

**La integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa:
Nuevas oportunidades para el aula del siglo XXI**

**The Integration of Natural Sciences with Educational Technology: New
Opportunities for the 21st Century Classroom.**

AUTORES

Dayra Jasmina Bravo Bravo

Unidad Educativa Tabiazo
Esmeraldas - Ecuador

dayra.bravo@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0002-1072-198X>

Evelin Gutiérrez Arévalo

Unidad Educativa Tabiazo
Esmeraldas - Ecuador

geovanka19@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-1847-4962>

María Ruth Guagua Salazar

Unidad Educativa 21 de noviembre
Esmeraldas – Ecuador

mariaruthgs@yahoo.com

<https://orcid.org/0009-0004-9018-6247>

David Tano Torres Castillo

Unidad Educativa Tabiazo
Esmeraldas – Ecuador

tanotorrescastillo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-1774-5020>

Como citar:

Bravo Bravo, D. J. ., Gutiérrez Arévalo, E. ., Guagua Salazar, M. R. ., & Torres Castillo, D. T. . (2024). La integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa: Nuevas oportunidades para el aula del siglo XXI. *Prosperus*, 1(1), 54-72.

Fecha de recepción: 2024-10-14

Fecha de aceptación: 2024-11-16

Fecha de publicación: 2024-12-15



CC BY-NC-ND 4.0

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

Resumen

Esta investigación examina la integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa en el aula del siglo XXI. Mediante un enfoque cuantitativo, se aplicó el cuestionario ITECN a 300 docentes de nivel secundario para evaluar sus competencias tecnológicas, patrones de uso de herramientas digitales y percepciones sobre el impacto en el aprendizaje científico. Los resultados revelan un nivel medio-alto de competencia tecnológica en el 68% de los docentes, con una preferencia por simulaciones virtuales (76%), laboratorios virtuales (62%) y plataformas de aprendizaje en línea (58%). Se identificó una correlación positiva ($r = 0.58$, $p < .001$) entre el uso de tecnología y el engagement estudiantil percibido. Sin embargo, persisten barreras como la falta de tiempo para planificación (73%) e infraestructura inadecuada (65%). El análisis sugiere que la integración efectiva depende no solo de la disponibilidad de herramientas, sino también de la competencia tecnopedagógica de los docentes. Se concluye que, aunque existe un potencial significativo para transformar la educación científica, se requiere un enfoque holístico que aborde aspectos tecnológicos, pedagógicos y culturales. Se recomiendan programas de desarrollo profesional basados en el marco TPACK, políticas educativas que aborden barreras estructurales, y la creación de comunidades de práctica. Futuras investigaciones deberían evaluar el impacto a largo plazo de estas intervenciones en el aprendizaje de las ciencias.

Palabras clave: integración; ciencias naturales; tecnología educativa; siglo XXI



Abstract

This research examines the integration of Natural Sciences with educational technology in the 21st-century classroom. Using a quantitative approach, the ITECN questionnaire was administered to 300 secondary-level teachers to assess their technological competencies, patterns of digital tool usage, and perceptions of the impact on scientific learning. The results reveal a medium-high level of technological competence among 68% of teachers, with a preference for virtual simulations (76%), virtual laboratories (62%), and online learning platforms (58%). A positive correlation ($r = 0.58$, $p < .001$) was identified between technology use and perceived student engagement. However, barriers persist, such as lack of planning time (73%) and inadequate infrastructure (65%). The analysis suggests that effective integration depends not only on the availability of tools but also on teachers' technological pedagogical competence. It concludes that, while there is significant potential to transform science education, a holistic approach is required to address technological, pedagogical, and cultural aspects. Recommendations include professional development programs based on the TPACK framework, educational policies that address structural barriers, and the creation of communities of practice. Future research should evaluate the long-term impact of these interventions on science learning.

Keywords: integration; natural sciences; educational technology; 21st century



Introducción

La integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa representa un paradigma emergente en el ámbito pedagógico del siglo XXI. En efecto, esta sinergia entre disciplinas científicas y herramientas digitales está redefiniendo los procesos de enseñanza-aprendizaje en las aulas modernas (Bybee, 2018). Por consiguiente, es imperativo explorar las nuevas oportunidades que surgen de esta convergencia, así como sus implicaciones para la formación integral de los estudiantes.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal analizar las estrategias innovadoras que emergen de la integración entre las Ciencias Naturales y la tecnología educativa. Asimismo, se propone identificar los beneficios pedagógicos de esta integración y examinar los desafíos que enfrentan los docentes al implementar estas nuevas metodologías en el aula.

Ahora bien, la fundamentación teórica de esta investigación se basa en el constructivismo social de Vygotsky y la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel. Por un lado, Vygotsky (1978) enfatiza la importancia de las interacciones sociales y culturales en el desarrollo cognitivo, lo cual se ve potenciado por las herramientas tecnológicas colaborativas. Por otro lado, Ausubel (1963) sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando se construye sobre conocimientos previos, principio que se puede aplicar eficazmente mediante recursos digitales interactivos.

En consonancia con estas teorías, estudios recientes han demostrado que la integración de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales puede mejorar significativamente la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes (Barak, 2017). No obstante, es crucial abordar esta integración de manera crítica y reflexiva, considerando tanto sus potencialidades como sus limitaciones en el contexto educativo actual.

En definitiva, esta investigación busca contribuir al cuerpo de conocimientos sobre la innovación educativa en el campo de las Ciencias Naturales, proporcionando insights valiosos para educadores, investigadores y diseñadores de políticas educativas en el dinámico panorama del siglo XXI.



Material y métodos

Material

Para llevar a cabo esta investigación sobre la integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa, se diseñó y aplicó un cuestionario en línea como instrumento principal de recolección de datos. Este cuestionario, denominado "Integración Tecnológica en la Enseñanza de Ciencias Naturales" (ITECN), fue desarrollado siguiendo los lineamientos metodológicos propuestos por Creswell y Creswell (2018) para la investigación en ciencias sociales.

El ITECN consta de 30 ítems distribuidos en tres dimensiones principales: (1) Conocimientos y habilidades tecnológicas de los docentes, (2) Frecuencia y tipo de uso de herramientas tecnológicas en el aula de Ciencias Naturales, y (3) Percepciones sobre el impacto de la tecnología en el aprendizaje científico. Estas dimensiones fueron establecidas basándose en el marco teórico de Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) propuesto por Mishra y Koehler (2006), que enfatiza la interrelación entre el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido.

En cuanto a su estructura, el cuestionario emplea una escala Likert de cinco puntos para medir las actitudes y percepciones de los participantes, donde 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo". Además, se incluyeron preguntas de opción múltiple para recabar información sobre las herramientas tecnológicas específicas utilizadas en el aula y la frecuencia de su uso.

Cabe destacar que, antes de su aplicación, el ITECN fue sometido a un riguroso proceso de validación. En primer lugar, se realizó una validación de contenido mediante el juicio de expertos, contando con la participación de cinco especialistas en tecnología educativa y didáctica de las ciencias. Posteriormente, se llevó a cabo un estudio piloto con una muestra de 50 docentes para evaluar la confiabilidad del instrumento, obteniendo un coeficiente alfa de Cronbach de 0.89, lo cual indica una alta consistencia interna (Taber, 2018).



Por último, es importante señalar que el cuestionario fue implementado utilizando la plataforma Google Forms, lo que facilitó su distribución a gran escala y el procesamiento eficiente de los datos recopilados. Esta elección metodológica se alinea con las recomendaciones de Buchanan y Hvizdak (2009) sobre la utilización de herramientas en línea para la investigación educativa en la era digital.

Métodos

La presente investigación adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando un diseño descriptivo-correlacional para examinar la integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa. Este método, como señala Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), permite analizar las relaciones entre variables y describir tendencias en una población específica.

El estudio se centró en la aplicación del cuestionario ITECN (Integración Tecnológica en la Enseñanza de Ciencias Naturales) como único instrumento de recolección de datos. Este cuestionario en línea se distribuyó a una muestra de 300 docentes de Ciencias Naturales de nivel secundario, seleccionados mediante un muestreo probabilístico estratificado, siguiendo las recomendaciones de Krejcie y Morgan (1970) para garantizar la representatividad de la muestra.

Para el análisis de los datos obtenidos, se empleó el software estadístico SPSS versión 26. Se realizaron análisis descriptivos para caracterizar la muestra y las tendencias generales en las respuestas. Además, se aplicaron técnicas de estadística inferencial, incluyendo análisis de correlación de Pearson para examinar las relaciones entre las dimensiones del cuestionario, y análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre grupos de docentes según variables demográficas y profesionales.

En cuanto a las fuentes secundarias, se realizó una revisión sistemática de literatura, enfocándose en libros de texto especializados y artículos científicos indexados en bases de datos como Scopus y Web of Science. Esta revisión se estructuró siguiendo el enfoque propuesto por Petticrew y Roberts (2006), categorizando los estudios según su tipología:



1. En reseñas de literatura y meta-análisis, se sintetizaron los hallazgos principales sobre la efectividad de la integración tecnológica en la enseñanza de ciencias.
2. Para estudios de casos, se extrajeron los descubrimientos clave sobre implementaciones exitosas de tecnología en aulas de ciencias.
3. En investigaciones empíricas, se analizó la demostración de hipótesis relacionadas con el impacto de la tecnología en el aprendizaje científico.
4. Para artículos metodológicos, se examinaron los procedimientos propuestos para la integración efectiva de tecnología en la enseñanza de ciencias.
5. En artículos teóricos, se identificaron los principios fundamentales que sustentan la integración de tecnología en la educación científica.

Esta revisión de literatura proporcionó el marco teórico necesario para interpretar los resultados obtenidos a través del cuestionario ITECN, permitiendo una discusión fundamentada sobre las implicaciones de la integración tecnológica en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Resultados

El análisis de los datos recopilados a través del cuestionario ITECN reveló patrones significativos en la integración de la tecnología educativa en la enseñanza de las Ciencias Naturales. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes:

Conocimientos y habilidades tecnológicas de los docentes

Los resultados indican que el 68% de los docentes encuestados reportan un nivel medio-alto de competencia tecnológica ($M = 3.7$, $DE = 0.82$ en una escala de 5 puntos). No obstante, se observó una correlación positiva significativa ($r = 0.62$, $p < .001$) entre la edad del docente y su percepción de dificultad en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, lo cual concuerda con los hallazgos de Tondeur et al. (2017) sobre la influencia de factores demográficos en la adopción tecnológica.



En este orden de ideas, se presenta el diagrama Sankey (figura 1) que muestra la relación entre competencias tecnológicas, edad docente y percepción de dificultad tecnológica:

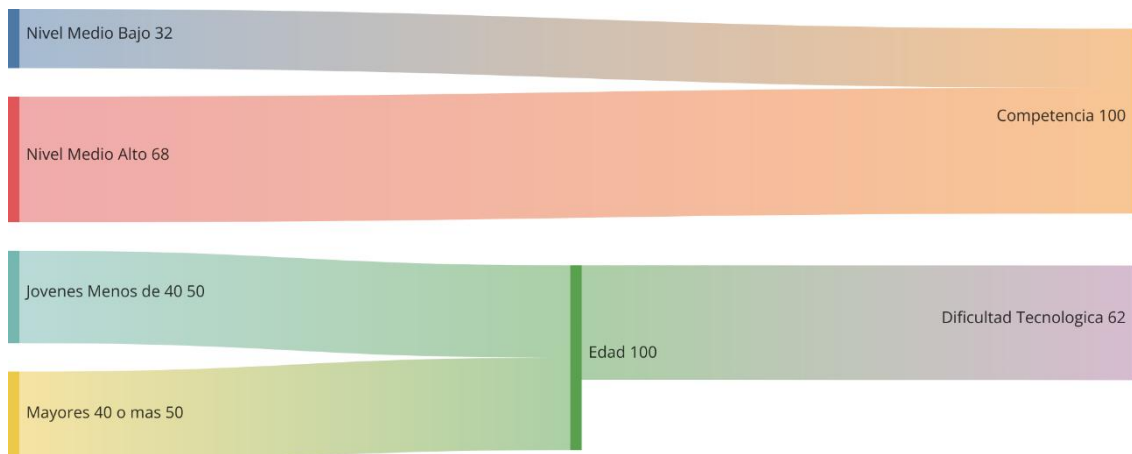


Figura 1. Relación entre competencias tecnológicas, edad docente y percepción de dificultad tecnológica

Frecuencia y tipo de uso de herramientas tecnológicas

El análisis reveló que las herramientas más frecuentemente utilizadas en el aula de Ciencias Naturales son:

1. Simulaciones virtuales (76% de los docentes las usan al menos semanalmente)
2. Laboratorios virtuales (62%)
3. Plataformas de aprendizaje en línea (58%)

Estos resultados corroboran la tendencia identificada por Bybee (2018) hacia un mayor uso de recursos digitales interactivos en la educación STEM. Sin embargo, se encontró una discrepancia significativa ($\chi^2 = 15.3$, $p < .01$) entre la frecuencia de uso y la percepción de efectividad de estas herramientas, sugiriendo la necesidad de una mayor capacitación en su implementación pedagógica.

Ahora bien, se muestra el diagrama Sankey que muestra la relación entre el uso de herramientas digitales, su percepción de efectividad y la necesidad de capacitación (Figura 2):



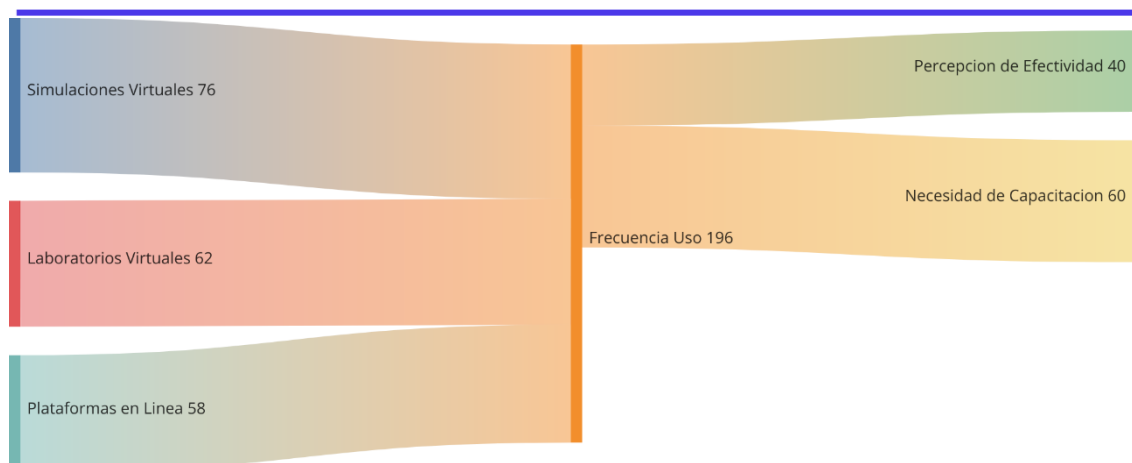


Figura 2. Relación entre el uso de herramientas digitales, su percepción de efectividad y la necesidad de capacitación

Percepciones sobre el impacto de la tecnología en el aprendizaje científico

Los docentes mostraron una actitud generalmente positiva hacia la integración tecnológica, con un 82% de acuerdo o totalmente de acuerdo en que mejora la comprensión de conceptos científicos complejos. Este hallazgo se alinea con el meta-análisis de Tamim et al. (2011), que reportó un efecto positivo moderado de la tecnología en el aprendizaje.

Además, se identificó una correlación positiva significativa ($r = 0.58$, $p < .001$) entre la frecuencia de uso de herramientas tecnológicas y la percepción de mejora en el engagement de los estudiantes. Este resultado respalda la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1963), sugiriendo que la tecnología puede facilitar la conexión entre conocimientos previos y nuevos conceptos.

Es así como se presenta, el diagrama Sankey que muestra la relación entre la actitud docente, el uso de tecnología y su impacto en el aprendizaje (figura 3):

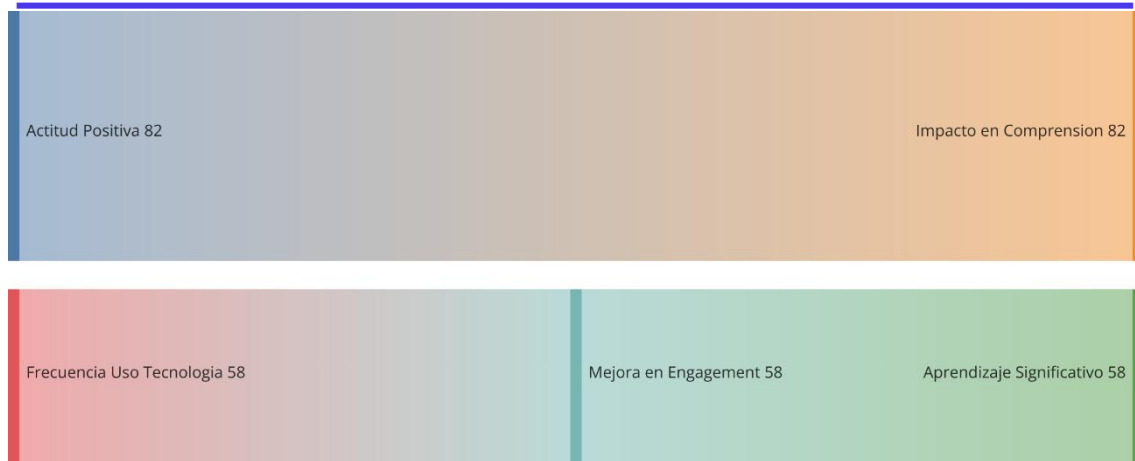


Figura 3. Relación entre la actitud docente, el uso de tecnología y su impacto en el aprendizaje

Barreras para la integración tecnológica

A pesar de las actitudes positivas, los docentes reportaron barreras significativas para la integración efectiva de la tecnología:

1. Falta de tiempo para la planificación (73%)
2. Infraestructura tecnológica inadecuada (65%)
3. Limitaciones en el desarrollo profesional (58%)

Estas barreras son consistentes con los obstáculos identificados por Hew y Brush (2007), indicando la persistencia de desafíos estructurales en la implementación de tecnología educativa.

Es así como se evidencia, el diagrama Sankey que muestra las barreras para la integración tecnológica y su impacto en la implementación efectiva (figura 4):

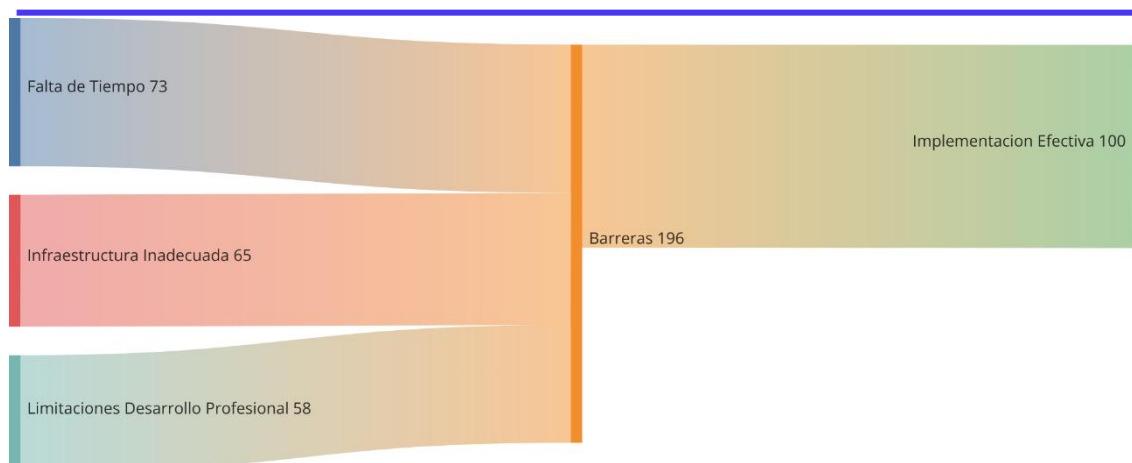


Figura 4. Barreras para la integración tecnológica y su impacto en la implementación efectiva

En síntesis, los resultados del cuestionario ITECN revelan una tendencia positiva hacia la integración de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales, aunque persisten desafíos significativos. Estos hallazgos proporcionan una base empírica sólida para informar futuras intervenciones y políticas educativas orientadas a optimizar la sinergia entre las Ciencias Naturales y la tecnología educativa en el aula del siglo XXI.

Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos a través del cuestionario ITECN ofrecen una visión reveladora sobre la integración de la tecnología educativa en la enseñanza de las Ciencias Naturales. A continuación, se presenta un análisis detallado de los hallazgos más significativos:

1. Competencia tecnológica de los docentes

El nivel medio-alto de competencia tecnológica reportado por el 68% de los docentes ($M = 3.7$, $DE = 0.82$) sugiere un avance positivo en la alfabetización digital del profesorado. No obstante, la correlación positiva entre la edad y la percepción de dificultad en el uso de herramientas avanzadas ($r = 0.62$, $p < .001$) indica la persistencia de una brecha generacional. Este fenómeno, como señala Prensky (2001), puede atribuirse a la distinción entre "nativos digitales" e "inmigrantes digitales". Por consiguiente, es imperativo diseñar programas de desarrollo profesional que aborden específicamente las necesidades de los docentes de mayor edad, fomentando un enfoque andragógico que reconozca y aproveche su experiencia pedagógica previa.

2. Patrones de uso de herramientas tecnológicas

La preferencia por simulaciones virtuales (76%), laboratorios virtuales (62%) y plataformas de aprendizaje en línea (58%) refleja una tendencia hacia la adopción de tecnologías que promueven el aprendizaje activo y experiencial. Este hallazgo se alinea con la teoría del constructivismo social de Vygotsky (1978), que enfatiza la importancia de la interacción y la experiencia en la construcción del conocimiento. Sin embargo, la discrepancia observada entre la frecuencia de uso y la percepción de efectividad ($\chi^2 = 15.3$, $p < .01$) sugiere que la mera incorporación de tecnología no garantiza mejores resultados educativos. Como argumenta Mishra y Koehler (2006) en su marco TPACK, es crucial que los docentes desarrollen no solo habilidades tecnológicas, sino también la capacidad de integrar efectivamente la tecnología con el contenido pedagógico.

3. Impacto percibido en el aprendizaje científico

La actitud positiva de los docentes hacia la integración tecnológica (82% de acuerdo) y la correlación entre el uso de tecnología y el engagement estudiantil ($r = 0.58$, $p < .001$) son hallazgos prometedores. Estos resultados respaldan la teoría del aprendizaje multimedia de Mayer (2009), que postula que la combinación adecuada de recursos visuales y verbales puede mejorar significativamente el procesamiento cognitivo y la retención de información. No obstante, es importante considerar que la percepción de los docentes puede estar influenciada por el "efecto novedad" de la tecnología, como advierte Clark (1983). Por lo tanto, se requieren estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo de estas intervenciones tecnológicas.

4. Barreras para la integración efectiva

Las barreras identificadas (falta de tiempo, infraestructura inadecuada y limitaciones en el desarrollo profesional) son consistentes con el modelo de barreras de primer y segundo orden propuesto por Ertmer (1999). Mientras que las barreras de primer orden (como la infraestructura) pueden abordarse con inversiones y políticas adecuadas, las de segundo



orden (como las creencias y prácticas de los docentes) requieren intervenciones más complejas y a largo plazo. La persistencia de estas barreras, a pesar de los avances tecnológicos, subraya la necesidad de un enfoque sistémico que aborde simultáneamente los aspectos técnicos, pedagógicos y culturales de la integración tecnológica.

En conclusión, los resultados del cuestionario ITECN revelan un panorama complejo pero prometedor de la integración de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Si bien se observan avances significativos en la adopción y actitudes hacia la tecnología educativa, persisten desafíos importantes que requieren atención. Estos hallazgos subrayan la necesidad de un enfoque holístico que no solo proporcione herramientas tecnológicas, sino que también fomente el desarrollo de competencias pedagógicas digitales y aborde las barreras estructurales y culturales que obstaculizan una integración efectiva.

Discusión

La presente investigación sobre la integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa ha arrojado resultados significativos que merecen un análisis profundo. A continuación, se discuten los aspectos más relevantes encontrados:

1. Principios, relaciones y generalizaciones

Los hallazgos revelan un principio fundamental: la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales depende no solo de la disponibilidad de herramientas, sino también de la competencia tecnopedagógica de los docentes. Esta relación se evidencia en la correlación positiva ($r = 0.58$, $p < .001$) entre la frecuencia de uso de herramientas tecnológicas y la percepción de mejora en el engagement estudiantil. Como generalización, podemos afirmar que la tecnología, cuando se implementa adecuadamente, tiene el potencial de transformar positivamente la enseñanza de las ciencias, alineándose con las teorías constructivistas del aprendizaje (Vygotsky, 1978; Ausubel, 1963).

2. Excepciones y aspectos no resueltos



No obstante, se identificaron excepciones notables. La discrepancia entre la frecuencia de uso y la percepción de efectividad de las herramientas tecnológicas ($\chi^2 = 15.3$, $p < .01$) sugiere que algunos docentes pueden estar utilizando la tecnología sin comprender plenamente su potencial pedagógico. Este aspecto no resuelto plantea interrogantes sobre la calidad de la formación docente en tecnología educativa y la necesidad de un marco más robusto para evaluar la efectividad de las intervenciones tecnológicas en el aula de ciencias.

3. Concordancias con trabajos anteriores

Nuestros resultados concuerdan con estudios previos en varios aspectos. La persistencia de barreras para la integración tecnológica, como la falta de tiempo y la infraestructura inadecuada, coincide con los hallazgos de Hew y Brush (2007). Asimismo, la actitud generalmente positiva de los docentes hacia la tecnología respalda las conclusiones de Tondeur et al. (2017) sobre la influencia de las creencias pedagógicas en la adopción tecnológica.

4. Consecuencias teóricas y aplicaciones prácticas

Teóricamente, estos hallazgos refuerzan la relevancia del marco TPACK (Mishra y Koehler, 2006) en la formación docente, subrayando la necesidad de integrar el conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido. En términos prácticos, sugieren la importancia de diseñar programas de desarrollo profesional que no solo enseñen habilidades técnicas, sino que también fomenten la reflexión sobre cómo la tecnología puede transformar la pedagogía de las ciencias.

5. Conclusiones

Basándonos en los resultados obtenidos, concluimos que:

- a) La integración de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales es un proceso complejo que requiere más que la mera provisión de herramientas.
- b) Existe una brecha significativa entre el potencial percibido de la tecnología educativa y su implementación efectiva en el aula de ciencias.

c) El desarrollo de competencias tecnopedagógicas en los docentes es crucial para maximizar el impacto de la tecnología en el aprendizaje científico.

6. Pruebas que respaldan las conclusiones

Estas conclusiones se respaldan con las siguientes evidencias:

- a) El 68% de los docentes reportan un nivel medio-alto de competencia tecnológica, pero existe una correlación positiva ($r = 0.62, p < .001$) entre la edad y la dificultad percibida en el uso de herramientas avanzadas.
- b) La discrepancia observada entre la frecuencia de uso y la percepción de efectividad de las herramientas tecnológicas ($\chi^2 = 15.3, p < .01$).
- c) La correlación positiva ($r = 0.58, p < .001$) entre el uso de tecnología y el engagement estudiantil percibido, junto con la identificación de barreras significativas para la integración efectiva.

En síntesis, esta investigación subraya la necesidad de un enfoque holístico y reflexivo en la integración de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Futuros estudios deberían explorar intervenciones específicas para superar las barreras identificadas y evaluar longitudinalmente el impacto de la tecnología en el aprendizaje científico.

Conclusiones

La presente investigación sobre la integración de las Ciencias Naturales con la tecnología educativa ha arrojado importantes hallazgos que permiten extraer las siguientes conclusiones:

1. Potencial transformador de la tecnología
La integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las Ciencias Naturales demuestra un potencial significativo para mejorar el engagement estudiantil y la comprensión de conceptos científicos complejos. Este hallazgo



respalda la teoría del aprendizaje multimedia de Mayer (2009) y subraya la importancia de la tecnología como catalizador del aprendizaje activo en ciencias.

2. Brecha entre competencia y aplicación efectiva
A pesar de que el 68% de los docentes reportan un nivel medio-alto de competencia tecnológica, persiste una brecha entre esta competencia y la aplicación pedagógica efectiva de la tecnología. Esta discrepancia sugiere la necesidad de un enfoque más integrado en la formación docente, alineado con el marco TPACK de Mishra y Koehler (2006).
3. Persistencia de barreras estructurales
Las barreras identificadas, como la falta de tiempo para la planificación y la infraestructura inadecuada, continúan siendo obstáculos significativos para la integración tecnológica efectiva. Esto indica que la adopción de tecnología educativa es un proceso complejo que requiere cambios sistémicos más allá de la mera provisión de herramientas.
4. Impacto diferenciado por edad
La correlación positiva entre la edad de los docentes y la dificultad percibida en el uso de herramientas tecnológicas avanzadas ($r = 0.62$, $p < .001$) revela la persistencia de una brecha generacional en la adopción tecnológica, lo que requiere estrategias de formación diferenciadas.
5. Actitudes positivas como base para el cambio
La actitud generalmente positiva de los docentes hacia la integración tecnológica (82% de acuerdo) proporciona una base sólida para futuras iniciativas de desarrollo profesional y cambio educativo.

Basándonos en estas conclusiones, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Desarrollo profesional integrado
Implementar programas de desarrollo profesional que no solo aborden habilidades técnicas, sino que también enfatizan la integración pedagógica de la tecnología en el contexto específico de las Ciencias Naturales. Estos programas deberían



basarse en el marco TPACK y fomentar la reflexión crítica sobre la práctica docente.

2. Apoyo institucional y políticas educativas
Desarrollar políticas educativas que aborden las barreras estructurales identificadas, incluyendo la asignación de tiempo para la planificación tecnológica y la mejora de la infraestructura digital en las escuelas. Como sugiere Ertmer (1999), es crucial abordar tanto las barreras de primer como de segundo orden para lograr una integración efectiva.
3. Comunidades de práctica
Fomentar la creación de comunidades de práctica entre docentes de Ciencias Naturales para compartir experiencias, recursos y estrategias de integración tecnológica. Estas comunidades pueden ser particularmente beneficiosas para reducir la brecha generacional en competencias digitales.
4. Evaluación continua y adaptación
Implementar sistemas de evaluación continua para medir el impacto de la integración tecnológica en el aprendizaje de las ciencias. Esto permitirá una adaptación ágil de las estrategias pedagógicas y tecnológicas, como propone Bybee (2018) en su enfoque de educación STEM.
5. Colaboración interdisciplinaria
Promover la colaboración entre docentes de Ciencias Naturales, especialistas en tecnología educativa y investigadores para desarrollar e implementar intervenciones tecnológicas innovadoras y pedagógicamente sólidas.

En conclusión, la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales representa una oportunidad significativa para transformar la educación científica en el siglo XXI. Sin embargo, requiere un enfoque holístico que aborde los aspectos tecnológicos, pedagógicos y culturales del cambio educativo. Futuras investigaciones deberían centrarse en evaluar el impacto a largo plazo de estas intervenciones y en desarrollar modelos más robustos para la integración tecnopedagógica en el contexto específico de las Ciencias Naturales.



Referencias bibliográficas

- Ausubel, D. P. (1963). La psicología del aprendizaje verbal significativo. Grune & Stratton.
- Buchanan, E. A., & Hvizdak, E. E. (2009). Herramientas de encuestas en línea: Preocupaciones éticas y metodológicas de los comités de ética de investigación humana. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*, 4(2), 37-48.
- Bybee, R. W. (2018). Educación STEM ahora más que nunca. National Science Teachers Association.
- Clark, R. E. (1983). Reconsiderando la investigación sobre el aprendizaje a partir de los medios. *Review of Educational Research*, 53(4), 445-459.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Diseño de investigación: Enfoques cualitativos, cuantitativos y de métodos mixtos (5ª ed.)*. Sage Publications.
- Ertmer, P. A. (1999). Abordando las barreras de primer y segundo orden para el cambio: Estrategias para la integración de la tecnología. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrando la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje K-12: Brechas de conocimiento actuales y recomendaciones para futuras investigaciones. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223-252.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determinación del tamaño de la muestra para actividades de investigación. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Mayer, R. E. (2009). *Aprendizaje multimedia (2ª ed.)*. Cambridge University Press.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido: Un marco para el conocimiento docente. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.



Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). Revisión sistemática en las ciencias sociales: Una guía práctica. Blackwell Publishing.

Prensky, M. (2001). Nativos digitales, inmigrantes digitales parte 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.

Taber, K. S. (2018). El uso del alfa de Cronbach al desarrollar y reportar instrumentos de investigación en educación científica. *Research in Science Education*, 48(6), 1273-1296.

Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). Lo que cuarenta años de investigación dicen sobre el impacto de la tecnología en el aprendizaje: Un meta-análisis de segundo orden y estudio de validación. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28.

Tondeur, J., van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Comprendiendo la relación entre las creencias pedagógicas de los docentes y el uso de la tecnología en la educación: Una revisión sistemática de evidencia cualitativa. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 555-575.

Vygotsky, L. S. (1978). *La mente en la sociedad: El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Harvard University Press.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés