

Efectos del diseño universal para el aprendizaje apoyado por tecnologías inteligentes

Effects of universal design for learning supported by smart technologies

Bryan Oswaldo Valenzuela Espinoza¹, Lourdes Elizabeth Berrezueta Arévalo², José Vicente Guzmán Guaylacela³, Luis Fernando Juela Quintuña⁴ y Diego Ismael Barahona Zhirzhan⁵

¹Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán, bryan.valenzuela@stodomingogualaceo.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0005-0504-1877>, Ecuador

²Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán, lourdes.berrezueta@stodomingogualaceo.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0000-8494-2502>, Ecuador

³Unidad Educativa Ciudad de Paute, josev.guzmang@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0000-7316-8478>, Ecuador

⁴Unidad Educativa Hermano Miguel de La Salle de Cuenca, luis.juela@delasallecuenca.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0007-5099-1403>, Ecuador

⁵Unidad Educativa Ciudad de Paute, ismael.barahonaz@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0003-4807-1051>, Ecuador

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 25-01-2026

Revisado 26-01-2026

Aceptado 28-02-2026

Palabras Clave:

Diseño aprendizaje
Inclusión educativa
Rendimiento académico
Metodologías activas
Tecnología educativa

Keywords:

Universal Design for Learning
Inclusive education
Academic performance
Active methodologies
Educational technology

RESUMEN

El presente estudio analizó la efectividad del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) como estrategia pedagógica inclusiva para mejorar el rendimiento académico, la participación y la motivación estudiantil en Educación General Básica. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental pretest–posttest con grupo de comparación, aplicado a estudiantes de una institución educativa ecuatoriana. La intervención consistió en la planificación e implementación de actividades diversificadas basadas en los principios del DUA, incorporando múltiples formas de representación, acción, expresión e implicación, así como el uso de tecnologías educativas y recursos digitales accesibles. Para la recolección de datos se utilizaron pruebas de rendimiento académico y escalas de percepción estudiantil validadas. Los resultados evidenciaron incrementos estadísticamente significativos en las puntuaciones medias, reducción del número de estudiantes en niveles de desempeño bajo y un tamaño del efecto alto, lo que indica mejoras sustanciales atribuibles a la intervención. Asimismo, se observó un aumento en la motivación, el compromiso y la participación en el aula. Se concluye que el DUA constituye una alternativa pedagógica viable, inclusiva y eficaz para atender la diversidad y favorecer aprendizajes significativos en contextos escolares, consolidándose como un marco metodológico pertinente para la innovación educativa.

ABSTRACT

This study analysed the effectiveness of Universal Design for Learning (UDL) as an inclusive pedagogical strategy to improve academic performance, student participation, and motivation in Basic General Education. A quantitative approach with a quasi-experimental pretest–post-test design and a comparison group was implemented with students from an Ecuadorian educational institution. The intervention involved the planning and implementation of diversified learning activities based on UDL principles, incorporating multiple means of representation, action, expression, and engagement, supported by educational technologies and accessible digital resources. Data were collected through academic performance tests and validated student perception scales. Results showed statistically significant increases in mean scores, a reduction in the number of students at low performance levels, and a large effect size, indicating substantial improvements attributable to the intervention. Additionally, higher levels of motivation, engagement, and active classroom participation were observed. It is concluded that UDL represents a feasible, inclusive, and effective pedagogical framework to address learner diversity and promote meaningful

learning outcomes, positioning it as a relevant approach for educational innovation.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas educativos contemporáneos, garantizar una enseñanza inclusiva y equitativa es uno de los principales retos para las instituciones, especialmente en contextos caracterizados por la diversidad de estilos de aprendizaje, ritmos cognitivos y condiciones socioculturales del estudiantado. La literatura latinoamericana evidencia que, aunque las políticas educativas promueven la inclusión, su concreción curricular suele ser fragmentaria o desigual, generando vacíos formativos y experiencias de aprendizaje poco articuladas para determinados grupos de estudiantes. Iribarren et al. (2023) señalan que esta falta de transversalidad en los diseños curriculares limita la implementación coherente de enfoques integradores, lo que refuerza la necesidad de propuestas pedagógicas que respondan de manera sistemática a la diversidad presente en el aula.

En este contexto, la incorporación de tecnologías digitales ha sido considerada una estrategia clave para enriquecer los ambientes educativos y ampliar las oportunidades de acceso al conocimiento. Sin embargo, su buen uso depende de la planificación pedagógica y de la contextualización de los recursos disponibles. Agudelo Velásquez et al. (2023) destacan que los escenarios de aprendizaje apoyados en TIC solo generan impacto cuando se articulan con metodologías activas y con las realidades institucionales, promoviendo prácticas docentes que integren la tecnología más allá de su función instrumental. Esto sugiere que la tecnología, por sí sola, no transforma la enseñanza, sino que requiere marcos didácticos que orienten su aplicación.

Uno de estos marcos es el aprendizaje autorregulado, entendido como la capacidad del estudiante para planificar, supervisar y evaluar sus propios procesos cognitivos. Diversos estudios han demostrado que la autorregulación se asocia positivamente con el desempeño académico, la motivación y el compromiso escolar. Sáez-Delgado et al. (2022) enfatizan la importancia de medir y fortalecer estas habilidades mediante instrumentos válidos en contextos latinoamericanos, pues permiten comprender cómo los estudiantes gestionan su aprendizaje y diseñar intervenciones más pertinentes. Desde esta perspectiva, promover la autonomía estudiantil se convierte en un eje central para mejorar los resultados educativos.

Asimismo, investigaciones recientes muestran que la autorregulación puede potenciarse cuando se apoya en entornos tecnológicos que guían la toma de decisiones del estudiante. Benavides y Zambrano-Ramírez (2023) evidenciaron que el aprendizaje autorregulado mediado por tecnología, basado en la selección estratégica de tareas según el desempeño y la carga cognitiva, favorece mejoras significativas en la comprensión lectora frente a métodos tradicionales. Estos hallazgos sugieren que las herramientas digitales, cuando incorporan retroalimentación adaptativa y orientación metacognitiva, pueden optimizar los procesos de aprendizaje y fortalecer el rendimiento académico (Rose y Meyer, 2002).

De igual manera, la mediación tecnológica ha demostrado ser un medio eficaz para fomentar interacciones comunicativas y aprendizajes colaborativos. Mesa-Rave et al. (2023) sostienen que los entornos virtuales, cuando combinan estrategias como proyectos de aula, tutorías y coevaluación, fortalecen las dimensiones social, afectiva y cognitiva del aprendizaje, promoviendo comunidades educativas más participativas. Estas dinámicas colaborativas se alinean con enfoques pedagógicos inclusivos, pues diversifican las formas de participación y expresión del estudiantado.

Sin embargo, el impacto de las innovaciones educativas también está condicionado por factores contextuales y familiares. La evidencia indica que variables socioeconómicas influyen en los niveles de involucramiento y apoyo al proceso escolar, lo que puede profundizar desigualdades en el aprendizaje. Santander Ramírez et al. (2023) muestran que la participación parental comprometida tiende a ser mayor en determinados grupos sociales, lo que plantea la necesidad de estrategias escolares que compensen dichas brechas mediante propuestas didácticas accesibles y equitativas para todos los estudiantes.

A partir de estas consideraciones, el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) emerge como un enfoque pertinente, al proponer múltiples formas de representación, acción (Meyer, 2014), expresión e implicación para reducir barreras y atender la diversidad desde la planificación misma de la enseñanza. Integrar este marco con tecnologías inteligentes como plataformas adaptativas, analítica de aprendizaje o sistemas de retroalimentación automatizada podría potenciar la personalización, la autorregulación y la participación del alumnado. No obstante, aún existe limitada evidencia empírica sobre los efectos combinados de estas estrategias en contextos de educación básica (Rose et al., 2014).

A pesar de los avances en políticas de inclusión y modernización educativa en América Latina (Florian, 2014), persisten brechas significativas en el rendimiento académico y en las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes de educación básica, especialmente en contextos con diversidad sociocultural y

limitaciones de acceso a recursos pedagógicos innovadores (Al-Azawei, 2016). Diversos análisis curriculares evidencian que las propuestas formativas no siempre logran integrar enfoques transversales que atiendan la heterogeneidad del alumnado, lo que genera experiencias fragmentadas y poco equitativas en el aula (Iribarren et al., 2023). Esta situación plantea la necesidad de replantear los modelos tradicionales de enseñanza hacia esquemas más flexibles y adaptativos.

En respuesta a este desafío, las tecnologías digitales han sido incorporadas progresivamente como herramientas para enriquecer los ambientes de aprendizaje. No obstante, múltiples instituciones educativas aún presentan dificultades para aprovechar su potencial pedagógico, ya sea por falta de planificación didáctica o por el uso meramente instrumental de los recursos tecnológicos. Agudelo Velásquez et al. (2023) advierten que la simple presencia de TIC no garantiza mejoras educativas, pues su impacto depende de estrategias metodológicas contextualizadas y de la integración coherente con los objetivos de aprendizaje. Por tanto, la brecha no radica solo en el acceso a la tecnología, sino en su uso pedagógico significativo (Bond, 2020).

La literatura ha demostrado que el desempeño académico se relaciona directamente con la capacidad del estudiante para autorregular su aprendizaje, es decir, planificar metas, monitorear su progreso y evaluar sus resultados. Sin embargo, estas competencias no siempre se desarrollan de manera sistemática en la educación básica, ni se cuentan con instrumentos adecuados para su evaluación e intervención en contextos latinoamericanos. Sáez-Delgado et al. (2022) subrayan la importancia de diseñar y validar herramientas que permitan medir estas habilidades, dado que constituyen un predictor relevante del éxito escolar.

Asimismo, investigaciones empíricas indican que la autorregulación puede potenciarse cuando se apoya en entornos tecnológicos que orientan la toma de decisiones del estudiante mediante retroalimentación y adaptación de tareas. En un estudio experimental, Benavides y Zambrano-Ramírez (2023) encontraron que los estudiantes que utilizaron plataformas digitales con selección guiada de actividades lograron mejores resultados en comprensión lectora que aquellos que eligieron las tareas libremente. Estos hallazgos sugieren que la tecnología, cuando se diseña con principios metacognitivos, puede fortalecer el rendimiento académico y la autonomía del aprendiz (Pane, 2017).

Del mismo modo, la mediación tecnológica también ha demostrado favorecer la interacción social y el aprendizaje colaborativo, factores que inciden positivamente en la motivación y la construcción conjunta del conocimiento. Mesa-Rave et al. (2023) evidencian que las plataformas digitales, combinadas con estrategias de tutoría, proyectos y coevaluación, fortalecen las dimensiones comunicativas y afectivas del proceso educativo, promoviendo mayor participación y compromiso estudiantil. No obstante, estas experiencias se han documentado con mayor frecuencia en educación superior, siendo aún escasas en niveles de educación básica.

En adición, factores familiares y contextuales continúan influyendo en el aprovechamiento escolar. El nivel de participación parental y las condiciones socioeconómicas inciden en el acompañamiento del aprendizaje, generando desigualdades en los resultados educativos. Santander Ramírez et al. (2023) muestran que las familias con mayores recursos tienden a involucrarse más activamente en la escuela, lo que puede ampliar la brecha de oportunidades entre estudiantes. Esta realidad refuerza la necesidad de estrategias pedagógicas inclusivas que compensen dichas diferencias desde la propia dinámica del aula (Okolo, 2007).

Ante este panorama, el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) se presenta como un marco teórico-práctico capaz de reducir barreras educativas mediante la diversificación de métodos, recursos y formas de participación. Sin embargo, aunque sus principios promueven accesibilidad y personalización, su implementación aún suele realizarse sin el apoyo sistemático de tecnologías inteligentes que permitan adaptar contenidos, monitorear el progreso y ofrecer retroalimentación en tiempo real. En consecuencia, existe una limitada evidencia empírica sobre el efecto combinado del DUA y las tecnologías inteligentes en el rendimiento y la participación de estudiantes de educación básica (CAST, 2018).

En síntesis, se identifica un vacío investigativo relacionado con la falta de estudios cuasiexperimentales que evalúen de manera objetiva el impacto de intervenciones pedagógicas que integren simultáneamente inclusión, autorregulación y tecnología inteligente. Por ello, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son los efectos del Diseño Universal para el Aprendizaje apoyado por tecnologías inteligentes en el rendimiento académico y la participación de estudiantes de educación básica, en comparación con metodologías tradicionales? A partir de esta interrogante, se plantea la hipótesis de que los estudiantes expuestos a la intervención presentarán mejoras significativas en su desempeño y compromiso escolar (Cook, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque y diseño de investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, orientado a medir objetivamente los efectos de una intervención pedagógica mediante indicadores verificables y comparables.

Este enfoque resulta pertinente cuando se busca establecer relaciones causales entre variables educativas y evaluar cambios en el rendimiento académico a través de procedimientos estadísticos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Asimismo, Shadish (2002), menciona que, las investigaciones aplicadas en contextos escolares permiten transferir los hallazgos a la mejora de la práctica docente, favoreciendo decisiones pedagógicas basadas en evidencia.

Se adoptó un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente, dado que la asignación aleatoria individual no fue posible por la organización natural de los cursos (Campbell, 1963). Este tipo de diseño es frecuente en las ciencias sociales y educativas, pues posibilita contrastar los efectos de una intervención manteniendo condiciones reales de aula (Zuta et al., 2022). Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), los estudios cuasiexperimentales conservan validez ecológica y resultan adecuados cuando se trabaja con grupos intactos.

El esquema metodológico fue: Grupo experimental: Pretest – Intervención – Posttest Grupo control: Pretest – Metodología tradicional – Posttest.

La comparación pre y post intervención permite estimar cambios atribuibles al tratamiento didáctico, estrategia recomendada en investigaciones educativas experimentales (Cevallos Yucta, 2025; Semipresencial, 2024).

Variables del estudio

La variable independiente correspondió a la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje apoyado por tecnologías inteligentes, concebido como un conjunto sistemático de estrategias que diversifican la representación de contenidos, las formas de participación y los medios de expresión del aprendizaje. Este enfoque busca reducir barreras y promover accesibilidad para todo el estudiantado, alineándose con los principios de educación inclusiva mediados por tecnología (Moral & Tallón, 2025).

Las variables dependientes fueron el rendimiento académico, la motivación, la participación y la inclusión percibida. Estas dimensiones se seleccionaron debido a que el desempeño escolar no depende únicamente del dominio cognitivo, sino también de factores autorregulatorios y socioemocionales (Sáez-Delgado et al., 2022). Investigaciones previas evidencian que la integración de tecnologías educativas puede impactar positivamente en dichas variables cuando se articula con estrategias pedagógicas estructuradas (Agudelo Velásquez et al., 2023).

Participantes

La muestra estuvo conformada por estudiantes de educación básica pertenecientes a una institución educativa de contexto urbano. Se trabajó con grupos intactos previamente establecidos por la institución, lo cual responde a criterios de factibilidad organizativa y ética propios de la investigación escolar. Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) sostienen que este tipo de selección es habitual en estudios educativos cuasiexperimentales cuando no es viable reorganizar a los estudiantes de forma aleatoria.

Además, investigaciones desarrolladas en educación básica ecuatoriana han demostrado la pertinencia de intervenir con cursos naturales para mantener la dinámica real del aula y asegurar la aplicabilidad de los resultados (Cevallos Yucta, 2025; Semipresencial, 2024). La participación fue voluntaria y contó con consentimiento informado de los representantes legales.

Instrumentos de recolección de datos

La prueba de rendimiento académico permitió evaluar el logro de aprendizajes curriculares mediante ítems objetivos, estrategia recomendada para estudios experimentales que requieren comparabilidad entre mediciones (Zuta et al., 2022).

La motivación y la percepción de inclusión se evaluaron mediante escalas tipo Likert, ampliamente utilizadas en investigaciones educativas para medir actitudes y percepciones subjetivas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Complementariamente, se aplicó un cuestionario de autorregulación basado en dimensiones de planificación, monitoreo y evaluación, coherente con propuestas de medición validadas para estudiantes latinoamericanos (Sáez-Delgado et al., 2022).

La participación se registró mediante rúbricas de observación sistemática, técnica que facilita la valoración del comportamiento colaborativo y el compromiso durante las actividades de clase, especialmente en entornos digitales interactivos (Mesa-Rave et al., 2023).

La confiabilidad de los instrumentos se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, considerando valores iguales o superiores a .70 como aceptables, conforme a los estándares psicométricos recomendados en investigación educativa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Intervención didáctica

La intervención se implementó durante varias semanas mediante sesiones estructuradas bajo los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje. Se incorporaron múltiples formas de representación (videos,

infografías, lecturas digitales), acción y expresión (tareas multimedia, proyectos colaborativos) e implicación (gamificación y retroalimentación inmediata), con el fin de atender la diversidad del estudiantado y promover accesibilidad cognitiva (Means,2010).

La integración de tecnologías inteligentes incluyó plataformas adaptativas, recursos interactivos y herramientas de seguimiento del progreso. Estudios recientes señalan que la inteligencia artificial y las soluciones tecnológicas personalizadas favorecen la inclusión al ajustar contenidos a las necesidades individuales (Moral & Tallón, 2025). Del mismo modo, el uso de TIC contextualizadas fortalece la efectividad de los ambientes de aprendizaje cuando se combinan con metodologías activas (Agudelo Velásquez et al., 2023).

Asimismo, la incorporación de apoyo digital para la toma de decisiones académicas se fundamentó en evidencias que muestran mejoras en comprensión y desempeño cuando los estudiantes reciben orientación tecnológica estructurada (Benavides & Zambrano-Ramírez, 2023). Paralelamente, se promovieron actividades colaborativas virtuales, ya que las interacciones comunicativas fortalecen el compromiso social y afectivo del aprendizaje (Mesa-Rave et al., 2023).

El grupo control continuó con metodología tradicional expositiva, práctica habitual en estudios comparativos para estimar diferencias atribuibles a la innovación didáctica (Zuta et al., 2022).

Procedimiento

El procedimiento contempló fases secuenciales de planificación, aplicación y evaluación (UNESCO,2020). Primero se gestionaron autorizaciones institucionales y consentimientos informados; posteriormente se aplicó el pretest a ambos grupos, seguido de la intervención pedagógica en el grupo experimental y clases regulares en el grupo control. Finalmente, se administró el posttest y se sistematizaron los datos.

Este esquema secuencial responde a la lógica del método experimental aplicado a contextos educativos, el cual busca controlar las condiciones iniciales y medir cambios posteriores a la intervención (Cevallos Yucta, 2025; Semipresencial, 2024). Además, se garantizaron principios éticos de confidencialidad y anonimato, conforme a estándares de investigación social (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

RESULTADOS

El análisis estadístico incluyó técnicas descriptivas e inferenciales. Se calcularon medias y desviaciones estándar para caracterizar el desempeño inicial y final, y se aplicaron pruebas t de Student y ANOVA para determinar diferencias significativas entre grupos y momentos de medición. Estas pruebas permiten contrastar hipótesis sobre efectos de intervención en estudios experimentales educativos (Zuta et al., 2022). Adicionalmente, se estimó el tamaño del efecto mediante el estadístico d de Cohen, con el fin de interpretar la magnitud práctica de los resultados más allá de la significancia estadística, recomendación metodológica ampliamente aceptada en ciencias sociales (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Operacionalización de variables

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Técnica	Escala
Implementación del DUA con tecnologías inteligentes (Independiente)	Representación Acción Expresión Implicación	Uso de recursos multimedia Variedad de productos de aprendizaje Interacción con plataformas digitales Retroalimentación tecnológica	Lista de cotejo / guía de observación docente	Observación sistemática	Nominal (Aplicado / No aplicado)
Rendimiento académico	Conocimientos Comprensión Aplicación	Respuestas correctas Resolución de problemas Puntaje total obtenido	Prueba pedagógica pretest–postest	Prueba objetiva	Intervalo (0–10 o 0–100)
Motivación académica	Interés Esfuerzo	Atención en clase	Cuestionario Likert	Encuesta	Ordinal (1–5)

	Persistencia	Cumplimiento de tareas			
Participación	Interacción	Participación voluntaria			
	Colaboración	Intervenciones orales	Rúbrica de observación	Observación	Ordinal (Bajo–Medio–Alto)
	Comunicación	Trabajo en equipo			
		Uso de herramientas digitales			
		Entrega de actividades			
Inclusión percibida	Accesibilidad	Facilidad de comprensión de materiales	Encuesta de percepción	Encuesta	Ordinal (1–5)
	Apoyo docente	Adaptaciones disponibles			
	Equidad	Percepción de apoyo y pertenencia			
Autorregulación del aprendizaje (opcional)	Planificación	Organización del tiempo	Cuestionario de autorregulación	Encuesta	Ordinal / Intervalo
	Monitoreo	Autoevaluación			
	Evaluación	Estrategias metacognitivas			

Análisis de Resultados

Con el propósito de evaluar el efecto de la intervención didáctica basada en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), se aplicó un diseño cuasiexperimental con medición antes y después del tratamiento pedagógico. Según Hernández Sampieri y Mendoza (2018), este tipo de diseño permite determinar cambios atribuibles a la variable independiente mediante la comparación de una línea base con una medición posterior, fortaleciendo la validez interna del estudio.

En la evaluación diagnóstica inicial (pretest) se identificó que la mayoría de los estudiantes presentaba desempeños bajos y medios, evidenciando dificultades en la comprensión de contenidos y en la aplicación práctica del conocimiento.

Tabla 2: Resultados del pretest

Nivel de logro	Frecuencia	Porcentaje
Bajo (0–6)	14	47%
Medio (7–8)	11	37%
Alto (9–10)	5	16%
Total	30	100%

Estos resultados reflejan la existencia de barreras pedagógicas asociadas a metodologías homogéneas que no consideran la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje. En términos de inclusión educativa, esta situación limita el acceso equitativo al aprendizaje, aspecto que el DUA busca superar mediante la flexibilización curricular y la diversificación de estrategias (Zuta et al., 2022).

Posteriormente, tras ocho semanas de intervención, se aplicó el posttest, observándose una mejora sustancial en los niveles de logro.

Tabla 3: Resultados del postest

Nivel	Frecuencia	%
Bajo	4	13
Medio	12	40
Alto	14	47
Total	30	100

Se aprecia una reducción significativa del nivel bajo (47% → 13%) y un incremento notable del nivel alto (16% → 47%). Estos cambios sugieren que la intervención favoreció la consolidación de aprendizajes significativos y la superación de dificultades iniciales.

Desde el enfoque pedagógico, este avance puede explicarse por la implementación de múltiples formas de representación (material audiovisual, infografías), acción y expresión (proyectos, tareas prácticas) e implicación (gamificación, trabajo colaborativo), principios fundamentales del DUA que incrementan la accesibilidad cognitiva y la motivación estudiantil.

Análisis de medias y variabilidad

Para examinar con mayor precisión el impacto cuantitativo de la intervención, se calcularon las medias y desviaciones estándar de ambas mediciones.

Tabla 4: Estadísticos descriptivos

Evaluación	Media	Desviación estándar
Pretest	6,45	1,28
Postest	8,72	0,96

El incremento de 2,27 puntos en la media refleja una mejora académica considerable. Asimismo, la disminución de la desviación estándar indica menor dispersión de los puntajes, lo que evidencia mayor homogeneidad en el desempeño del grupo.

Este resultado sugiere que la intervención no solo benefició a los estudiantes con mejor rendimiento, sino que contribuyó a reducir brechas de aprendizaje, promoviendo mayor equidad, aspecto central del enfoque inclusivo del DUA.

Hallazgos similares fueron reportados por Cevallos Yucta (2025) y Educación Semipresencial (2024), quienes demostraron que las actividades prácticas y experimentales favorecen la comprensión profunda y mejoran el rendimiento en Ciencias Naturales.

Prueba de hipótesis y significancia estadística

Para determinar si las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Tabla 5: Prueba t para muestras dependientes

Estadístico	Valor
t	6,85
gl	29
p	0,000

Dado que $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, concluyéndose que la intervención basada en el DUA produjo mejoras significativas en el rendimiento académico.

Tamaño del efecto (Cohen's d)

Además de la significancia estadística, se calculó el tamaño del efecto mediante el estadístico Cohen's d, con el fin de estimar la magnitud práctica del cambio.

$$d = \frac{8,72 - 6,45}{1,12} = 2,02$$

Tabla 6: Tamaño del efecto

Estadístico	Valor	Interpretación
Cohen's d	2,02	Efecto muy grande

Los valores superiores a 0,80 indican efectos grandes. En este caso, el resultado evidencia un impacto pedagógico muy alto, lo que confirma que la intervención no solo fue significativa estadísticamente, sino también relevante en términos educativos.

Motivación, participación e inclusión percibida

Con el fin de complementar los datos cognitivos, se evaluaron variables actitudinales mediante una encuesta Likert.

Tabla 7: Resultados de percepción estudiantil

Indicador	Media
Interés por la clase	4,5
Participación	4,4
Uso de tecnología	4,7
Comprensión	4,6
Media general	4,55

Los valores superiores a 4 evidencian altos niveles de satisfacción, motivación y compromiso. Esto sugiere que el entorno de aprendizaje generado fue dinámico, accesible y significativo. Estos resultados sostienen que la incorporación de tecnologías inteligentes en contextos educativos promueve inclusión, accesibilidad y mayor implicación del alumnado.

DISCUSIÓN

En conjunto, los resultados cuantitativos obtenidos en las pruebas de rendimiento académico y los datos perceptuales recogidos mediante las encuestas evidencian que la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje generó mejoras significativas tanto en el desempeño cognitivo como en las variables actitudinales del estudiantado. La convergencia entre ambas fuentes de información objetivas y subjetivas fortalece la validez de los hallazgos, al demostrar que los avances no solo se reflejan en calificaciones más altas, sino también en una mayor motivación, participación y compromiso con el proceso formativo.

La disminución progresiva del porcentaje de estudiantes ubicados en niveles bajos, junto con el incremento de quienes alcanzaron niveles altos de logro, pone de manifiesto una transformación favorable en el aprendizaje del grupo. Este comportamiento, sumado a la significancia estadística evidenciada por la prueba t de Student y al tamaño del efecto muy grande (Cohen's d > 0,80), permite afirmar que la intervención produjo un impacto real y pedagógicamente relevante, descartando que los cambios respondan al azar o a fluctuaciones propias del proceso educativo.

Desde una perspectiva didáctica, estos resultados pueden explicarse por la aplicación sistemática de los principios del DUA, los cuales promueven múltiples formas de representación, acción y expresión, e implicación. La diversificación de recursos, la integración de tecnologías digitales, el trabajo colaborativo y la evaluación flexible favorecieron la eliminación de barreras de aprendizaje y facilitaron la participación activa de todos los estudiantes, independientemente de sus ritmos, estilos o necesidades educativas. En este sentido, la evidencia empírica coincide con planteamientos teóricos que sostienen que las metodologías inclusivas incrementan la accesibilidad cognitiva y mejoran el rendimiento académico en contextos heterogéneos.

Asimismo, el aumento de la motivación y la percepción positiva del uso de herramientas tecnológicas sugiere que el entorno de aprendizaje se tornó más dinámico, interactivo y significativo. Este aspecto resulta especialmente relevante, dado que la motivación constituye un factor determinante en la permanencia escolar y en la consolidación de aprendizajes duraderos, lo que indica que la intervención no solo impactó en resultados inmediatos, sino también en la disposición del estudiantado hacia el aprendizaje futuro.

En consecuencia, se concluye que el Diseño Universal para el Aprendizaje trasciende su carácter conceptual y se consolida como una estrategia pedagógica viable, pertinente y efectiva para mejorar la calidad educativa. Su aplicación sistemática posibilita prácticas más equitativas e inclusivas, contribuyendo a reducir brechas de desempeño y a garantizar mayores oportunidades de éxito para todo el alumnado, particularmente en contextos de Educación General Básica donde la diversidad constituye una característica inherente del aula.

CONCLUSIÓN

Los resultados del estudio evidencian que la implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje, apoyada por tecnologías inteligentes, produjo mejoras significativas en el rendimiento académico y en las variables motivacionales del estudiantado de educación básica. La comparación pretest–posttest mostró incrementos en las calificaciones medias, reducción de niveles de logro bajos y un aumento de desempeños altos, diferencias que fueron estadísticamente significativas y con un tamaño del efecto elevado, lo que confirma la eficacia de la intervención aplicada.

Asimismo, la diversificación de estrategias didácticas, la flexibilización de las formas de representación y evaluación, y el uso de recursos tecnológicos favorecieron la participación, la inclusión y la autorregulación del aprendizaje. Estos hallazgos sugieren que la combinación entre principios del DUA y herramientas digitales contribuye a disminuir barreras educativas y a responder de manera efectiva a la heterogeneidad del aula.

En síntesis, el estudio aporta evidencia empírica que respalda al Diseño Universal para el Aprendizaje como una alternativa pedagógica viable para mejorar la calidad y equidad educativa, especialmente en contextos de Educación General Básica, constituyéndose en una estrategia replicable para instituciones que buscan prácticas más inclusivas y centradas en el estudiante.

REFERENCIAS

- Al-Azawei, A., Serenelli, F., & Lundqvist, K. (2016). Universal Design for Learning (UDL): A content analysis of peer-reviewed journal papers. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(3), 39–56. <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i3.19295>
- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology: A systematic evidence map. *Educational Technology Research and Development*, 68, 331–363. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09687-3>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED012275.pdf>
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning guidelines version 2.2*. CAST. <http://udlguidelines.cast.org>
- Cevallos Yucta, M. V. (2025). *Las actividades práctico-experimentales como estrategia didáctica de aprendizaje en la asignatura de Ciencias Naturales en séptimo año de Educación General Básica en la Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Chimborazo). <http://dspace.unach.edu.ec>
- Cook, B. G., & Rao, K. (2018). Systematically applying Universal Design for Learning to effective practices. *Learning Disability Quarterly*, 41(3), 179–191. <https://doi.org/10.1177/0731948717749936>
- Florian, L. (2014). What counts as evidence of inclusive education? *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 286–294. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933551>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2010). *Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies*. U.S. Department of Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED505824.pdf>
- Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). *Universal Design for Learning: Theory and practice*. CAST Professional Publishing. <http://udltheorypractice.cast.org>
- Moral, S. F. V., & Tallón, F. M. (2025). Inteligencia artificial y educación inclusiva: soluciones tecnológicas para una enseñanza accesible. Revisión sistemática. *Digital Education Review*, 47, 62–77. <https://doi.org/10.1344/der.2025.47.62-77>
- Okolo, C. M., & Bouck, E. C. (2007). Research about assistive technology: 2000–2006. *Journal of Special Education Technology*, 22(1), 19–33. <https://doi.org/10.1177/016264340702200102>

- Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2017). *Informing progress: Insights on personalized learning implementation and effects*. RAND Corporation. <https://doi.org/10.7249/RR2042>
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal Design for Learning*. ASCD.
- Rose, D. H., Gravel, J. W., & Gordon, D. (2014). Universal Design for Learning. En J. M. Spector et al. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 475–486). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_38
- Semipresencial, C. D. E. B. (2024). *Aplicación del método experimental utilizado en la enseñanza de las Ciencias Naturales en niños de sexto año de Educación Básica de la Unidad Educativa “Ing. Juan Suárez Chacón”, año electivo 2023–2024* (Tesis doctoral, Universidad Central del Ecuador). <http://www.dspace.uce.edu.ec>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Tomlinson, C. A. (2017). *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms* (3rd ed.). ASCD.
- UNESCO. (2020). *Inclusion and education: All means all*. Global Education Monitoring Report. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373718>
- Zuta, M. E. C., Garcés, N. N. G., Reinoso, G. G. L., Garcés, G. K. S., & Pulles, M. R. B. (2022). *Diseños de investigación experimental aplicados a las ciencias sociales*. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.