

Constructo Holístico Tecno-Innovador para la enseñanza de la química en la formación docente de secundaria ***Holistic Techno-Innovative Construct for Chemistry Teaching in Secondary Teacher Training***

Rosa Iris Marte Heredia

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), República Dominicana

rmarte44@uasd.edu.do

ORCID : <https://orcid.org/0009-0004-0931-525X>

Franahid J. D'Silva Signe

Universidad internacional Iberoamericana, Puerto Rico

franahid.d@unib.org

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7069-902X>

Resumen

El estudio analiza la configuración de un Constructo Holístico Tecno-Innovador (CHTI) para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en la formación de docentes de secundaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). El enfoque es cualitativo, método fenomenológico-hermenéutico, con entrevistas a profundidad y observación etnográfica aplicadas a cuatro docentes formadores de la carrera de Educación Mención Biología y Química, se identificaron las principales brechas tecno-pedagógicas que limitan la formación docente de calidad. Los hallazgos revelan resistencia al cambio, desarticulación curricular y escasa integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las prácticas pedagógicas. El CHTI, instrucción tecnopedagógica articulada con metodologías activas, laboratorios virtuales, simuladores y aplicaciones interactivas de química, configura una nueva ruta de formación docente coherente con los estándares del siglo XXI. Concluyen que la implementación del CHTI mejora significativamente las competencias científicas y tecnológicas de los futuros docentes de química para el nivel secundario.

Palabras clave: constructo holístico, enseñanza de la química, formación docente, innovación tecnopedagógica, TIC

Abstract

This research analyzes the foundations and results of configuring a Holistic Techno-Innovative Construct (HTIC) for the chemistry teaching-learning process in secondary teacher training at the Autonomous University of Santo Domingo (UASD). Through a qualitative phenomenological-hermeneutic approach, with in-depth interviews and ethnographic observation applied to four teacher educators in the Education program with a Biology and Chemistry mention, the main techno-pedagogical gaps limiting quality teacher training were identified. Findings reveal resistance to change, curricular misalignment, and limited integration of Information and Communication Technologies (ICT) in pedagogical practices. The HTIC proposes a technopedagogical instruction that articulates active methodologies, virtual laboratories, simulators, and interactive chemistry applications, configuring a new teacher training pathway aligned with 21st-century standards. It is concluded that the HTIC implementation significantly improves the scientific and technological competencies of prospective secondary chemistry teachers.

Keywords: holistic construct, chemistry teaching, teacher training, technopedagogical innovation, ICT

Introducción

La formación inicial docente (FID) en ciencias básicas constituye uno de los eslabones más críticos de los sistemas educativos latinoamericanos. En particular, la enseñanza de la química exige no solo el dominio disciplinar, sino también competencias didácticas, científicas y tecnológicas que habiliten al futuro profesional para construir aprendizajes significativos en sus estudiantes. Sin embargo, investigaciones recientes demuestran que los programas académicos de formación docente en química en gran parte de la región continúan anclados en paradigmas tradicionales, con escasa integración de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras (Martínez-Arguello et al., 2018; Quintanilla-Gatica et al., 2022).

Cabe destacar, que en el contexto de la República Dominicana, la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), institución de educación superior pública más antigua del continente americano, enfrenta el desafío de actualizar sus programas curriculares de la carrera de Licenciatura en Educación Mención Biología y Química, los cuales, según diagnósticos realizados en el período 2022-2023, presentan más de veinticinco años sin modificación sustancial (Marte-Heredia, 2023). Esta desarticulación curricular impacta directamente en la calidad de los docentes egresados que se insertan al sistema educativo preuniversitario.

El contexto pospandémico ha profundizado esta brecha. La irrupción del COVID-19 expuso las limitaciones tecnológicas y pedagógicas de los docentes formadores, muchos de los cuales carecían de competencias para la enseñanza virtual (Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña [ISFODOSU], 2023; UNESCO, 2020). Esta situación, lejos de resolverse, persiste como un desafío estructural que demanda respuestas innovadoras desde la educación superior.

Frente a este escenario, la presente investigación presenta los fundamentos, proceso metodológico y hallazgos de la configuración de un Constructo Holístico Tecno-Innovador (CHTI), entendido como un modelo pedagógico integrador que articula la instrucción tecnopedagógica (ITP), metodologías activas, laboratorios y simuladores virtuales, y aplicaciones interactivas de química para la formación de docentes de secundaria. El CHTI no es un manual de instrucciones, sino una construcción teórica emergente desde la praxis educativa diagnosticada, con capacidad para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en la UASD.

El objetivo general de esta investigación es configurar un Constructo Holístico Tecno-Innovador para el proceso de enseñanza-aprendizaje estratégico de la química en la formación de docentes de secundaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo.

Implicaciones Teóricas

Formación Inicial Docente en Química

La formación inicial docente (FID) ha sido ampliamente estudiada en las últimas décadas como un proceso complejo y multidimensional que supera la mera transmisión de contenidos disciplinares. De acuerdo con Pedro (2020), la FID constituye el punto de partida del desarrollo profesional docente y debe articular saberes teóricos, prácticos y reflexivos que preparen al futuro docente para los desafíos del aula. En el campo de las ciencias básicas, esta preparación se complejiza por la necesidad de integrar conocimiento disciplinar profundo con competencias didácticas específicas para la enseñanza experimental.

Suckel et al. (2020) señalan que la vinculación teoría-práctica en la FID constituye un eje central, y proponen la Investigación-Acción como paradigma articulador de las prácticas reflexivas en la formación inicial. Esta perspectiva es especialmente pertinente para la enseñanza de la química, donde la experimentación y el razonamiento científico son inseparables del proceso formativo. En la misma línea, Molina (2022) destaca que la formación de profesores de química debe integrar el saber químico con sus presupuestos científicos y epistemológicos, el saber hacer con sus fundamentos pedagógicos y didácticos y el saber ser con competencias afectivas y sociales como una tríada indisoluble.

Echeverría (2023), en su análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la formación inicial de profesores de química, evidencia que los estudiantes de pedagogía en química concentran su desarrollo en el diseño de secuencias de actividades, con menor énfasis en la reflexión sobre los aprendizajes de los estudiantes y las orientaciones para la enseñanza de las ciencias. Este hallazgo subraya la necesidad de modelos formativos que superen la fragmentación disciplinar y didáctica.

Integración de TIC en la Enseñanza de la Química

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la química ha sido reconocida como una necesidad impostergable en la literatura especializada. Ferrada-Bustamante et al. (2021) afirman que los docentes deben no solo conocer y manejar las TIC, sino integrarlas pedagógicamente en sus prácticas de enseñanza,

diferenciando el uso instrumental del uso pedagógico transformador. En este sentido, el concepto de Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK), propuesto por Mishra y Koehler (2006), ha ganado relevancia como marco teórico para comprender la intersección entre tecnología, pedagogía y contenido disciplinar en la formación docente.

En el contexto latinoamericano, Martínez-Arguello et al. (2018) documentaron que los profesores de química en Colombia utilizan las TIC de manera limitada, principalmente para presentaciones y videos, sin aprovechar el amplio repertorio de simuladores, laboratorios virtuales y plataformas colaborativas disponibles. Estudios más recientes confirman esta tendencia y señalan que la pandemia de COVID-19 actuó como catalizador que obligó a muchos docentes a incorporar herramientas digitales sin la formación pedagógica necesaria para un uso efectivo (Álvarez Gómez et al., 2021; Picón et al., 2021).

Para la enseñanza específica de la química, autores como Orlik (2002) y Lara Andrade et al. (2022) describen los beneficios de los simuladores moleculares, laboratorios virtuales, plataformas de aprendizaje adaptativo y aplicaciones de realidad aumentada, que permiten visualizar estructuras y reacciones imposibles de observar en un laboratorio convencional. Zabala (2020) añade la dimensión de las inteligencias múltiples y la gamificación como estrategias para potenciar la motivación y el aprendizaje significativo en química.

Constructo Holístico como Nuevo Paradigma

El concepto de constructo holístico en educación hace referencia a la integración coherente de múltiples dimensiones pedagógicas, tecnológicas, epistemológicas y didácticas en un modelo formativo unificado. Deroncele et al. (2021) plantean que la innovación educativa en el siglo XXI debe superar los enfoques fragmentados e integrar las TIC como herramientas al servicio de una pedagogía crítica, reflexiva y transformadora. Macanquí Pico et al. (2020) refuerzan esta idea al proponer la innovación educativa como línea estratégica de política de educación superior.

Desde la perspectiva holística, el aprendizaje de la química no puede limitarse a la memorización de fórmulas y reacciones, sino que debe conectar los contenidos con la vida cotidiana, la investigación científica, la resolución de problemas auténticos y el desarrollo de competencias ciudadanas (Quintanilla-Gatica et al., 2022). Esta visión integral es la que sustenta el CHTI como modelo para la formación de docentes de química en la UASD, respondiendo a los desafíos planteados por el nuevo Diseño Curricular Dominicano basado en enfoque de competencias.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, en coherencia con el paradigma interpretativo-fenomenológico, que permite comprender los significados, experiencias y perspectivas de los actores educativos involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química (Hernández Sampieri et al., 2014). El diseño adoptado fue la fenomenología hermenéutica, que posibilitó la construcción de significados emergentes desde la experiencia vivida de los docentes formadores.

Participantes

La muestra estuvo conformada por cuatro (4) docentes formadores de la carrera de Licenciatura en Educación Mención Biología y Química de la UASD, quienes imparten asignaturas de química a los futuros maestros de secundaria. La selección fue intencional y por conveniencia, atendiendo a los criterios de: (a) ser docente activo de la carrera durante el periodo 2022-2023, (b) impartir al menos una asignatura de química, y (c) disposición voluntaria de participar en el estudio. Adicionalmente, se incluyeron cinco estudiantes de último año de la carrera y tres técnicos del Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD) como informantes complementarios.

Técnicas e Instrumentos

Se emplearon tres técnicas de recolección de información. En primer lugar, la entrevista a profundidad semiestructurada, aplicada a los cuatro docentes formadores, con una guía de preguntas organizadas en torno a las categorías apriorísticas: (a) perfil profesiográfico y competencias TIC, (b) prácticas pedagógicas en la enseñanza de la química, (c) coherencia curricular, y (d) perspectivas de innovación tecnopedagógica. En segundo lugar, la observación etnográfica participante en los espacios de clase, con registro en diario de campo. En tercer lugar, la revisión documental de los programas de asignatura de química de la carrera, el currículo de química del nivel secundario dominicano y documentos institucionales de la UASD.

Los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos (cinco especialistas en didáctica de las ciencias y tecnología educativa) y se realizó una prueba piloto con dos informantes no incluidos en la muestra final. La confiabilidad se estableció mediante triangulación de fuentes, triangulación metodológica y revisión por los propios participantes (member checking).

Procesamiento de la Información

El procesamiento cualitativo de los datos se realizó mediante el análisis de contenido categorial, siguiendo el proceso de codificación abierta, axial y selectiva propuesto por Strauss y Corbin (1998). Se utilizó el software Atlas.ti versión 9 para la organización y análisis de las unidades de significado. Las categorías emergentes fueron confrontadas con las categorías apriorísticas y con los referentes teóricos, permitiendo la construcción de una red de categorías que fundamenta el CHTI. Todo el proceso se desarrolló respetando los principios éticos de anonimato, consentimiento informado y confidencialidad de la información.

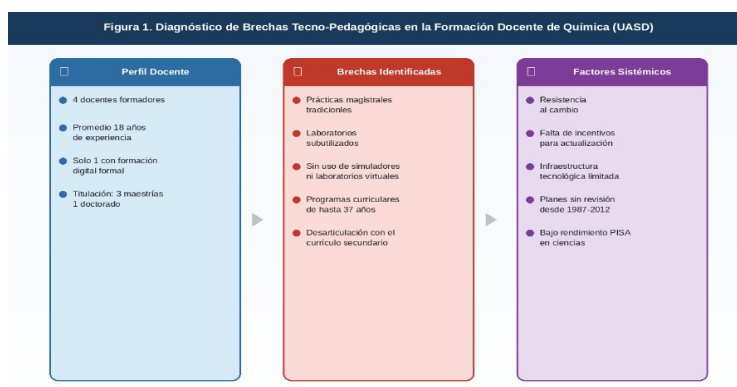
Hallazgos

Perfil Tecno-Pedagógico de los Docentes Formadores

Los hallazgos revelan que los cuatro docentes formadores participantes poseen titulación de posgrado (tres con maestría y uno con doctorado en ciencias), con una experiencia docente promedio de dieciocho años. Sin embargo, su formación en competencias digitales y pedagógicas específicas para la enseñanza con TIC es escasa o nula. Solo uno de los cuatro docentes había participado en alguna capacitación formal en herramientas digitales para la enseñanza durante los últimos cinco años.

Cuando se les preguntó sobre las herramientas tecnológicas que integran en sus clases de química, las respuestas más frecuentes fueron el uso de presentaciones en PowerPoint y la proyección de videos en YouTube. Ninguno de los docentes reportó utilizar simuladores moleculares, laboratorios virtuales o plataformas de aprendizaje adaptativo, herramientas ampliamente documentadas en la literatura como recursos de alto valor para la enseñanza de la química (Ferrada-Bustamante et al., 2021; Lara Andrade et al., 2022). Este hallazgo coincide con los resultados de Martínez-Arguello et al. (2018) en el contexto colombiano.

Figura 1 Diagnóstico de brechas tecno-pedagógicas en la formación docente de química (UASD)



*Nota.*Elaboración propia a partir de los datos cualitativos obtenidos mediante entrevistas a profundidad, observación etnográfica y revisión documental (UASD, 2022-2023). Los tres dominios analizados son: perfil tecno-pedagógico docente, brechas identificadas y factores sistémicos.

Prácticas Pedagógicas y Desafíos en la Enseñanza

La observación etnográfica reveló que las prácticas pedagógicas predominantes son de corte expositivo-magistral, centradas en la transmisión del conocimiento y con escasa participación activa de los estudiantes. Los laboratorios de química de la UASD, aunque disponibles, son subutilizados por falta de reactivos, equipamiento actualizado y, principalmente, por la poca confianza de los docentes en la gestión de prácticas experimentales innovadoras. Los docentes entrevistados reconocieron esta limitación y la atribuyeron, entre otras causas, a la resistencia institucional al cambio y a la falta de incentivos para la actualización pedagógica.

Un hallazgo particularmente relevante fue la brecha identificada entre los programas de las asignaturas de química de la carrera de Educación Mención Biología y Química de la UASD algunos elaborados en 1987 y los contenidos del currículo vigente de química de quinto grado del nivel secundario dominicano, que opera bajo el enfoque de competencias. Esta desarticulación curricular produce que los egresados presenten dificultades al integrarse al sistema educativo, confirmando los señalamientos del Instituto de Evaluación de la Calidad Educativa (INECE, 2020) y los resultados históricos de las pruebas PISA.

Configuración del Constructo Holístico Tecno-Innovador (CHTI)

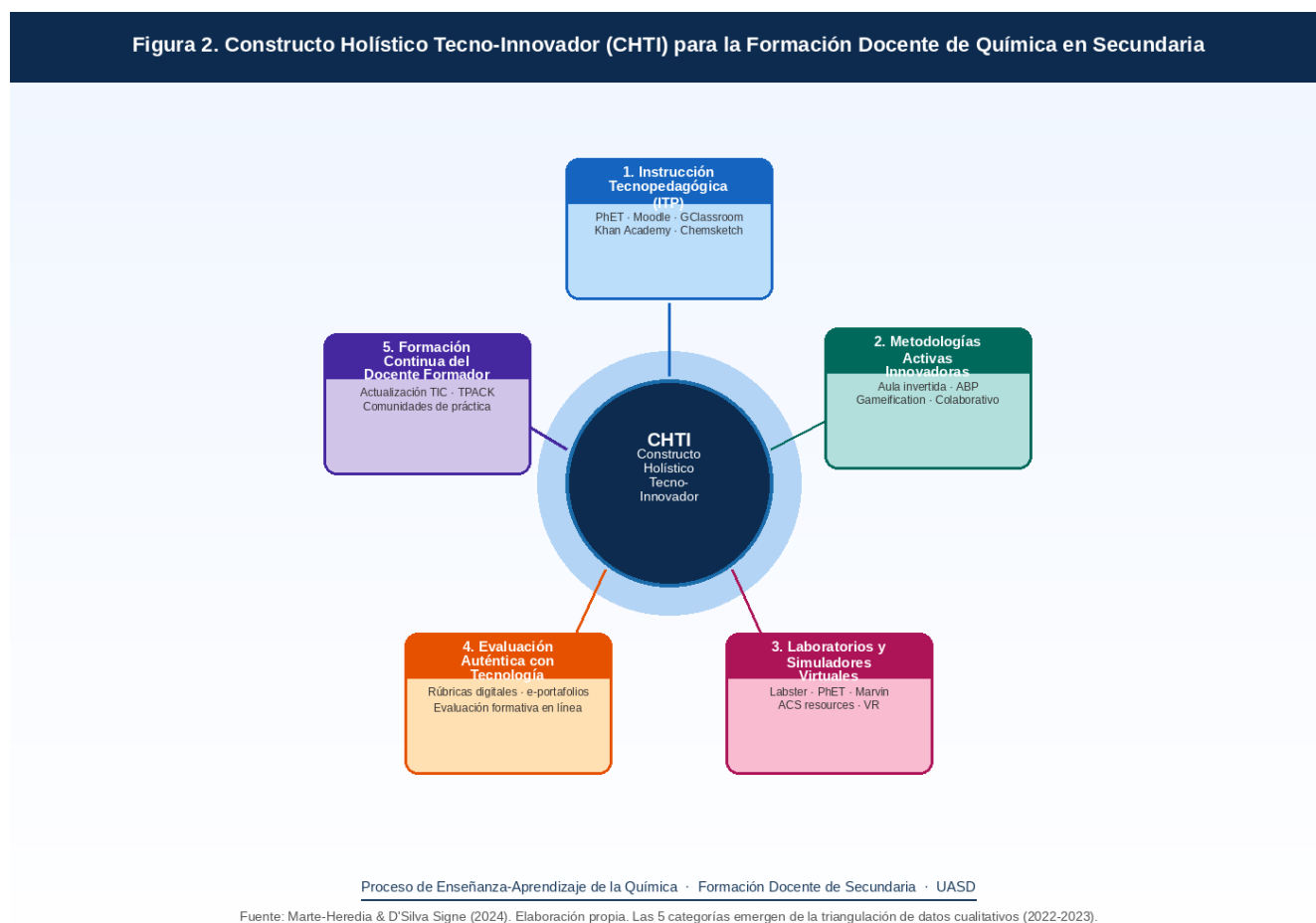
A partir de la triangulación de los datos recolectados y los referentes teóricos, emergieron cinco categorías estructurantes del CHTI: (1) Instrucción Tecnopedagógica (ITP), (2) Metodologías Activas Innovadoras, (3) Laboratorios y Simuladores Virtuales, (4) Evaluación Auténtica con Tecnología, y (5) Formación Continua del Docente Formador. Estas categorías se articulan de forma holística, sin jerarquías rígidas, en una relación de interdependencia que sustenta el modelo.

La Instrucción Tecnopedagógica (ITP) integra el conocimiento disciplinar de la química con herramientas digitales (simuladores como PhET Interactive Simulations, ChemsSketch, Marvin Sketch, plataformas como Moodle, Google Classroom y Khan Academy) y estrategias pedagógicas activas (aprendizaje basado en problemas, aula invertida, aprendizaje colaborativo). Las Metodologías Activas Innovadoras incluyen el aula invertida documentada por Jato-Canales et al. (2021) para las reacciones químicas, la gamificación propuesta por

Zabala (2020) y el aprendizaje basado en proyectos para contextualizar los contenidos de química en la realidad dominicana.

Los Laboratorios y Simuladores Virtuales, como PhET (University of Colorado), Labster y los recursos de la American Chemical Society, permiten superar las limitaciones de infraestructura física y recrear experiencias experimentales en entornos digitales seguros y accesibles. Este componente resultó especialmente valorado por los docentes al comprender, durante el proceso investigativo, el potencial pedagógico de estas herramientas para la visualización de estructuras moleculares, reacciones y fenómenos químicos abstractos. La Figura 2 representa de forma integrada las cinco categorías del CHTI y su articulación holística.

Figura 2 Constructo Holístico Tecno-Innovador (CHTI) para la formación docente de química en secundaria



Nota. Elaboración propia. Las cinco categorías emergen de la triangulación de datos cualitativos (entrevistas, observación etnográfica y revisión documental, UASD 2022-2023). ITP = Instrucción Tecnopedagógica; ABP = Aprendizaje Basado en Problemas; TPACK = Technological Pedagogical Content Knowledge.

Discusión

Los hallazgos de esta investigación confirman y amplían los resultados de estudios previos sobre la enseñanza de la química en la formación docente latinoamericana. La brecha tecnopedagógica identificada en la UASD guarda correspondencia con los hallazgos de Martínez-Arguello et al. (2018) en Colombia y de Galiano y Sevillano García (2015) en Argentina, quienes documentaron la persistencia de prácticas magistrales tradicionales y el uso limitado de TIC en la formación de profesores de química. No obstante, el presente estudio aporta una perspectiva más amplia al evidenciar que la problemática no es solo de competencias individuales, sino también de desarticulación sistémica entre los programas universitarios y el currículo escolar vigente.

La configuración del CHTI como modelo emergente de la investigación dialoga con las propuestas de Echeverría (2023) sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido y con el marco TPACK de Mishra y Koehler (2006), al integrar tecnología, pedagogía y contenido en un constructo unificado. Sin embargo, el CHTI va más allá de estos marcos al incorporar la dimensión holística que articula la historia y filosofía de la química siguiendo a Quintanilla-Gatica et al. (2022), las competencias socioemocionales del docente y la pertinencia curricular contextualizada.

Un aspecto central que emerge de la discusión es el rol del docente formador como agente de cambio. Los participantes del estudio mostraron, a lo largo del proceso investigativo, una progresiva apertura hacia la innovación tecnopedagógica al experimentar personalmente con simuladores y herramientas digitales durante las sesiones de entrevista y observación. Este hallazgo coincide con la perspectiva de Deroncele et al. (2021) sobre la importancia de la experiencia directa con las TIC para superar la resistencia al cambio, y subraya que la formación continua del docente formador es una condición sine qua non para la implementación sostenible del CHTI.

En este punto vale la pena recordar que la pandemia de COVID-19, a pesar de haber representado una crisis sin precedentes para el sistema educativo dominicano (UNESCO, 2020; BID, 2020), también actuó como catalizador de una reflexión profunda sobre las limitaciones pedagógicas y tecnológicas del modelo formativo vigente. El CHTI recoge esta lección y propone una respuesta estructural que no solo responde a la emergencia sanitaria, sino que anticipa los desafíos de la educación del siglo XXI.

En términos de impacto potencial, la implementación del CHTI en la UASD seguramente y por los hallazgos indican podrá contribuir a mejorar los resultados de los estudiantes de secundaria en química históricamente bajos en las pruebas nacionales e internacionales (INECE, 2020) al elevar la calidad de la formación de sus docentes. Esto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 4) y con la Agenda 2030 de la UNESCO, que establecen la calidad docente como condición fundamental para una educación de calidad para todos.

Conclusiones

La presente investigación permite concluir que la configuración del Constructo Holístico Tecno-Innovador (CHTI) responde a las necesidades reales del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en la formación de docentes de secundaria de la UASD, identificadas mediante un riguroso proceso de diagnóstico cualitativo. Las cinco categorías estructurantes del CHTI Instrucción Tecnopedagógica, Metodologías Activas Innovadoras, Laboratorios y Simuladores Virtuales, Evaluación Auténtica con Tecnología, y Formación Continua del Docente Formador configuran un modelo coherente, viable y pertinente para la realidad educativa dominicana.

Las principales brechas identificadas resistencia al cambio, desactualización curricular y escasa integración de TIC no son problemas individuales de los docentes, sino expresión de un sistema formativo que requiere una transformación profunda e integral. El CHTI propone precisamente esa transformación, desde una perspectiva holística que reconoce la complejidad del proceso educativo y la necesaria articulación entre sus múltiples dimensiones.

La investigación confirma que la integración efectiva de TIC en la enseñanza de la química no es un fin en sí mismo, sino un medio para promover aprendizajes significativos, desarrollar competencias científicas y tecnológicas, y formar docentes de química capaces de responder a las demandas de un entorno educativo en constante transformación. El CHTI constituye un aporte concreto y fundamentado para avanzar en esta dirección en la UASD y, potencialmente, en otras instituciones de formación docente de la región.

Como líneas futuras de investigación, se propone: (a) el diseño e implementación de una propuesta curricular basada en el CHTI para la carrera de Educación Mención Biología y Química de la UASD; (b) el estudio longitudinal del impacto del CHTI en las competencias de los egresados que se insertan al sistema educativo; y (c) la validación del modelo en otros contextos de formación docente en química de la región latinoamericana.

Referencias

- Álvarez Gómez, M., García, L., & Pérez, R. (2021). Formación continua del profesorado y calidad educativa en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, 85(2), 45-67. <https://doi.org/10.35362/rie8524116>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). La educación en tiempos del coronavirus: Los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante COVID-19. BID.
- Deroncele, A., Medina, P., & Gross, R. (2021). Gestión de potencialidades formativas en la persona: Reflexión epistémica y develamiento de principios ontometodológicos. *Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16.
- Echeverría, M. (2023). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en la formación inicial de profesores de química: Un análisis centrado en los procesos reflexivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(1), 89-108. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1893>
- Ferrada-Bustamante, V., González-Oro, N., Ibaceta-Quijanes, Y., & Vargas-Díaz, K. (2021). La práctica pedagógica mediada por TIC: Una mirada desde las concepciones de los docentes. *Formación Universitaria*, 14(1), 95-104. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000100095>
- Galiano, J., & Sevillano García, M. L. (2015). Estrategias de enseñanza de la química en la formación inicial del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 25-40. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1327>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill.
- Instituto de Evaluación de la Calidad Educativa [INECE]. (2020). Informe de resultados de evaluaciones diagnósticas en ciencias naturales. Ministerio de Educación de la República Dominicana.
- Instituto Superior de Formación Docente Salomé Ureña [ISFODOSU]. (2023). Informe de capacitación docente pospandemia en la República Dominicana. ISFODOSU.
- Jato-Canales, J., Ramos, L., & Pérez, M. (2021). Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica Reacciones Químicas de quinto grado del Nivel Secundario. *Revista Ciencia y Educación*, 5(3), 14-29. <https://doi.org/10.22206/cyed.2021.v5i3.pp14-29>

- Lara Andrade, I., Méndez, J., & Torres, R. (2022). Recursos digitales para la enseñanza de la química en educación superior: Una revisión sistemática. *Revista Educación Química*, 33(2), 58-75. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.2>
- Macanchí Pico, M. L., Orozco Crespo, E., & Campoverde Encalada, M. A. (2020). Innovación educativa, pedagógica y didáctica. Concepciones para la práctica en la educación superior. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 396-403.
- Maila-Álvarez, P., Rosero-Morales, E., & Castro-Bungacho, S. (2020). Estrategias lúdicas en el aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica. *Conrado*, 16(77), 126-132.
- Marte-Heredia, R. I. (2023). Constructo Holístico Tecno-Innovador (CHTI) para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en la formación de docentes de secundaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo [Tesis doctoral]. Universidad Benito Juárez.
- Martínez-Arguello, A. M., Hinojo-Lucena, F. J., & Díaz, I. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje por parte de los profesores de química. *Información Tecnológica*, 29(2), 41-52. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000200041>
- 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>
- Molina, M. F. (2022). Formación de profesores de química: Perspectivas epistemológicas y didácticas. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 51, 11-28. <https://doi.org/10.17227/ted.num51-12540>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2017). *Guía para el desarrollo de políticas docentes*. UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2020). *Education: From disruption to recovery*. UNESCO.
- Orlik, Y. (2002). *Química: Métodos activos de enseñanza y aprendizaje*. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Pedro, F. (2020). Formación inicial docente y calidad educativa. *Perfiles Educativos*, 42(168), 3-19. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168>

Picón, G. A., González de Caballero, G. K., & Paredes, J. N. (2021). Desempeño y formación docente en competencias digitales en clases no presenciales durante la pandemia COVID-19. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 1-26. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.358

Quintanilla-Gatica, M., Joglar-Campos, C., & Labarrere-Sarduy, A. (2022). La historia y la filosofía de la química en la formación inicial del profesorado de química. *Educación Química*, 33(3), 77-98. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.3>

Rodríguez Arteché, I. (2018). Propuesta formativa de didáctica de la química: Las actividades indagatorias para la educación secundaria como problema profesional [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2.a ed.). Sage Publications.

Suckel, M., Campos, J., Rodríguez, F., & Díaz, A. (2020). Articulación teoría-práctica en la formación inicial docente. *Cadernos de Pesquisa*, 50(175), 214-232. <https://doi.org/10.1590/198053146840>

Zabala, W. (2020). Unidad didáctica para la enseñanza de nomenclatura química inorgánica basada en la teoría de las inteligencias múltiples a partir de la lúdica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 20(3), 1-25. <https://doi.org/10.15517/aie.v20i3.43074>

Declaración del uso de herramientas de Inteligencia Artificial generativa:

Declaración del uso de herramientas de Inteligencia Artificial generativa: Para la elaboración y revisión del presente artículo se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial generativa como apoyo auxiliar en tareas de organización textual, mejora de la claridad expositiva, revisión de estilo académico y formulación preliminar de algunos apartados. El uso de estas herramientas no sustituyó el análisis, la interpretación de los datos ni la responsabilidad intelectual de las personas autoras. Todo el contenido generado o sugerido mediante IA fue revisado, contrastado, editado y validado por las autoras, quienes asumen plena responsabilidad por la versión final del manuscrito, sus argumentos, resultados, citas, referencias y conclusiones. La IA no fue empleada como autora ni coautora del trabajo, ni para producir datos empíricos, alterar evidencias o modificar los hallazgos derivados del proceso investigativo.