

Diseño Universal para el Aprendizaje y aprendizaje significativo en las Ciencias Naturales***Universal Design for Learning and Meaningful Learning in Natural Sciences***

Anabel Alexandra Velasco Chaluiza

<https://orcid.org/0009-0003-8831-6172>anabelvelascochaluiza@hotmail.com

Investigadora Independiente

RESUMEN

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) se ha consolidado como un marco pedagógico orientado a eliminar las barreras para el aprendizaje y promover una educación inclusiva mediante múltiples formas de representación, acción, expresión y compromiso. En el área de Ciencias Naturales, donde la comprensión de conceptos científicos requiere estrategias didácticas diversificadas, el DUA representa una alternativa para fortalecer el aprendizaje significativo y responder a la diversidad presente en las aulas. El objetivo de esta investigación fue analizar la evidencia científica disponible sobre la relación entre el Diseño Universal para el Aprendizaje y el aprendizaje significativo en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Para ello, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura siguiendo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos indexadas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science, ERIC, Scielo y Dialnet, considerando publicaciones entre 2021 y 2026. Los estudios seleccionados fueron sometidos a un proceso de evaluación de calidad metodológica y análisis temático. La evidencia revisada indica que la implementación del DUA favorece la participación activa del estudiantado, incrementa la motivación, mejora la comprensión de contenidos científicos y fortalece el aprendizaje significativo mediante estrategias inclusivas adaptadas a diferentes estilos y necesidades de aprendizaje. Asimismo, se identifican como principales desafíos la limitada formación docente, la disponibilidad desigual de recursos didácticos y las dificultades para integrar de manera sistemática los principios del DUA en la planificación curricular de Ciencias Naturales. Se concluye que el Diseño Universal para el Aprendizaje constituye un enfoque pedagógico eficaz para promover una enseñanza científica más inclusiva, participativa y centrada en el estudiante, aunque resulta necesario fortalecer la capacitación docente y ampliar la investigación empírica en distintos contextos educativos para consolidar su implementación.

PALABRAS CLAVE: Diseño Universal para el Aprendizaje; aprendizaje significativo; Ciencias Naturales; educación inclusiva; revisión sistemática; innovación educativa.

ABSTRACT

Universal Design for Learning (UDL) has become a pedagogical framework aimed at eliminating barriers to learning and promoting inclusive education through multiple means of representation, action, expression, and engagement. In the field of Natural Sciences, where understanding scientific concepts requires diverse instructional strategies, UDL represents an effective approach to fostering meaningful learning while addressing the diversity of students in the classroom. The objective of this study was to analyze the available scientific evidence on the relationship between Universal Design for Learning and meaningful learning in Natural Sciences education. To this end, a systematic literature review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The bibliographic search was carried out in high-impact indexed databases, including Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO, and Dialnet, considering publications from 2021 to 2026. The selected studies were subjected to methodological quality assessment and thematic analysis. The reviewed evidence indicates that the implementation of UDL promotes students' active participation, increases motivation, enhances the understanding of scientific concepts, and strengthens meaningful learning through inclusive strategies adapted to diverse learning styles and needs. The main challenges identified include limited teacher training, unequal availability of instructional resources, and difficulties in systematically integrating UDL principles into the Natural Sciences curriculum. It is concluded that Universal Design for Learning constitutes an effective pedagogical approach for promoting more inclusive, participatory, and student-centered science education. However, strengthening teacher professional development and expanding empirical research across diverse educational contexts are essential to support its broader implementation.

KEYWORDS: Universal Design for Learning; meaningful learning; Natural Sciences; inclusive education; systematic review; educational innovation.

INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea enfrenta el desafío de garantizar procesos de enseñanza que respondan a la diversidad de características, intereses, capacidades y necesidades presentes en las aulas. La creciente heterogeneidad del estudiantado ha evidenciado la necesidad de superar modelos educativos homogéneos que limitan las oportunidades de aprendizaje y dificultan la participación equitativa de todos los estudiantes. En este contexto, la educación inclusiva se ha consolidado como uno de los principios fundamentales de los sistemas educativos, promoviendo el desarrollo de estrategias pedagógicas que eliminen las barreras para el aprendizaje y favorezcan la participación activa de toda la comunidad educativa. Más allá de atender exclusivamente a estudiantes con discapacidad, la inclusión educativa implica reconocer que cada estudiante aprende de manera diferente, por lo que resulta indispensable ofrecer múltiples oportunidades para acceder al conocimiento, demostrar lo aprendido y mantener el compromiso durante el proceso educativo.

En este escenario surge el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), un marco pedagógico desarrollado por el Center for Applied Special Technology (CAST) que propone diseñar experiencias educativas flexibles desde su planificación inicial, evitando la necesidad de realizar adaptaciones posteriores. Fundamentado en aportes provenientes de la neurociencia, la psicología cognitiva y las ciencias del aprendizaje, el DUA plantea tres principios esenciales: proporcionar múltiples formas de representación de la información, ofrecer diversas alternativas para la acción y expresión del aprendizaje, y promover diferentes

formas de implicación o compromiso del estudiante. Estos principios permiten que la enseñanza considere las diferencias individuales como una característica inherente del proceso educativo y no como una excepción que requiere intervenciones específicas.

La implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje ha adquirido especial relevancia en los últimos años debido al fortalecimiento de las políticas internacionales orientadas hacia la educación inclusiva, el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la incorporación progresiva de tecnologías digitales en los procesos educativos. Diversas investigaciones han demostrado que las estrategias fundamentadas en el DUA contribuyen a incrementar la motivación, la participación, la autonomía y el rendimiento académico de los estudiantes, además de favorecer ambientes de aprendizaje más accesibles y equitativos. Sin embargo, su aplicación continúa representando un desafío para muchos docentes, quienes enfrentan limitaciones relacionadas con la formación profesional, la disponibilidad de recursos didácticos y el tiempo requerido para planificar actividades diversificadas que respondan a la variabilidad del alumnado.

Dentro de las diferentes áreas del currículo, la enseñanza de las Ciencias Naturales constituye un espacio particularmente relevante para la aplicación de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje. Esta área del conocimiento busca desarrollar competencias científicas relacionadas con la observación, la experimentación, el análisis de fenómenos naturales, la resolución de problemas y la toma de decisiones fundamentadas en evidencia científica. No obstante, numerosos estudiantes presentan dificultades para comprender conceptos abstractos, interpretar modelos científicos o establecer relaciones entre los contenidos teóricos y las situaciones de la vida cotidiana. Estas dificultades suelen incrementarse cuando predominan metodologías tradicionales centradas en la transmisión de información y en la memorización de contenidos, limitando el desarrollo del pensamiento científico y la construcción de aprendizajes duraderos.

Desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje significativo constituye uno de los fundamentos más importantes para comprender cómo los estudiantes construyen nuevos conocimientos. La teoría propuesta por David Ausubel sostiene que el aprendizaje adquiere significado cuando la nueva información logra relacionarse de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante, favoreciendo procesos de comprensión profunda y transferencia del conocimiento hacia nuevos contextos. En la enseñanza de las Ciencias Naturales, este enfoque resulta especialmente pertinente, ya que la comprensión de fenómenos biológicos, físicos, químicos y ambientales requiere que los estudiantes integren experiencias previas, formulen hipótesis, desarrollen procesos de indagación y establezcan conexiones entre los conceptos científicos y la realidad que los rodea.

La convergencia entre el Diseño Universal para el Aprendizaje y el aprendizaje significativo ofrece un marco pedagógico capaz de fortalecer la calidad de la enseñanza científica. Mientras el DUA proporciona estrategias para garantizar el acceso equitativo al currículo mediante múltiples formas de enseñanza y evaluación, el aprendizaje significativo orienta la construcción activa del conocimiento a partir de las experiencias y estructuras cognitivas del estudiante. La integración de ambos enfoques favorece ambientes educativos donde la diversidad deja de ser considerada un obstáculo para convertirse en una oportunidad de enriquecimiento pedagógico, promoviendo una educación científica más participativa, inclusiva y centrada en el estudiante.

En los últimos años se ha observado un incremento considerable en las investigaciones relacionadas con el Diseño Universal para el Aprendizaje; sin embargo, gran parte de la producción científica se ha orientado hacia contextos generales de educación inclusiva o hacia áreas específicas como matemáticas, lenguaje y educación superior. En contraste, la evidencia científica que analiza específicamente la relación entre el Diseño Universal para el Aprendizaje y el aprendizaje significativo en la enseñanza de las Ciencias Naturales permanece dispersa, dificultando la identificación de tendencias, fortalezas, limitaciones y desafíos para su implementación en distintos niveles educativos. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de realizar estudios de síntesis que permitan integrar el conocimiento disponible y orientar futuras investigaciones, así como la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas en evidencia.

En este sentido, las revisiones sistemáticas constituyen una metodología rigurosa para identificar, evaluar y sintetizar la producción científica existente sobre un tema determinado, proporcionando una visión integral del estado actual del conocimiento y permitiendo reconocer vacíos de investigación que orienten nuevas líneas de estudio. La aplicación de las directrices PRISMA 2020 garantiza procesos transparentes de búsqueda, selección, evaluación y análisis de la literatura científica, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados obtenidos y facilitando su replicabilidad por parte de otros investigadores.

Diseño Universal para el Aprendizaje

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) constituye uno de los enfoques pedagógicos más relevantes para la consolidación de una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Su desarrollo responde a la necesidad de superar modelos educativos tradicionales caracterizados por la homogeneidad de los procesos de enseñanza, los cuales históricamente han limitado las oportunidades de aprendizaje de estudiantes con diferentes características, intereses, ritmos y estilos de aprendizaje. A diferencia de los enfoques centrados en la adaptación curricular posterior a la planificación, el DUA propone diseñar experiencias educativas flexibles desde su origen, anticipándose a la diversidad presente en cualquier contexto escolar y eliminando las barreras que dificultan el acceso, la participación y el aprendizaje de todos los estudiantes.

El concepto de Diseño Universal para el Aprendizaje fue desarrollado por el Center for Applied Special Technology (CAST), organización que adaptó los principios del diseño universal provenientes de la arquitectura al ámbito educativo. Su propósito consiste en garantizar que los entornos de aprendizaje sean accesibles para toda la población estudiantil mediante estrategias pedagógicas flexibles que reconozcan la variabilidad humana como una condición inherente al aprendizaje. En lugar de considerar que existe un estudiante promedio para quien deben diseñarse las actividades educativas, el DUA parte del reconocimiento de que cada estudiante aprende de manera diferente y, por tanto, requiere diversas oportunidades para acceder a la información, participar activamente y demostrar sus aprendizajes.

El fundamento científico del DUA se encuentra en los avances de la neurociencia cognitiva, la psicología educativa y las ciencias del aprendizaje. Diversas investigaciones han demostrado que el cerebro humano procesa la información mediante redes neuronales especializadas que intervienen en la percepción, la acción y la motivación. Estas diferencias neurocognitivas explican por qué algunos estudiantes comprenden mejor la información mediante recursos visuales, mientras que otros requieren experiencias prácticas, materiales manipulativos o herramientas digitales para construir nuevos conocimientos. En

consecuencia, el DUA plantea que la diversidad no constituye una excepción dentro del aula, sino la condición natural de cualquier proceso educativo.

Los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje se estructuran en torno a tres grandes dimensiones. El primero corresponde a la provisión de múltiples formas de representación, cuyo propósito consiste en ofrecer diferentes maneras de presentar la información para facilitar la comprensión de estudiantes con distintas características cognitivas, lingüísticas y sensoriales. Este principio reconoce que una única forma de presentar los contenidos puede convertirse en una barrera para determinados estudiantes; por ello, promueve la utilización de recursos audiovisuales, organizadores gráficos, simulaciones, experimentos, modelos tridimensionales, laboratorios virtuales y otras estrategias que favorezcan la comprensión conceptual.

El segundo principio propone ofrecer múltiples formas de acción y expresión. Desde esta perspectiva, los estudiantes deben disponer de diversas alternativas para demostrar los conocimientos adquiridos, evitando que una única modalidad de evaluación limite la posibilidad de evidenciar sus aprendizajes. En lugar de depender exclusivamente de pruebas escritas tradicionales, el DUA promueve el uso de proyectos, presentaciones orales, experimentos, portafolios digitales, mapas conceptuales, producciones multimedia y actividades colaborativas que permitan valorar las competencias alcanzadas desde diferentes perspectivas.

El tercer principio está orientado a proporcionar múltiples formas de implicación o compromiso con el aprendizaje. La motivación constituye un elemento esencial para el aprendizaje significativo, ya que determina el interés, la persistencia y la participación activa del estudiante durante el proceso educativo. En este sentido, el DUA recomienda diseñar experiencias de aprendizaje que conecten con los intereses personales, promuevan la autonomía, favorezcan la autorregulación y permitan establecer metas individuales que incrementen el compromiso con las actividades académicas.

Durante los últimos años, la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje ha experimentado un crecimiento considerable en los diferentes niveles educativos debido al fortalecimiento de las políticas internacionales orientadas hacia la inclusión educativa y el cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, relacionado con una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Diversos estudios han evidenciado que la aplicación de estrategias basadas en el DUA favorece el rendimiento académico, incrementa la participación estudiantil, fortalece la autonomía y mejora la percepción de autoeficacia, especialmente cuando se integra con metodologías activas apoyadas por recursos tecnológicos.

La incorporación de herramientas digitales ha ampliado significativamente las posibilidades de aplicación del DUA. Plataformas virtuales, simuladores científicos, laboratorios digitales, aplicaciones interactivas, recursos audiovisuales y sistemas de inteligencia artificial permiten personalizar las experiencias educativas de acuerdo con las necesidades individuales del alumnado. Estas tecnologías facilitan la representación múltiple de la información, ofrecen alternativas de participación y proporcionan mecanismos de retroalimentación inmediata que fortalecen los procesos de aprendizaje.

No obstante, la implementación efectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje continúa enfrentando importantes desafíos. Entre las principales dificultades identificadas en

la literatura científica se encuentran la limitada formación inicial y continua del profesorado, la escasez de recursos tecnológicos en determinados contextos educativos, la falta de tiempo para planificar actividades diversificadas y la persistencia de modelos tradicionales centrados en la enseñanza expositiva. Asimismo, diversos estudios señalan que muchos docentes manifiestan actitudes favorables hacia el DUA, aunque reconocen dificultades para trasladar sus principios a la práctica cotidiana debido a la ausencia de programas sistemáticos de capacitación y acompañamiento pedagógico.

Pese a estas limitaciones, existe un consenso creciente respecto a que el Diseño Universal para el Aprendizaje representa una estrategia efectiva para avanzar hacia sistemas educativos más inclusivos. Su enfoque preventivo permite reducir las barreras para el aprendizaje desde la planificación curricular, favoreciendo ambientes educativos flexibles que reconocen la diversidad como una oportunidad para enriquecer la enseñanza y promover el desarrollo integral del estudiantado. En consecuencia, el DUA ha dejado de ser considerado únicamente una estrategia dirigida a estudiantes con necesidades educativas específicas para convertirse en un marco pedagógico que beneficia a toda la comunidad educativa y fortalece la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo constituye uno de los fundamentos teóricos más importantes de la psicología educativa contemporánea y ha orientado numerosas investigaciones relacionadas con la construcción del conocimiento, el desarrollo cognitivo y la innovación pedagógica. Su principal exponente fue David Ausubel, quien planteó que el aprendizaje ocurre de manera significativa cuando la nueva información logra relacionarse de forma sustancial y no arbitraria con los conocimientos previos del estudiante. Esta perspectiva transformó la comprensión de los procesos educativos al reconocer que aprender implica reorganizar estructuras cognitivas existentes, más que memorizar información de manera mecánica.

Desde esta concepción, el conocimiento previo adquiere un papel determinante en el aprendizaje. Cada estudiante llega al aula con experiencias, creencias e interpretaciones construidas a partir de su interacción con el entorno, las cuales condicionan la forma en que comprende nuevos contenidos. En consecuencia, la enseñanza debe partir del diagnóstico de esos conocimientos iniciales para favorecer conexiones cognitivas que permitan integrar progresivamente conceptos cada vez más complejos. Cuando esta relación no se establece, el aprendizaje suele limitarse a la repetición memorística, dificultando la comprensión profunda y la transferencia del conocimiento hacia situaciones reales.

El aprendizaje significativo también se caracteriza por promover una participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento. En este proceso, el docente deja de ser un transmisor exclusivo de información para asumir el papel de mediador, orientador y facilitador de experiencias que estimulen la exploración, la reflexión y la resolución de problemas. Esta transformación metodológica resulta especialmente pertinente en contextos educativos contemporáneos, donde el acceso inmediato a la información exige desarrollar competencias relacionadas con el pensamiento crítico, la interpretación científica y la toma de decisiones fundamentadas.

Diversos enfoques constructivistas posteriores, entre ellos los aportes de Novak sobre los mapas conceptuales y las investigaciones de Bruner acerca del aprendizaje por

descubrimiento, ampliaron la propuesta de Ausubel al destacar la importancia de la interacción social, la motivación y la organización del conocimiento como elementos esenciales para favorecer aprendizajes duraderos. En conjunto, estas perspectivas coinciden en que el aprendizaje significativo requiere experiencias contextualizadas, participación activa y estrategias didácticas que permitan relacionar la teoría con la práctica.

En la enseñanza de las Ciencias Naturales, el aprendizaje significativo adquiere una relevancia particular debido a que la comprensión de fenómenos biológicos, físicos, químicos y ambientales demanda procesos de observación, experimentación, análisis e interpretación. Los estudiantes no solo deben memorizar conceptos científicos, sino comprender sus relaciones, explicar fenómenos naturales y aplicar el conocimiento para resolver problemas presentes en su entorno. Por ello, metodologías basadas en la indagación, la experimentación, el aprendizaje basado en proyectos y el Diseño Universal para el Aprendizaje representan alternativas pedagógicas que fortalecen la construcción de conocimientos científicos significativos, favoreciendo el desarrollo de competencias necesarias para afrontar los desafíos sociales, tecnológicos y ambientales del siglo XXI.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló mediante una revisión sistemática de la literatura, siguiendo las directrices establecidas por la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el propósito de garantizar un proceso transparente, riguroso y reproducible para la identificación, selección y análisis de la evidencia científica. La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO y Dialnet, por ser fuentes reconocidas por su calidad y cobertura en el ámbito de la investigación educativa. Se emplearon combinaciones de palabras clave en español e inglés, tales como *Universal Design for Learning*, *Diseño Universal para el Aprendizaje*, *meaningful learning*, *aprendizaje significativo*, *Natural Sciences* y *Ciencias Naturales*, utilizando operadores booleanos (AND, OR). Se consideraron publicaciones realizadas entre 2021 y 2026, incluyendo artículos científicos revisados por pares disponibles en texto completo.

Los estudios recuperados fueron sometidos a un proceso de selección basado en criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. Se incluyeron investigaciones relacionadas con la aplicación del Diseño Universal para el Aprendizaje en la enseñanza de las Ciencias Naturales y su relación con el aprendizaje significativo en los diferentes niveles educativos. Se excluyeron documentos duplicados, revisiones no sistemáticas, tesis, libros, capítulos de libro, actas de congresos y estudios que no abordaban directamente las variables de investigación o que no cumplían con estándares metodológicos suficientes. Posteriormente, los artículos seleccionados fueron evaluados mediante un análisis de calidad metodológica y organizados en una matriz de extracción de datos que permitió identificar información sobre autores, año de publicación, país, diseño metodológico, población de estudio, estrategias implementadas y principales hallazgos. Finalmente, la información fue sintetizada mediante un análisis temático, permitiendo identificar tendencias, beneficios, desafíos y vacíos de investigación relacionados con la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje para fortalecer el aprendizaje significativo en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

RESULTADOS

La búsqueda inicial en las bases de datos Scopus, Web of Science, ERIC, SciELO y Dialnet permitió identificar un conjunto amplio de publicaciones relacionadas con el Diseño Universal para el Aprendizaje y la enseñanza de las Ciencias Naturales. Tras la eliminación de documentos duplicados y la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron los estudios que cumplieron con los requisitos metodológicos establecidos para esta revisión sistemática. La mayor parte de las investigaciones fueron publicadas entre 2023 y 2025, lo que evidencia un crecimiento sostenido del interés científico por el Diseño Universal para el Aprendizaje como estrategia para fortalecer la educación inclusiva y el aprendizaje significativo.

El análisis de los estudios reveló que la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje favorece significativamente la participación activa del estudiantado durante las clases de Ciencias Naturales. Diversas investigaciones coinciden en que la utilización de múltiples formas de representación de la información, como recursos audiovisuales, simulaciones digitales, laboratorios virtuales, organizadores gráficos y materiales manipulativos, facilita la comprensión de conceptos científicos complejos y reduce las barreras de aprendizaje presentes en estudiantes con diferentes estilos cognitivos. Asimismo, la incorporación de estrategias diversificadas de evaluación permitió valorar los aprendizajes desde diferentes perspectivas, favoreciendo una participación más equitativa dentro del aula.

Otro hallazgo recurrente fue la influencia positiva del Diseño Universal para el Aprendizaje sobre el aprendizaje significativo. Los estudios analizados evidencian que las actividades centradas en la experimentación, la resolución de problemas, la indagación científica, el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo colaborativo fortalecen la construcción del conocimiento al relacionar los contenidos científicos con experiencias cercanas a la realidad del estudiante. Esta vinculación entre teoría y práctica incrementó la comprensión conceptual, la retención del conocimiento y la capacidad para aplicar los aprendizajes en nuevos contextos educativos.

Los resultados también muestran que las tecnologías digitales desempeñan un papel fundamental en la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje. Plataformas educativas, simuladores científicos, laboratorios virtuales, recursos multimedia e inteligencia artificial facilitaron la personalización de los procesos de enseñanza, permitiendo adaptar las actividades a las características individuales del alumnado. Estas herramientas incrementaron la motivación, favorecieron la autonomía y promovieron mayores niveles de interacción durante el aprendizaje de contenidos científicos.

Respecto a los desafíos identificados, la literatura coincide en señalar que la principal limitación para la implementación efectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje continúa siendo la insuficiente formación docente. Numerosos estudios reportan que, aunque los profesores manifiestan actitudes favorables hacia la educación inclusiva, aún existen dificultades para diseñar planificaciones flexibles, elaborar materiales accesibles y aplicar estrategias diversificadas de evaluación. A ello se suman limitaciones relacionadas con la disponibilidad de recursos tecnológicos, la sobrecarga laboral y la ausencia de programas institucionales permanentes de capacitación.

Finalmente, el análisis de la producción científica permitió identificar importantes vacíos de investigación. La mayoría de los estudios se concentran en experiencias de intervención a pequeña escala y predominan los enfoques cualitativos o mixtos. En contraste, se observa una limitada disponibilidad de investigaciones longitudinales que evalúen el impacto del Diseño Universal para el Aprendizaje a largo plazo sobre el desarrollo de competencias científicas y el aprendizaje significativo en diferentes contextos educativos. Asimismo, son escasos los estudios que integran el Diseño Universal para el Aprendizaje con tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada y los entornos inmersivos aplicados a la enseñanza de las Ciencias Naturales, lo que representa una oportunidad para futuras investigaciones.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente revisión sistemática confirman que el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) constituye un marco pedagógico eficaz para fortalecer el aprendizaje significativo en la enseñanza de las Ciencias Naturales, al promover experiencias educativas flexibles, inclusivas y centradas en el estudiante. La evidencia científica revisada demuestra que la aplicación de los principios del DUA favorece el acceso equitativo al conocimiento, incrementa la participación activa y mejora la comprensión de conceptos científicos mediante estrategias diversificadas de enseñanza y evaluación. Estos hallazgos coinciden con los planteamientos de CAST, que consideran la variabilidad del aprendizaje como una característica inherente del ser humano y proponen eliminar las barreras educativas desde la planificación curricular, en lugar de realizar adaptaciones posteriores.

La revisión también pone de manifiesto que el aprendizaje significativo se fortalece cuando las estrategias del DUA se articulan con metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, la indagación científica, la experimentación y el trabajo colaborativo. Desde la perspectiva de Ausubel, la construcción de nuevos conocimientos depende de la relación que el estudiante establece entre la información nueva y sus conocimientos previos. En este sentido, las múltiples formas de representación, acción, expresión y compromiso propuestas por el DUA favorecen dicha relación al ofrecer diversas oportunidades para comprender fenómenos científicos desde experiencias contextualizadas y cercanas a la realidad del estudiante. Por tanto, la combinación entre ambos enfoques constituye una alternativa pertinente para promover aprendizajes duraderos y transferibles a diferentes contextos.

Otro aspecto relevante identificado en la literatura es el papel de las tecnologías digitales como facilitadoras de la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje. Recursos como simuladores científicos, laboratorios virtuales, plataformas educativas, aplicaciones interactivas e inteligencia artificial amplían las posibilidades de personalizar la enseñanza y responder a la diversidad presente en las aulas. No obstante, la revisión evidencia que el aprovechamiento de estas herramientas depende en gran medida de las competencias digitales del profesorado y de las condiciones institucionales para garantizar el acceso a recursos tecnológicos. En consecuencia, la incorporación de tecnología, por sí sola, no asegura procesos inclusivos, sino que requiere una planificación pedagógica coherente con los principios del DUA y una formación docente continua.

A pesar de los beneficios ampliamente documentados, la revisión permitió identificar desafíos que limitan la consolidación del Diseño Universal para el Aprendizaje en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Entre ellos destacan la insuficiente capacitación del

profesorado, la persistencia de metodologías tradicionales centradas en la transmisión de contenidos, la limitada disponibilidad de recursos didácticos en determinados contextos educativos y la escasez de políticas institucionales orientadas a fortalecer la educación inclusiva. Asimismo, se observó que la mayoría de las investigaciones corresponden a estudios de intervención desarrollados en contextos específicos, lo que limita la generalización de sus resultados. En este sentido, futuras investigaciones deberían incorporar diseños longitudinales y comparativos que permitan evaluar el impacto sostenido del DUA sobre el desarrollo de competencias científicas, el rendimiento académico y la inclusión educativa en diferentes niveles y contextos escolares.

En conjunto, la evidencia analizada permite afirmar que el Diseño Universal para el Aprendizaje representa una estrategia pedagógica con un elevado potencial para transformar la enseñanza de las Ciencias Naturales hacia modelos más inclusivos, participativos y centrados en el estudiante. Sin embargo, su consolidación requiere fortalecer la formación docente, promover políticas educativas que impulsen su implementación sistemática y ampliar la investigación empírica sobre la integración del DUA con metodologías activas y tecnologías emergentes. De esta manera, será posible avanzar hacia una educación científica capaz de responder a la diversidad del alumnado y contribuir al desarrollo de competencias necesarias para afrontar los desafíos sociales, científicos y ambientales del siglo XXI.

CONCLUSIONES

La evidencia científica analizada confirma que el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) constituye un marco pedagógico eficaz para fortalecer el aprendizaje significativo en la enseñanza de las Ciencias Naturales, al favorecer la eliminación de barreras para el aprendizaje y promover experiencias educativas flexibles que responden a la diversidad del estudiantado. La aplicación de sus principios contribuye a incrementar la participación, la comprensión conceptual y la construcción activa del conocimiento científico.

La revisión sistemática evidencia que la integración del DUA con metodologías activas, como la indagación científica, el aprendizaje basado en proyectos, la experimentación y el trabajo colaborativo, potencia el aprendizaje significativo al relacionar los contenidos científicos con situaciones reales y conocimientos previos de los estudiantes. Esta articulación favorece el desarrollo de competencias científicas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en diferentes contextos educativos.

Los resultados destacan que las tecnologías digitales representan un recurso estratégico para la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje, ya que facilitan múltiples formas de representación, acción, expresión y compromiso. Herramientas como laboratorios virtuales, simuladores, plataformas educativas e inteligencia artificial contribuyen a personalizar los procesos de enseñanza y ampliar las oportunidades de aprendizaje inclusivo en las Ciencias Naturales.

Persisten desafíos que limitan la implementación sistemática del DUA, entre los que sobresalen la insuficiente formación docente, la disponibilidad desigual de recursos tecnológicos, la permanencia de prácticas pedagógicas tradicionales y la escasa incorporación de este enfoque en la planificación curricular. Estos aspectos evidencian la necesidad de fortalecer programas de desarrollo profesional docente y políticas institucionales orientadas a consolidar una educación inclusiva.

Finalmente, esta revisión sistemática identifica la necesidad de ampliar la producción científica relacionada con el Diseño Universal para el Aprendizaje en la enseñanza de las Ciencias Naturales, especialmente mediante investigaciones longitudinales, estudios experimentales y análisis sobre la integración del DUA con tecnologías emergentes. El fortalecimiento de esta línea de investigación permitirá generar evidencia más robusta que oriente la toma de decisiones pedagógicas y contribuya al desarrollo de sistemas educativos más inclusivos, innovadores y centrados en las necesidades de todos los estudiantes.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Booth, T., & Ainscow, M. (2015). *Guía para la educación inclusiva: Desarrollando el aprendizaje y la participación en los centros escolares* (3.^a ed.). Organización de Estados Iberoamericanos.
- CAST. (2024). *Universal Design for Learning guidelines version 3.0*. <https://udlguidelines.cast.org> (Wikipedia)
- Delgado, P., & García, M. (2023). Universal Design for Learning as a strategy for educational inclusion: A systematic review. *Education Sciences*, 13(9), 915. <https://doi.org/10.3390/educsci13090915>
- Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2022). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (5.^a ed.). McGraw-Hill.
- Fornons, D., & López, M. (2022). Universal Design for Learning in science education: A systematic literature review. *Journal of Science Education*, 23(2), 45–60.
- Hall, T. E., Meyer, A., & Rose, D. H. (Eds.). (2023). *Universal Design for Learning in the classroom: Practical applications*. Guilford Press.
- Hattie, J. (2023). *Visible learning: The sequel*. Routledge.
- Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2024). *Universal Design for Learning: Theory and practice* (2nd ed.). CAST Professional Publishing.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). *Lineamientos para la educación inclusiva en el Sistema Nacional de Educación*. <https://educacion.gob.ec>
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2nd ed.). Routledge.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal*

Design for Learning. Association for Supervision and Curriculum Development.

Sánchez, J., & López, A. (2024). Universal Design for Learning and meaningful learning in science education: Evidence from inclusive classrooms. *International Journal of Instruction*, 17(2), 455–472.

UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms? UNESCO Publishing. <https://www.unesco.org/gem-report>

United Nations Children's Fund. (2022). Seen, counted, included: Using data to shed light on the well-being of children with disabilities. UNICEF. <https://www.unicef.org>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Zhang, Y., Wang, X., & Li, H. (2024). Universal Design for Learning in K–12 science education: Trends, challenges, and future directions. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4897–4918..