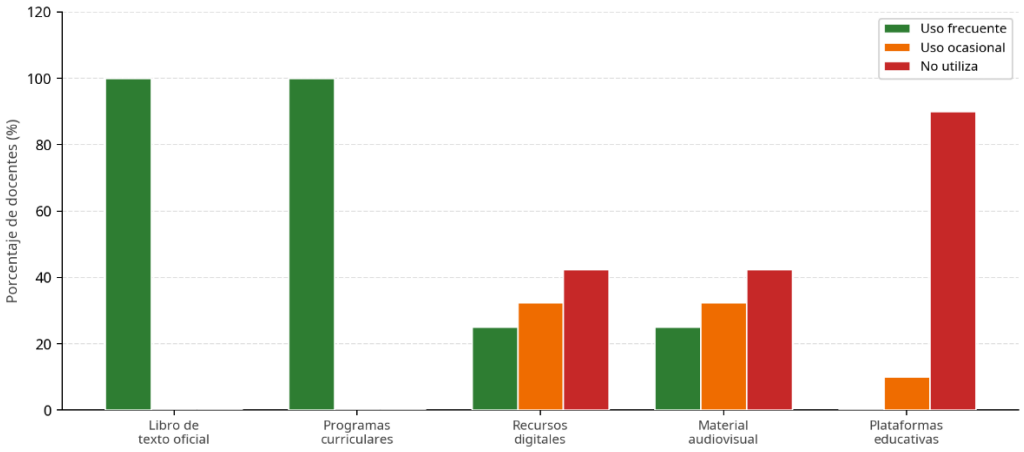
Figura 1. *Diagnóstico inicial: conocimientos y percepciones de los estudiantes sobre biodiversidad y TIC (n = 30)*



Más crítico aún para los objetivos de la educación ambiental, el 67% de los alumnos encuestados fue incapaz de identificar y articular las actividades humanas específicas (amenazas antrópicas como deforestación, contaminación o expansión agrícola) que afectan negativamente la conservación de las especies endémicas locales. En marcado contraste con estas carencias conceptuales, existió un consenso absoluto (100%) entre los estudiantes respecto a la percepción positiva sobre la importancia, el atractivo y el potencial motivador de utilizar herramientas TIC (tales como materiales audiovisuales de alta calidad, simuladores interactivos y aplicaciones móviles) para mejorar significativamente su proceso de aprendizaje en estas temáticas complejas.

Por su parte, el análisis cualitativo de las entrevistas en profundidad realizadas a los docentes (n=3) reveló una fuerte dependencia estructural de metodologías de enseñanza tradicionales, de corte transmisivo y centradas en el docente. El 100% de los profesores entrevistados indicó utilizar de manera casi exclusiva el libro de texto oficial y el programa curricular estandarizado como sus únicas fuentes de preparación científica y como recursos didácticos principales en el aula (Figura 2).

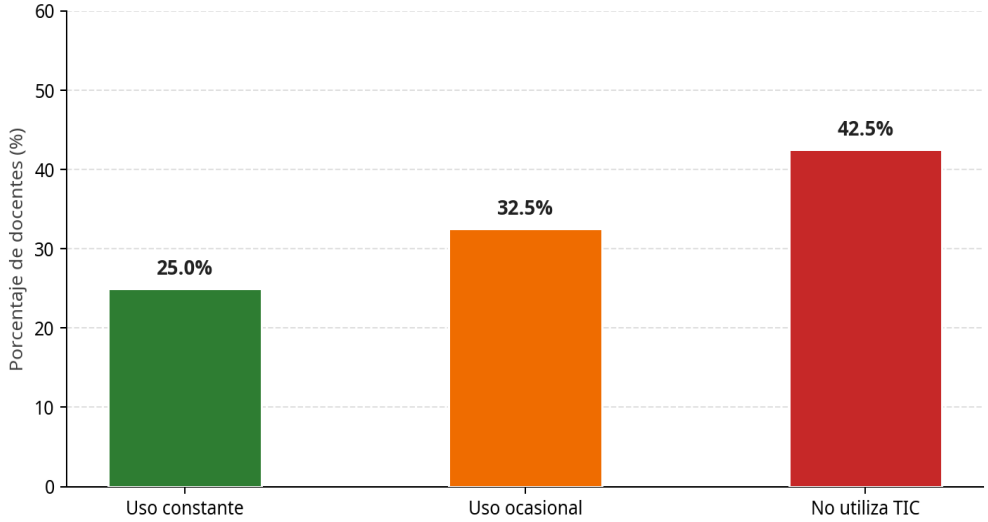
Figura 2. *Fuentes y recursos utilizados por los docentes para la preparación de clases de Biología (n = 3)*



Respecto a la integración efectiva de las TIC en sus prácticas pedagógicas cotidianas, los datos revelaron un panorama preocupante (Figura 3). El 42.5% de los docentes reportó no utilizar en absoluto ningún tipo de tecnología digital en sus clases de Biología. Un 32.5% indicó un uso meramente ocasional y superficial, mientras que solo el 25% afirmó emplear herramientas digitales de manera constante, limitándose este uso, en la mayoría de los casos, al empleo de teléfonos móviles personales para la búsqueda básica de información en internet, sin llegar a una verdadera integración tecno-pedagógica (nivel de sustitución en el modelo SAMR).

Paradójicamente, y en alineación con las percepciones estudiantiles, el 100% de los docentes reconoció explícitamente durante las entrevistas que las TIC constituyen herramientas mediadoras fundamentales que podrían potenciar de manera exponencial la visualización, comprensión y retención de la diversidad biológica por parte de sus alumnos.

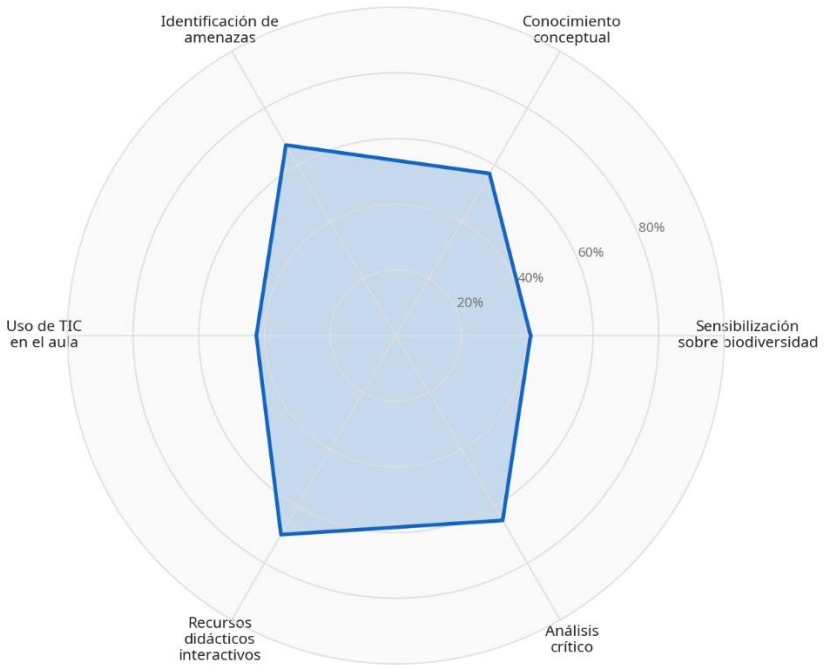
Figura 3. *Frecuencia de uso de TIC reportada por los docentes de Biología (n = 3)*



La triangulación metodológica de los datos cuantitativos (cuestionarios) y cualitativos (entrevistas y análisis documental) permitió configurar un perfil integral de las deficiencias críticas que caracterizan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad en el contexto estudiado (Figura 4). Las principales insuficiencias identificadas fueron:

1. Conocimientos fragmentarios, superficiales y descontextualizados en los estudiantes sobre la biodiversidad, evidenciando una profunda desconexión cognitiva entre la teoría biológica impartida y las problemáticas ambientales reales de su entorno inmediato.
2. Prácticas educativas tradicionales, memorísticas y unidireccionales, centradas en la transmisión acrítica de información, con escasa o nula promoción del pensamiento analítico, la resolución de problemas y la reflexión ética sobre la conservación.
3. Subutilización crónica de las TIC en el ecosistema del aula, motivada no por una resistencia actitudinal o falta de interés por parte de los actores educativos, sino por severas carencias infraestructurales (falta de equipos y conectividad) y, fundamentalmente, por profundas lagunas formativas en el diseño y orquestación de actividades tecno-pedagógicas basadas en el modelo TPACK.

Figura 4. *Perfil de deficiencias detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (% de incidencia)*



Diseño e Implementación de la Intervención Pedagógica Mediada por TIC

Para dar respuesta fundamentada a las deficiencias estructurales detectadas en la fase diagnóstica, se procedió al diseño riguroso de un conjunto de actividades docentes innovadoras. Esta propuesta de intervención se estructuró bajo el paradigma constructivista y el marco teórico TPACK, asumiendo la premisa epistemológica, apoyada por Petko (2025) y Espinoza-Freire (2018), de que las tecnologías digitales no constituyen un fin educativo en sí mismas, sino que actúan como potentes mediadores cognitivos y herramientas de andamiaje (scaffolding) que facilitan la construcción activa y colaborativa del conocimiento científico.

Actividad 1: Exploración audiovisual interactiva de la diversidad vegetal endémica

Objetivo de aprendizaje: Explicar la vasta diversidad taxonómica del reino vegetal, promoviendo el desarrollo de competencias críticas y reflexivas sobre su importancia insustituible en el equilibrio ambiental y su relación simbiótica con la vida humana.

Integración TIC (Conocimiento Tecnológico-Pedagógico): Uso estratégico de proyecciones de video de alta definición (documentales científicos cortos y curados) enfocados específicamente en los ecosistemas y la flora endémica de Angola. La visualización no fue pasiva, sino que estuvo mediada por una guía de observación estructurada digitalmente.

Dinámica de aula (Conocimiento Pedagógico del Contenido): Visualización activa e interrupciones programadas para el análisis. Posteriormente, se organizaron foros de discusión socrática y se introdujo el uso guiado de aplicaciones móviles gratuitas de identificación botánica (m-learning), permitiendo a los estudiantes conectar el contenido digital abstracto con la flora de su entorno escolar y comunitario inmediato.

Actividad 2: Clasificación taxonómica mediante gamificación digital

Objetivo de aprendizaje: Clasificar sistemáticamente los principales grupos de plantas, estimulando el interés intrínseco por la botánica y la morfología vegetal a través de estrategias de aprendizaje lúdico y competitivo.

Integración TIC: Implementación de plataformas digitales interactivas de evaluación formativa (ej. Kahoot!, Quizizz) y juegos de clasificación taxonómica (tipo trivia visual) proyectados centralmente en el aula.

Dinámica de aula: Trabajo colaborativo en pequeños grupos heterogéneos. Los estudiantes utilizaron tabletas o teléfonos móviles (estrategia BYOD - Bring Your Own Device) para resolver retos de clasificación basados en características morfológicas (presencia de vasos conductores, tipo de reproducción). La actividad culminó con la co-creación de esquemas conceptuales digitales que sintetizaban los criterios de clasificación aprendidos.

Actividad 3: Indagación científica y modelado mediante mapas mentales digitales

Objetivo de aprendizaje: Sintetizar la división evolutiva y estructural del reino vegetal, desarrollando una comprensión holística, sistémica y ecológicamente situada de la biodiversidad.

Integración TIC: Uso intensivo de software colaborativo en la nube para la creación de mapas mentales dinámicos (ej. MindMeister, Coggle) y herramientas de presentación multimedia interactiva.

Dinámica de aula: Implementación de una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) de ciclo corto. Los estudiantes, organizados en equipos de investigación, seleccionaron un grupo vegetal específico de la región de Cunene. Utilizando recursos web previamente curados y validados por el docente para evitar la infoxicación, investigaron sus características, importancia ecológica y estado de conservación. Finalmente, modelaron sus hallazgos en mapas mentales digitales complejos y los defendieron en exposiciones orales ante sus pares, fomentando la coevaluación y el debate crítico sobre estrategias de conservación local.

Evaluación del Impacto (Fase Post-intervención)

Tras la implementación sistemática de la secuencia didáctica tecno-mediada durante cuatro semanas, los resultados del post-test revelaron mejoras estadísticamente significativas en todas las dimensiones evaluadas. El nivel de conocimiento conceptual sobre la biodiversidad vegetal se incrementó del 43% (pre-test) al 86% (post-test) de respuestas correctas. De manera aún más destacable, la capacidad de los estudiantes para identificar, analizar y proponer soluciones frente a las amenazas antrópicas a la conservación experimentó un salto cualitativo sustancial, pasando de un exiguo 23% en la fase diagnóstica a un 78% tras la intervención.

Las observaciones de aula y las reflexiones finales de los docentes confirmaron que la integración de las TIC, cuando está respaldada por un diseño pedagógico robusto (TPACK), no solo facilita la asimilación de conceptos biológicos complejos, sino que transforma radicalmente el clima del aula. Se observó un incremento notable en la motivación intrínseca, la participación activa, el trabajo colaborativo y,

fundamentalmente, en la emergencia de una conciencia ambiental crítica y situada en los estudiantes.

Discusión

Los hallazgos empíricos de esta investigación confirman de manera contundente que la enseñanza tradicional de la Biología, basada predominantemente en la transmisión oral unidireccional y el uso exclusivo y acrítico de libros de texto desactualizados, resulta profundamente insuficiente para generar un aprendizaje científico significativo y, mucho menos, para forjar una conciencia crítica sobre la urgencia de la conservación de la biodiversidad. El alto porcentaje inicial de estudiantes (67%) incapaces de identificar las amenazas antrópicas a la flora local refleja una desconexión cognitiva y curricular preocupante entre la educación formal y la realidad socioambiental de Angola, un país que, paradójicamente, es altamente vulnerable a la degradación ecológica y a los embates del cambio climático, como bien señalan da Costa et al. (2019) y Ongubo (2026).

Estos resultados concuerdan plenamente con lo reportado en la literatura internacional por autores como García-Gómez y Bernat Martínez (2011) y, más recientemente, por Hajj-Hassan et al. (2024), quienes sostienen argumentativamente que la verdadera alfabetización científica y ambiental requiere contextualizar ineludiblemente los conceptos biológicos abstractos. Solo a través de esta contextualización situada los ciudadanos en formación pueden interpretar críticamente las problemáticas ambientales de su entorno y asumir un rol proactivo en la mitigación de las mismas. La falta de contextualización y de metodologías activas observada inicialmente en el Colegio Comandante Cow-Boy actuaba como un factor limitante severo para el desarrollo de competencias proambientales.

Por otro lado, la marcada discrepancia detectada entre la valoración altamente positiva de las TIC por parte de docentes y alumnos (100% de aceptación teórica) y su bajo nivel de implementación real y efectiva en el ecosistema del aula (42.5% de los docentes no las usa en absoluto) subraya la existencia de barreras sistémicas profundas. Como señalan estudios recientes y exhaustivos sobre la integración de TIC en la educación científica en países en vías de desarrollo y contextos de recursos limitados, tales como los de Farhana et al. (2024) y Nurdin et al. (2025), la mera disponibilidad física de dispositivos tecnológicos o la actitud favorable de los actores educativos no garantizan, en modo alguno, su uso pedagógico efectivo ni la mejora de los aprendizajes.

Para superar esta brecha de implementación, se requiere imperativamente el desarrollo sistemático del Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido (TPACK) en los docentes, tal como proponen Mishra y Koehler (2006) y reafirma Dinçer (2024). Este marco teórico permite a los educadores trascender el uso meramente instrumental o cosmético de la tecnología (como usar un proyector solo para mostrar texto), capacitándolos para integrarla como un verdadero andamiaje cognitivo que facilita procesos de pensamiento de orden superior, tales como el análisis, la evaluación y la creación científica (Petko, 2025).

Las actividades docentes diseñadas, implementadas y evaluadas en este estudio abordan directamente y con éxito esta brecha tecno-pedagógica. Al transitar deliberadamente de un

modelo explicativo-transmisivo a uno interactivo, constructivista y colaborativo, las TIC permitieron superar la barrera histórica de la abstracción en la enseñanza de la botánica y la ecología. El uso estratégico de recursos audiovisuales de alta calidad y simuladores interactivos facilitó la "visibilización" concreta de procesos biológicos microscópicos y dinámicas ecosistémicas a gran escala que, de otro modo, serían completamente inaccesibles en el contexto físico del aula tradicional, un hallazgo que resuena con las investigaciones de Mero & Rivadeneira (2022) y Junior et al. (2024).

Además, la incorporación estructurada de metodologías activas contemporáneas, como el aprendizaje basado en proyectos (PBL) apoyado por herramientas digitales y la gamificación formativa, responde de manera directa a las demandas cognitivas y motivacionales de los estudiantes nativos digitales del siglo XXI. La literatura reciente, incluyendo los trabajos de Paquiel et al. (2026) y Setiawan et al. (2023), respalda firmemente que estas estrategias incrementan exponencialmente la motivación intrínseca, el compromiso (engagement) con la tarea académica y la retención a largo plazo de los conceptos científicos.

Es imperativo destacar, a modo de reflexión crítica, que la implementación exitosa y escalable de estas actividades tecno-mediadas en el contexto específico angoleño y en el África subsahariana en general, requiere un enfoque eminentemente pragmático y adaptativo. Dadas las innegables limitaciones estructurales de infraestructura tecnológica y conectividad, las estrategias didácticas deben ser inherentemente flexibles. Se debe priorizar el uso de tecnologías de bajo costo, software de código abierto, recursos educativos abiertos (REA) que funcionen offline, y capitalizar la ubicuidad de los dispositivos móviles a través de estrategias de m-learning (Mobile Learning) y BYOD, aprovechando los recursos que ya poseen algunos docentes o estudiantes, como sugieren Tekle (2025) y Ekwu et al. (2025).

Asimismo, la formación continua, pertinente y situada del profesorado emerge de este estudio como el factor crítico y determinante de éxito. Las instituciones educativas y los ministerios rectores deben trascender la mera dotación de equipos y proveer espacios institucionales sostenidos para la capacitación docente. Esta formación no debe centrarse exclusivamente en la alfabetización digital instrumental (el manejo técnico de herramientas), sino, fundamentalmente, en el diseño avanzado de secuencias didácticas innovadoras bajo el modelo TPACK, empoderando a los docentes como verdaderos arquitectos de experiencias de aprendizaje enriquecidas por la tecnología, en concordancia con las recomendaciones de Shambare (2024) y Mgeladze & Kapanadze (2025).

Conclusiones

La presente investigación empírica demostró de manera concluyente que el proceso tradicional de enseñanza-aprendizaje de la biodiversidad vegetal en el séptimo grado del contexto educativo estudiado presenta deficiencias estructurales significativas. Estas carencias se caracterizan por un bajo dominio conceptual de los estudiantes, una comprensión superficial de las dinámicas ecológicas y una alarmante incapacidad para identificar y analizar críticamente las problemáticas ambientales reales que amenazan su entorno. Se concluye que estas deficiencias cognitivas y actitudinales están estrecha

y causalmente vinculadas a la prevalencia hegemónica de prácticas pedagógicas transmisivas, memorísticas y a la subutilización crónica de recursos didácticos innovadores y contextualizados.

Asimismo, el estudio evidenció una paradoja sistémica: si bien existe un consenso unánime y entusiasta entre docentes y estudiantes sobre el alto valor pedagógico y motivacional de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), su integración real y efectiva en las clases de Biología se encuentra severamente obstaculizada. Las principales barreras identificadas no son actitudinales, sino que radican en profundas carencias de formación tecno-pedagógica (déficit en competencias TPACK) por parte del profesorado, sumadas a limitaciones infraestructurales propias de contextos educativos vulnerables.

Frente a este diagnóstico, el diseño, implementación y evaluación de actividades docentes fundamentadas en la integración tecno-pedagógica (mediante el uso estratégico de audiovisuales interactivos, gamificación formativa y proyectos de investigación digital colaborativos) se reveló como una estrategia metodológica altamente robusta, pertinente y transformadora. Los resultados post-intervención confirmaron que estas actividades, ancladas en el constructivismo social, tienen el potencial real de transformar el aula tradicional en un ecosistema de aprendizaje activo. Facilitan la visualización concreta de la complejidad biológica, incrementan exponencialmente la motivación y el compromiso estudiantil, y fomentan el pensamiento crítico y sistémico, competencias sine qua non para la formación de una ciudadanía comprometida con la conservación ambiental.

Para materializar y escalar este potencial transformador, se derivan recomendaciones críticas para la política educativa. Se insta a las autoridades ministeriales y directivos escolares a priorizar y financiar programas de formación docente continua centrados específicamente en el desarrollo integral de competencias tecno-pedagógicas bajo el modelo TPACK, superando la mera capacitación instrumental. De igual forma, resulta imperativo promover y financiar la creación de repositorios nacionales de recursos educativos digitales abiertos (REA), rigurosamente contextualizados a la rica biodiversidad angoleña y disponibles en formatos accesibles offline. Solo mediante una integración tecnológica pedagógicamente fundamentada y sistémicamente apoyada, la educación científica y ambiental podrá actuar como un verdadero y eficaz motor de cambio hacia la sostenibilidad ecológica y la justicia socioambiental en la región.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Certificación ética: El protocolo del presente estudio fue sometido a revisión y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad, en cumplimiento de los principios éticos y normativas institucionales aplicables.

Objetos de ciencia abierta: DMP
https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v10i42.1235

Historia del artículo: Artículo recibido 23 de noviembre 2025| Aceptado 20de febrero 2026 | Publicado 01 de abril 2026

Cómo citar:

Hernández Jiménez, P. S; Rivero Casanova, C. J; da Costa Chindanda, S; Estrada Rodríguez, C. (2026). Actividades docentes integrando TIC para la conservación de la biodiversidad vegetal desde la biología. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación,* 10(42). https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v10i42.1235

Referencias

Akinwumi, I. O., Olojo, O. J., Falemu, F. A., & Olu-Ajayi, F. E. (2024). The role of technology on biology education in Nigerian secondary schools: A review. *Information Technology and Education*, *18*(1), 12-25. https://www.lgjdxcn.asia/admin/pdf_files/V181012-2024.pdf

Braun, V., & Clarke, V. (2012). Thematic analysis. In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbook of research methods in psychology, Vol. 2. Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological* (pp. 57–71). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/13620-004

Centro de Imprensa da Presidência da República de Angola [CIPRA]. (2025). *Angola é o segundo país mais rico em plantas endêmicas em África*. Governo de Angola. https://n9.cl/isbk43

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE Publications. https://psycnet.apa.org/record/2006-11884-000

da Costa, E., Adão, T., Catarino, S., Pedro, M. P. C., & Romeiras, M. (2019). Plantas ameaçadas em Angola-estado actual. *Revista Internacional em Língua Portuguesa*, (35), 31-43. https://doi.org/10.31492/2184-2043.RILP2018.35/pp.31-43

Dinçer, S. (2024). Bridging the gap in technology integration in education: An examination of science teachers' competencies and needs. *Journal of Turkish Science Education*, *21*(4), 15-32. https://eric.ed.gov/?id=EJ1457789

Ekwu, U. S., Njoku, C. N., Ikwuanusi, E. N., & Madu, O. (2025). Mobile-Based Learning and STEM Education in Nigerian Classrooms: Opportunities and Challenges in the 21st Century. *Faculty of Natural and Applied Sciences Journal of Mathematics, and Science Education*, *6*(4), 36-47. https://doi.org/10.63561/fnas-jmse.v6i4.910

Espinoza-Freire, C. E. (2018). La planeación interdisciplinar en la formación del profesional en educación. *Maestro y Sociedad*, *15*(1), 77-98. https://n9.cl/lty83

Farhana, Z., Khan, A. S., & Chowdhury, S. A. (2024). ICT in biology education: teachers' readiness and implementation challenges in the context of Bangladesh. *Discover Education*, *3*(175). https://doi.org/10.1007/s44217-024-00273-w

García-Gómez, J., & Bernat Martínez, F. J. (2011). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, *28*(2), 175–184. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n2.212

Hajj-Hassan, M., Chaker, R., & Cederqvist, A. M. (2024). Environmental education: A systematic review on the use of digital tools for fostering sustainability awareness. *Sustainability*, *16*(9), 3733. https://doi.org/10.3390/su16093733

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana. https://n9.cl/p4o2yz

Huntley, B. J., Russo, V., Lages, F., & Ferrand de Almeida, N. (Eds.). (2019). *Biodiversity of Angola. Science & Conservation: A Modern Synthesis*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03083-4

Junior, D. F. S., de Souza, R. C., & dos Santos Baldassini, R. (2024). A Importância da Educação Ambiental nas escolas para a promoção do desenvolvimento sustentável. *Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, *8*, 185-194. https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/197

Karnoto, B. K., & Arsyad, M. (2025). The Impact of Project-Based Learning on Students' Science Literacy and Environmental Awareness: A Comprehensive Review. *Jurnal of Pedagogi: Jurnal Pendidikan*, *2*(5), 95. https://doi.org/10.62872/80h4ry59

Ketsman, O., Droog, A., & Qazi, S. (2025). Mapping the prevalence of mixed methods research in educational technology journals. *Computers & Education*, *221*, 100221. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105207

Lotz-Sisitka, H. & Rosenberg, E. (2022). Education in times of climate change. *NORRAG Special Issue 07.* https://resources.norrageducation.org/resource/view/732/454

Manzo, I. I. A., Bajaña, L. A. V., Moreno, E. G. L., Loaiza, R. O. B., & Arce, M. A. R. (2026). Estrategias didácticas para la enseñanza de la biodiversidad y su influencia en la educación ambiental escolar. *Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias*, *3*(1), 1965-1986. https://doi.org/10.71112/sv90s855

McCrudden, M. T., Marchand, G., & Schutz, P. A. (2026). *Writing Mixed Methods Research for Publication: A Practical Guide*. SAGE Publications. https://n9.cl/rihll2

Mero, M. B. Z., & Rivadeneira, L. (2022). Uso de las TIC en la conservación de la flora y fauna del entorno de los estudiantes de la Básica Media de la Unidad Educativa General Eloy Alfaro de Chone. *Sinapsis: La revista científica del ITSUP*, *21*(1), 17. https://doi.org/10.37117/s.v21i1.611

Mgeladze, A., & Kapanadze, M. (2025). Integrating TPACK and collaborative learning to enhance technological proficiency in physics education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(8), em2681. https://doi.org/10.29333/ejmste/16715

Ministerio de Ambiente Angola. (2019). *Estrategia Nacional da Biodiversidade 2025/2030*. Governo de Angola. https://minamb.gov.ao/web/noticias/estrategia-nacional-da-biodiversidade-sera-apresentada-na-cop-16

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, *108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Nurdin, A. M., Gofur, A., & Sari, M. S. (2025). Technology-supported differentiated biology education: Trends, methods, content, and impacts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(2), 16044. https://doi.org/10.29333/ejmste/16044

Ongubo, J. M. (2026). Climate change and education system disruptions in Sub-Saharan Africa. En *Climate Justice in Sub-Saharan Africa* (pp. 124-145). Springer. https://n9.cl/e0uib

Paquiel, A. P., Kühleis, E. D. M. S., de Oliveira, T. F. L., Silva, E. L., de Freitas, V. L., & Marinho, I. C. G. (2026). Educação e tecnologias digitais: caminhos para a inovação no processo educativo. *Missioneira*, *28*(3), 121-128. https://doi.org/10.46550/96xts818

Petko, D. (2025). TPACK in context: An updated model. *Computers & Education*, *266*, 100035. https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100244

Salajegheh, M., Sandars, J., Mirzazadeh, A., & Gandomkar, R. (2024). Understanding the capacity development of faculty development programs: a sequential explanatory mixed methods study. *BMC Medical Education*, *24*(1), 744. https://doi.org/10.1186/s12909-024-05715-5

Santos-Ellakuria, I. (2019). Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, *8*(2), 90-101. http://hdl.handle.net/10396/18981

Setiawan, H., Surtikanti, H. K., Kusnadi, K., & Riandi, R. (2023). Sustainability Awareness, engagement, and perception of indonesian high school students during sustainability project based learning implementation in biology education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(6), 4227-4236. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3971

Shambare, B. (2024). TPACK: a descriptive study of science teachers' integration of technology in life sciences. *Cogent Education*, *11*(1), 2365110. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2365110

Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, *48*(6), 1273-1296. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2

Tekle, O. T. (2025). Implementing Mobile Learning Technologies in School Education in Developing Countries: Opportunities and Barriers (Scientific Review). *Педагогический ИМИДЖ*, *19*(2 (67)), 143-161. https://n9.cl/u0ulz