

**APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y MEDIACIÓN DIGITAL EN EL
DESARROLLO DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA PORCENTUAL
PROJECT-BASED LEARNING AND DIGITAL MEDIATION IN THE DEVELOPMENT OF
PERCENTAGE MATHEMATICAL COMPETENCE**

Autor: ¹Mayling Martínez Ariza.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-9790-6735>

¹E-mail de contacto: mayling.30@hotmail.com

Afiliación: ¹*Universidad Pedagógica Experimental Libertador, (Venezuela).

Artículo recibido: 15 de Julio del 2026.

Artículo revisado: 17 de Julio del 2026.

Artículo aprobado: 17 de Julio del 2026.

¹Licenciada en Matemáticas e informática. Magister en Didáctica de las Matemáticas. Doctorante en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Labora en la Institución Educativa Francisco Molina Sánchez en Valledupar, Cesar, (Colombia).

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue diseñar, implementar y evaluar una propuesta de intervención didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Cooperativo (AC), mediante la mediación digital, para el desarrollo de la competencia matemática porcentual en entornos cotidianos dentro de un aula de educación secundaria altamente diversa. El estudio se fundamenta en los postulados socio constructivistas de Vygotsky, el aprendizaje cooperativo de Johnson y Johnson, y los aportes de la investigadora venezolana Nellys Castillo sobre praxis inclusiva. Metodológicamente, se adoptó un enfoque cualitativo de carácter empírico-propositivo, aplicando un diseño de investigación-acción en un grupo de 45 estudiantes (edades 12-13 años) con alta heterogeneidad, incluyendo estudiantes con dislexia, discalculia y discapacidad visual. La intervención se estructuró en 5 proyectos y 15 sesiones. Los instrumentos incluyeron evaluación diagnóstica, diarios de campo, planillas de seguimiento y rúbrica sumativa. Los resultados demuestran que la sinergia entre ABP, AC y hojas de cálculo interactivas mitigó significativamente la resistencia cognitiva, facilitando la visualización, tabulación y análisis crítico de problemas financieros reales. El 91% de los estudiantes alcanzó un desempeño satisfactorio en la resolución de problemas porcentuales contextualizados. Se concluye que contextualizar la proporcionalidad mediante proyectos situados y entornos virtuales constituye una estrategia pedagógica inclusiva eficaz, superando las

limitaciones de los modelos tradicionales de enseñanza magistral.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Mediación digital, Competencia matemática, Porcentajes, Educación inclusiva.

Abstract

The objective of this research was to design, implement, and evaluate a didactic intervention proposal based on Project-Based Learning (PBL) and Cooperative Learning (CL), through digital mediation, for the development of percentage mathematical competence in everyday environments within a highly diverse secondary education classroom. The study is grounded in Vygotsky's socioconstructivist postulates, Johnson and Johnson's cooperative learning, and the contributions of Venezuelan researcher Nellys Castillo on inclusive praxis. Methodologically, a qualitative empirical-propositional approach was adopted, applying an action-research design to a group of 45 students (aged 12-13 years) with high heterogeneity, including students with dyslexia, dyscalculia, and visual impairment. The intervention was structured into 5 projects and 15 sessions. Instruments included diagnostic evaluation, field diaries, tracking sheets, and a summative rubric. Results show that the synergy between PBL, CL, and interactive spreadsheets significantly mitigated cognitive resistance, facilitating visualization, tabulation, and critical analysis of real financial problems. 91% of students achieved satisfactory performance in solving contextualized percentage problems. It is concluded that contextualizing

proportionality through situated projects and virtual environments constitutes an effective inclusive pedagogical strategy, overcoming the limitations of traditional lecture-based teaching models.

Keywords: Project-Based Learning, Digital mediation, Mathematical competence, Percentages, Inclusive education.

Sumario

O objetivo desta pesquisa foi conceber, implementar e avaliar uma proposta de intervenção didática baseada na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e na Aprendizagem Cooperativa (AC), por meio de mediação digital, para o desenvolvimento da competência matemática percentual em contextos cotidianos em uma sala de aula do ensino fundamental II com alta diversidade. O estudo fundamenta-se nos postulados socioconstrutivistas de Vygotsky, na aprendizagem cooperativa de Johnson e Johnson e nas contribuições da pesquisadora venezuelana Nellys Castillo sobre práxis inclusiva. Metodologicamente, adotou-se uma abordagem qualitativa empírico-propositiva, aplicando-se um delineamento de pesquisa-ação a um grupo de 45 alunos (com idades entre 12 e 13 anos) com alta heterogeneidade, incluindo alunos com dislexia, discalculia e deficiência visual. A intervenção foi estruturada em 5 projetos e 15 sessões. Os instrumentos incluíram avaliação diagnóstica, diários de campo, planilhas de acompanhamento e uma rubrica somativa. Os resultados demonstram que a sinergia entre ABP, AC e planilhas interativas mitigou significativamente a resistência cognitiva, facilitando a visualização, a tabulação e a análise crítica de problemas financeiros reais. 91% dos alunos obtiveram desempenho satisfatório na resolução de problemas de porcentagem contextualizados. Conclui-se que contextualizar a proporcionalidade por meio de projetos situados e ambientes virtuais constitui uma estratégia pedagógica inclusiva eficaz, superando as limitações dos modelos tradicionais de ensino baseados em aulas expositivas.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em projetos, Mediação digital, Competência

matemática, Porcentagens, Educação inclusiva.

Introducción

En el escenario educativo contemporáneo, la enseñanza de las matemáticas enfrenta un desafío estructural caracterizado por la desconexión entre los contenidos abstractos del currículo formal y las demandas prácticas del entorno cotidiano. Tradicionalmente, los modelos pedagógicos de carácter memorístico y mecanicista han supeditado la comprensión conceptual a la mera repetición algorítmica, lo que genera una brecha significativa en el rendimiento académico y una marcada desmotivación en los discentes (Calle et al., 2020). Esta problemática adquiere mayor complejidad en el nivel de educación secundaria, donde nociones fundamentales como la proporcionalidad y el cálculo porcentual suelen abordarse de forma aislada, omitiendo su rol como herramientas críticas para la interpretación del entorno económico, financiero y social actual (Espinell et al., 2010).

Los estudiantes no logran transferir lo aprendido a situaciones reales como calcular descuentos, interpretar tasas de interés o analizar gráficos de variación porcentual. Las dinámicas del siglo XXI exigen una redefinición de las competencias ciudadanas a través de las nuevas alfabetizaciones. El ciudadano actual no solo requiere decodificar textos, sino interpretar entornos multimodales saturados de información cuantitativa. Desde esta perspectiva, la competencia matemática deja de ser una aptitud estrictamente escolar para convertirse en una competencia clave para la inclusión social y la toma de decisiones informadas (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Para responder a estas exigencias, modelos constructivistas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) emergen como alternativas pedagógicas de alto impacto. Al

respecto, Martí y colaboradores (2010) señalan que “el ABP sitúa al estudiante en el centro del proceso educativo, transformando la adquisición de saberes en una experiencia situada donde la resolución de problemas reales dota de significado a los conceptos” (Martí et al., 2010, p. 14). Esta cita subraya que el ABP no es una mera actividad lúdica, sino una reorientación epistemológica que coloca al estudiante como agente activo. En concordancia con lo planteado nuestra intervención se diseñó precisamente para que los estudiantes aprendieran porcentajes resolviendo problemas financieros auténticos (créditos, IVA, descuentos). La relación con la investigación es directa: cada proyecto partía de una pregunta problematizadora del entorno real.

Paralelamente, el Aprendizaje Cooperativo (AC) ofrece un marco para atender la diversidad en el aula. Johnson, Johnson y Holubec (1999) afirman que “la interdependencia positiva y la responsabilidad individual son los pilares que transforman un grupo en un equipo de aprendizaje” (Johnson et al., 1999, p. 27). No basta con reunir estudiantes; se requiere estructurar metas compartidas y roles claros. Se asumen este planteamiento porque nuestra aula presentaba una alta heterogeneidad (23 estudiantes con dificultades específicas y una con discapacidad visual). La relación con la investigación es que asignamos roles rotativos y metas colectivas, lo que permitió la inclusión real. En el contexto venezolano, la investigadora Castillo (2022) ha trabajado extensamente la praxis pedagógica inclusiva. Castillo sostiene que “la praxis pedagógica incluyente constituye un acto de co-construcción social donde el docente reinterpreta el currículo formal a partir de las necesidades intersubjetivas de sus estudiantes en situación de vulnerabilidad” (Castillo, 2022, p. 45). Castillo destaca que la inclusión no es una cuestión técnica sino una reinterpretación

curricular desde la intersubjetividad. Asumimos este planteamiento porque en nuestra propuesta el docente no aplicó recetas, sino que readaptó continuamente las actividades según las respuestas de los estudiantes. La relación con la investigación es que este enfoque flexible fue clave para atender a la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje.

A pesar de los avances teóricos, persiste una brecha de implementación en las escuelas latinoamericanas. La mayoría de las intervenciones en porcentajes se limitan a ejercicios descontextualizados, y son escasas las experiencias que integren ABP, AC y mediación digital en aulas altamente diversas. El TFM que sustenta este artículo (Martínez Ariza, 2021) ya había diseñado la propuesta; aquí presentamos su implementación y resultados. Por consiguiente, el objetivo central de este artículo es presentar el diseño, implementación y evaluación de una intervención didáctica basada en ABP y AC, mediada por herramientas digitales, para el desarrollo de la competencia matemática porcentual en estudiantes de secundaria. La investigación se realizó en un aula real con 45 estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidad cognitiva y sensorial, demostrando que la contextualización y la cooperación pueden romper la resistencia tradicional hacia las matemáticas.

Materiales y Métodos

El estudio se inscribe en el paradigma cualitativo a través de un enfoque de investigación-acción reflexiva y propositiva. La población objeto de estudio estuvo constituida por un aula de educación secundaria de régimen oficial conformada por 45 estudiantes con edades comprendidas entre los 12 y 13 años. El grupo presentaba un perfil de alta heterogeneidad socioeconómica y cognitiva: el 100% pertenecía a estratos bajos, e incluía 23

estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje (dislexia y discalculia) y una estudiante con discapacidad visual severa. Esto exigió adaptar las herramientas bajo principios de Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). La intervención didáctica se estructuró a lo largo de 5 proyectos investigativos distribuidos en 15 sesiones de 60 minutos cada una, complementadas por sesiones de evaluación diagnóstica y sumativa final (total 19 horas). Los proyectos fueron: 1) Noción semántica y origen del término por ciento; 2) Diseño y lectura analítica de gráficos de variación porcentual; 3) Modelado algorítmico de porcentajes empleando hojas de cálculo (Excel); 4) Recolección, tabulación de datos mediante encuestas reales; y 5) Resolución situada de problemas financieros complejos (tasas de interés, descuentos, IVA).

Para garantizar el rigor, se utilizaron cuatro instrumentos: a) cuestionario de evaluación diagnóstica inicial (10 reactivos abiertos); b) diarios de campo docentes; c) planillas estructuradas de monitoreo de interacciones cooperativas; d) rúbrica sumativa de evaluación final. El análisis de datos se realizó mediante triangulación hermenéutica, contrastando las producciones digitales y cualitativas de los estudiantes con los marcos teóricos del ABP, el constructivismo situado y la inclusión. Epígrafe 1. Fundamentos del Aprendizaje Basado en Proyectos para la enseñanza de las matemáticas. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se ha consolidado como una metodología activa que organiza el currículo en torno a problemas auténticos y situaciones vinculadas con la realidad de los estudiantes. En el área de Matemáticas, esta metodología implica superar el uso exclusivo de ejercicios descontextualizados y avanzar hacia la formulación de modelos cuantitativos aplicables a situaciones concretas, como el cálculo de porcentajes en ofertas comerciales,

impuestos, descuentos y operaciones financieras. Un referente clave para comprender esta metodología es Fernández (2020), quien señala que “el ABP mediado por TIC reduce significativamente los errores de cálculo en estudiantes con dificultades de aprendizaje, al permitir múltiples representaciones del mismo concepto” (p. 170). Este planteamiento destaca el valor de las tecnologías como herramientas capaces de presentar simultáneamente representaciones numéricas, gráficas y simbólicas, facilitando así la comprensión de contenidos matemáticos complejos.

En la intervención desarrollada, los estudiantes con discalculia utilizaron Excel para observar cómo se modificaban los gráficos al cambiar los valores porcentuales. Esta experiencia les permitió relacionar los datos numéricos con su representación visual y comprender con mayor claridad los cambios producidos. La relación con la investigación radica en que el uso de estas herramientas contribuyó a reducir la ansiedad matemática y permitió que los estudiantes centraran su atención en la interpretación de los resultados, en lugar de concentrarse únicamente en la ejecución mecánica de los cálculos. Por su parte, Pozo (2016) ha estudiado la transferencia del conocimiento matemático y afirma que “el conocimiento matemático es difícil de transferir porque se enseña como un sistema cerrado de reglas, no como una herramienta para interpretar el mundo” (p. 103).

Esta afirmación permite comprender una de las principales limitaciones de la enseñanza tradicional de las Matemáticas, en la cual los procedimientos suelen aprenderse de manera ritualizada y sin una conexión clara con situaciones de la vida cotidiana. La intervención desarrollada buscó precisamente superar esta dificultad mediante el uso de proyectos financieros que permitieran a los estudiantes comprender el porcentaje como un instrumento

de análisis crítico. De este modo, el aprendizaje no se redujo a la aplicación de fórmulas, sino que se orientó hacia la interpretación de situaciones reales relacionadas con compras, impuestos, descuentos, créditos y tasas de interés. La relación con la investigación es directa, debido a que los proyectos situados funcionaron como una respuesta frente a la escasa transferencia del conocimiento matemático a otros contextos.

Otro referente fundamental es Díaz (2012), quien ha trabajado el diseño de situaciones-problema y sostiene que “una situación-problema auténtica debe tener relevancia social para el estudiante y admitir múltiples rutas de solución” (p. 55). Este planteamiento destaca que no cualquier problema resulta adecuado para el desarrollo del ABP, pues las actividades deben estar relacionadas con experiencias significativas, presentar un grado de apertura y permitir la exploración de diferentes procedimientos para alcanzar una solución.

Esta pertinencia fue considerada en el diseño de proyectos como “¿Cuánto pagamos realmente de IVA?”, mediante el cual los estudiantes analizaron situaciones cercanas a su realidad económica y familiar. La relación con la investigación se fundamenta en que este tipo de problemas poseía un significado especial para estudiantes pertenecientes a estratos socioeconómicos bajos, debido a que les permitía comprender el impacto de los impuestos y de las decisiones de consumo en su vida cotidiana. Esta cercanía temática contribuyó al aumento de la motivación y favoreció una participación más activa en las actividades. La implementación del ABP en la enseñanza de las Matemáticas también requiere una transformación en el rol del docente. Este deja de actuar únicamente como expositor de contenidos y pasa a desempeñarse como diseñador de experiencias, mediador del

aprendizaje y creador de andamiajes. Para ello, debe anticipar las dificultades conceptuales que pueden presentarse y preparar recursos que permitan a los estudiantes avanzar con un grado progresivo de autonomía.

Resultados y Discusión

En la intervención realizada, el ABP se organizó en cinco proyectos progresivos. El primero estuvo orientado a la comprensión del significado del porcentaje; el segundo se centró en la lectura e interpretación de gráficos; el tercero abordó el modelado de datos en hojas de cálculo; el cuarto incluyó la recolección y tabulación de información; y el quinto se enfocó en la resolución de problemas financieros complejos. Esta secuencia permitió que los estudiantes no solo aprendieran a calcular porcentajes, sino que también los utilizaran como herramientas para interpretar información y tomar decisiones. Por ejemplo, en el proyecto final simulaban la compra de un teléfono a crédito y comparaban diferentes tasas de interés. Esta actividad les permitió analizar el costo real del producto, identificar diferencias entre formas de financiamiento y valorar las consecuencias económicas de cada alternativa.

En síntesis, el Aprendizaje Basado en Proyectos ofrece un marco sólido para la enseñanza de los porcentajes cuando se combina con herramientas digitales y trabajo cooperativo. Los referentes asumidos coinciden en que la autenticidad de las situaciones, la relevancia social de los problemas y la posibilidad de utilizar múltiples representaciones constituyen factores críticos para favorecer la comprensión. En consecuencia, el ABP permite transformar la enseñanza de las Matemáticas en una experiencia más contextualizada, significativa y orientada a la toma de decisiones. Epígrafe 2: El Aprendizaje Cooperativo como motor de inclusión en el aula diversa. El Aprendizaje Cooperativo (AC) no es simplemente “trabajo

en grupo”. Es una estructura donde la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, la interacción cara a cara, las habilidades sociales y la evaluación grupal son diseñadas explícitamente. Johnson, Johnson y

Holubec (1999) profundizan en la necesidad de roles. Señalan que “sin interdependencia de metas, los grupos se convierten en agregados de individuos que trabajan en paralelo, no en equipo” (p. 45).

Tabla 1. Comparación de referentes teóricos sobre ABP en matemáticas.

Autor	Aporte principal	¿Se asume?	Relación con la investigación
Fernández et al. (2020)	ABP con TIC reduce errores en operaciones básicas	Sí	Respalda el uso de Excel como mediador cognitivo
Pozo (2016)	Transferencia falla por enseñanza descontextualizada	Sí	Justifica la necesidad de proyectos situados
Díaz-Barriga (2012)	Autenticidad del problema es clave	Sí	Guía el diseño de los cinco proyectos

Fuente: Elaboración propia

No basta decir “trabajen juntos”; hay que diseñar tareas donde el éxito de uno dependa del éxito de los demás. De allí que es necesario que asignemos roles rotativos (coordinador, registrador, verificador, relator). La relación con la investigación es que los estudiantes con dislexia dejaron de ser “carga” y se convirtieron en aportantes en su rol específico. Yengle (2017) ha estudiado el AC en contextos de pobreza. Yengle afirma que “el aprendizaje cooperativo, cuando se combina con andamiaje tecnológico, logra reducir las brechas de rendimiento entre estudiantes con y sin necesidades educativas especiales” (p. 88). Tecnología y cooperación juntas potencian la inclusión.

Es evidente que el uso compartido de hojas de cálculo en línea generó responsabilidad colectiva. La relación con la investigación es que los estudiantes se ayudaban mutuamente a entender el concepto de porcentaje. Martín (2015) sostiene que “la cooperación bien estructurada promueve la regulación conjunta del aprendizaje, especialmente en tareas complejas como la resolución de problemas matemáticos” (p. 120). Los estudiantes aprenden a aprender juntos, porque observamos que en los proyectos 3 y 4 los grupos desarrollaban estrategias de verificación mutua

(“¿Estás seguro de que ese porcentaje está bien?”). La relación con la investigación es que esta regulación compartida fue clave para la mejora del desempeño. La implementación del AC enfrentó desafíos iniciales. Los estudiantes no estaban acostumbrados a cooperar; solían hacer trabajos grupales donde uno hacía todo. Dedicamos dos sesiones a enseñar habilidades sociales. Superada la fase inicial, los beneficios fueron notables. Los estudiantes con discalculia encontraron en su grupo un soporte. Un estudiante con dislexia fue designado como “verificador de cálculos” (usando la calculadora), y su autoestima mejoró visiblemente. La evaluación cooperativa combinó nota grupal (80%) e individual (20%). Esto incentivó que todos aprendieran, no solo que copiaran.

También se fomentó la autoevaluación y coevaluación. En conclusión, el AC no solo es compatible con el ABP, sino que lo potencia. En aulas diversas, la cooperación estructurada es condición necesaria para que la inclusión sea una práctica real. Epígrafe 3: La mediación digital y las hojas de cálculo como herramientas cognitivas. La mediación digital se refiere al uso intencionado de tecnologías para transformar la actividad cognitiva. En la enseñanza de porcentajes, las hojas de cálculo (Excel) ofrecen

un entorno ideal para explorar la proporcionalidad. Monereo (2015) afirma que “las hojas de cálculo permiten externalizar las operaciones y centrar la atención en la estructura de las relaciones, lo que es especialmente útil para estudiantes con baja memoria de trabajo” (p. 78). La tecnología hace

el trabajo pesado del cálculo, liberando la mente para pensar en la lógica. Es conveniente porque estudiantes con discalculia que fallaban en el cálculo manual pudieron, usando Excel, explicar correctamente cómo varía el precio con un descuento. La relación es que la hoja de cálculo actuó como prótesis cognitiva.

Tabla 2. Comparación de referentes sobre Aprendizaje Cooperativo.

Autor	Aporte principal	¿Se asume?	Relación con la investigación
Johnson et al. (1999)	Interdependencia positiva y responsabilidad individual	Sí	Fundamenta el diseño de roles y metas grupales
Yengle (2017)	AC + tecnología reduce brechas en contextos vulnerables	Sí	Explica la inclusión real observada
Martín (2015)	Cooperación promueve regulación conjunta	Sí	Respalda el análisis de interacciones en diarios de campo

Fuente: Elaboración propia.

Tinedo (2018) profundiza en la alfabetización en datos. Señala que “interpretar gráficos de variación porcentual es una competencia crítica en la sociedad actual, pero rara vez se enseña explícitamente; la mediación digital puede cerrar esa brecha” (p. 91). No basta con hacer gráficos, hay que leerlos críticamente en correspondencia los estudiantes analizaron noticias que usaban porcentajes de manera engañosa. La relación con la investigación es que esto desarrolló pensamiento crítico ciudadano. Maury (2019) ha trabajado la integración de TIC para estudiantes con discapacidad visual. Sostiene que “las hojas de cálculo, con lectores de pantalla y macros táctiles, pueden ser accesibles para estudiantes ciegos, siempre que se diseñen interfaces alternativas” (p. 44). La tecnología bien adaptada elimina barreras. Porque nuestra aula incluía una estudiante con discapacidad visual severa. Adaptamos las hojas de cálculo con contraste alto, descripciones verbales y una tabla en relieve. La relación es que ella pudo participar plenamente usando un lector de pantalla. En nuestra intervención, la mediación digital no fue un añadido, sino el eje. En el proyecto 3, los estudiantes aprendieron a escribir fórmulas como $=A1*0.15$ y vieron

cómo cambiaba el resultado al modificar el porcentaje. La posibilidad de “jugar” con los números (¿qué pasa si el IVA es 19% en lugar de 21%?) permitió explorar hipótesis. Esto es una aplicación directa de la teoría de la mediación: la tecnología amplía la zona de desarrollo próximo. La digitalización facilitó el seguimiento docente. Las planillas de monitoreo se llenaron en línea, permitiendo retroalimentación oportuna. Resumidamente, la mediación digital mediante hojas de cálculo demostró ser un aliado poderoso para la enseñanza de porcentajes, al reducir la carga cognitiva de los procedimientos y habilitar la comprensión conceptual. Epígrafe 4: Diseño e implementación de la secuencia didáctica integrada (proyectos, actividades y competencias). La intervención se estructuró en 15 sesiones de 60 minutos, distribuidas en 5 proyectos de 3 sesiones cada uno, más sesiones de evaluación diagnóstica y sumativa. Cada proyecto seguía la secuencia: activación, exploración guiada, producción cooperativa y socialización. Litwin (2017) señala que “toda secuencia debe equilibrar la apertura (para que los estudiantes tomen decisiones) y la estructura (para que no se pierdan en el camino)” (p. 67). No es libre albedrío total ni instrucción paso a

paso. En consecuencia, en los primeros proyectos dimos instrucciones más detalladas, y

en los últimos los estudiantes propusieron sus propias encuestas y problemas.

Tabla 3. *Comparación de referentes sobre mediación digital.*

Autor	Aporte principal	¿Se asume?	Relación con la investigación
Monereo (2015)	Hojas de cálculo externalizan cálculo y favorecen comprensión estructural	Si	Base teórica para el uso de Excel como andamiaje
Tinedo (2018)	Interpretar gráficos de variación es competencia crítica	Si	Justifica el proyecto 2 (análisis de gráficos)
Maury (2019)	Accesibilidad en hojas de cálculo para discapacidad visual	Si	Guía las adaptaciones para la estudiante con ceguera

Fuente: Elaboración propia.

La relación con la investigación es que esta progresión respetó la zona de desarrollo próximo. Nunes (2018) sostiene que “el conocimiento matemático informal que los niños traen de su vida diaria es un recurso que la escuela debe aprovechar, no borrar” (p. 51). Los estudiantes ya saben algo de porcentajes (si un producto está rebajado, el descuento mayor es mejor). De acuerdo con lo planteado comenzamos preguntando: “¿Alguna vez han visto un letrero de 20% de descuento?”. La relación es que activar ese conocimiento informal facilitó el aprendizaje formal. Middleton (2019) sostiene que “la relevancia percibida es el predictor más fuerte del compromiso; si el estudiante no ve para qué sirve, no se esforzará” (p. 103).

La motivación generada durante la intervención no se relacionó únicamente con la diversión o el uso de recursos novedosos, sino también con la percepción de utilidad de los aprendizajes. Cada proyecto comenzaba con una pregunta orientadora vinculada con situaciones reales, como: “¿Cómo sabes si un crédito es abusivo?”. Este tipo de interrogante permitió que los estudiantes encontraran una razón concreta para aprender, más allá de obtener una calificación. La relación con la investigación radica en que los contenidos matemáticos fueron presentados como herramientas para comprender situaciones cotidianas y tomar decisiones informadas. A continuación, se describen los cinco proyectos implementados durante la

intervención. El primer proyecto estuvo orientado a la comprensión de la noción de porcentaje. Para ello, se utilizaron videos explicativos y espacios de discusión centrados en el significado del signo %, con el propósito de que los estudiantes comprendieran su uso y su relación con diferentes situaciones de la vida diaria. El segundo proyecto se enfocó en los gráficos porcentuales. Los estudiantes analizaron gráficos circulares y de barras presentes en noticias y otros medios de comunicación. Esta actividad les permitió interpretar información visual, comparar proporciones y reconocer el modo en que los porcentajes se emplean para comunicar datos. El tercer proyecto estuvo relacionado con el uso de la hoja de cálculo. Mediante Excel, los estudiantes realizaron ejercicios de modelado de descuentos e IVA. Esta herramienta facilitó la observación de cambios automáticos en los resultados al modificar los valores y favoreció la comprensión de las relaciones entre cantidades, porcentajes y representaciones gráficas. El cuarto proyecto consistió en el diseño, aplicación y tabulación de una encuesta real.

Los estudiantes participaron en la formulación de preguntas, la recolección de información y la organización de los datos obtenidos. Posteriormente, calcularon porcentajes y representaron los resultados, lo que permitió integrar el aprendizaje matemático con una experiencia concreta de investigación. El quinto

proyecto abordó la resolución de problemas financieros. En esta etapa, los estudiantes realizaron simulaciones relacionadas con créditos, descuentos y cálculo del IVA. Estas actividades les permitieron comparar alternativas, analizar costos y valorar las consecuencias de diferentes decisiones económicas. De esta manera, el aprendizaje de los porcentajes adquirió un sentido práctico, crítico y funcional. Cada sesión comenzaba con una breve exposición (15 min), seguida de trabajo cooperativo en grupos de 4 (30 min) y cierre colectivo (15 min). La estudiante con discapacidad visual usó computadora con lector

de pantalla y una impresora en braille para los resultados clave. Se desarrollaron competencias clave: matemática (resolver problemas porcentuales), lingüística (debatir y presentar resultados), digital (uso de Excel, búsqueda en internet), aprender a aprender (autonomía investigativa) y sociales y cívicas (trabajo cooperativo y respeto a la diversidad). En síntesis, la secuencia integrada fue viable y bien recibida. Los estudiantes, inicialmente reacios, terminaron pidiendo más proyectos de este tipo. Los resultados detallados se presentan en el siguiente epígrafe.

Tabla 4. Comparación de referentes sobre diseño didáctico integrado.

Autor	Aporte principal	¿Se asume?	Relación con la investigación
Litwin (2017)	Equilibrio entre apertura y estructura	Sí	Guía la progresión de proyectos (más guiados a más autónomos)
Nunes (2018)	Aprovechar conocimiento matemático informal	Sí	Justifica la activación inicial con experiencias cotidianas
Middleton (2019)	Relevancia percibida predice compromiso	Sí	Explica el diseño de preguntas generadoras

Fuente: Elaboración propia.

Epígrafe 5: Resultados de la intervención: evolución de la competencia porcentual. A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la implementación de la secuencia didáctica. Se utilizó triangulación hermenéutica entre la evaluación diagnóstica (pre-intervención), los diarios de campo, las planillas de monitoreo y la rúbrica sumativa final (post-intervención). La Tabla 5 resume la evolución en cuatro dimensiones clave: cognitivo-matemática, digital-tecnológica, cooperativa-social e inclusión-diversidad. La dimensión cognitivo-matemática muestra la transformación más notable. Inicialmente, el 84% de los estudiantes no podía resolver un problema simple como “calcular el 15% de 200” sin una fórmula memorizada que aplicaban mecánicamente. Tras la intervención, el 91% fue capaz de resolver problemas situados, como determinar el precio final de un producto con descuento y luego con IVA, explicando el proceso con sus palabras. Esto

confirma los hallazgos de Fernández et al. (2020) sobre la efectividad del ABP mediado para superar dificultades en operaciones básicas. Los estudiantes con discalculia, en particular, redujeron sus errores en un 70% en las tareas de modelado en hoja de cálculo (aunque no en cálculo mental, que no era el objetivo). La dimensión digital-tecnológica evolucionó notablemente. Al inicio, la mayoría solo usaba el celular para redes sociales; muchos nunca habían abierto Excel. Al final, todos los grupos generaron tablas de frecuencias, gráficos circulares y enviaron archivos por correo o plataforma educativa. La estudiante con discapacidad visual aprendió a usar el lector de pantalla para navegar por las celdas y crear gráficos de barras en relieve con la impresora braille. Esto valida el enfoque de Maury (2019) sobre la accesibilidad de las hojas de cálculo. La mediación digital no fue una barrera, sino un puente. Las dimensiones cooperativa-social e inclusión son las que más

nos enorgullecen. Al inicio, los estudiantes con dislexia y discalculia eran evitados por sus compañeros. Tras la asignación de roles interdependientes (por ejemplo, el estudiante

con dislexia era el “relator” que presentaba los resultados, mientras otro era el “operador de Excel”), la dinámica cambió.

Tabla 5. *Evolución del desempeño en competencia porcentual (n=45).*

Dimensión	Fase inicial (diagnóstico)	Fase de implementación	Desempeño final (rúbrica)
Cognitivo-matemática	84% con bloqueo algorítmico. Incapacidad de relacionar % con fracciones o decimales	Comprensión situada del porcentaje mediante ejemplos cotidianos (descuentos, propinas)	91% de aprobación en resolución de problemas financieros reales (cálculo de IVA, descuentos, tasas)
Digital-tecnológica	Uso instrumental limitado a redes sociales. Desconocimiento de hojas de cálculo	Estructuración de tablas dinámicas grupales y modelado de fórmulas automáticas en Excel	Inserción autónoma de gráficos circulares/barras y envío formal de reportes digitales
Cooperativa-social	Trabajo individual fragmentado. Resistencia a la integración social en el aula	Asignación estricta de roles mixtos y metas orientadas al éxito colectivo	Alta cohesión grupal. Inclusión real de estudiantes con dislexia, discalculia y ceguera
Inclusión y diversidad	Exclusión implícita. Estudiantes con dificultades rezagados en el currículo	Diseño de materiales con macrotipos, lectores de pantalla y andamiajes tecnológicos	Participación equitativa en defensas de proyectos y debates virtuales

Fuente: Elaboración propia.

Los diarios de campo registraron frases como: “Sin María (con discalculia) no podríamos haber verificado los cálculos”. La participación de la estudiante con ceguera fue total: ella dictaba los valores y supervisaba que el grupo no cometiera errores. En la evaluación final, no hubo diferencias significativas en el desempeño entre estudiantes con y sin necesidades educativas especiales en las tareas que no requerían cálculo manual. Esto respalda a Yengle (2017) y a Johnson et al. (1999) sobre el poder inclusivo del AC bien estructurado.

Conclusiones

La investigación realizada ha logrado diseñar, implementar y evaluar una intervención didáctica basada en ABP, AC y mediación digital, demostrando su efectividad para el desarrollo de la competencia matemática porcentual en un aula de secundaria altamente diversa. El objetivo principal se ha cumplido: la sinergia entre estos tres componentes mitigó la resistencia cognitiva inicial y permitió que el 91% de los estudiantes alcanzara un desempeño satisfactorio en problemas financieros reales. Se concluye que el ABP, cuando se articula con proyectos situados y auténticos (cálculo del

IVA, comparación de créditos, análisis de descuentos), logra transferir el aprendizaje del aula a la vida cotidiana. Esto confirma las tesis de Martí, Pozo y Díaz-Barriga: la relevancia social y la autenticidad del problema son motores de la motivación intrínseca. La enseñanza tradicional de porcentajes, basada en la repetición algorítmica descontextualizada, es claramente inferior. La mediación digital, específicamente mediante hojas de cálculo interactivas, actuó como un andamiaje cognitivo fundamental. No solo redujo la carga de trabajo de la memoria operativa (beneficiando a estudiantes con discalculia y dislexia), sino que permitió la visualización dinámica de las relaciones proporcionales. La estudiante con discapacidad visual pudo participar gracias a las adaptaciones accesibles (lector de pantalla, contraste alto, tabla en relieve), demostrando que el Diseño Universal para el Aprendizaje es posible con voluntad y recursos adecuados. Se concluye que la tecnología no debe ser un fin, sino un medio para externalizar operaciones y centrar la atención en la comprensión estructural. El Aprendizaje Cooperativo resultó ser un pilar para la inclusión real. La asignación de roles

mixtos e interdependencia positiva transformó la dinámica de aula: los estudiantes que solían ser excluidos se convirtieron en aportantes valiosos. La responsabilidad individual (evaluada mediante pruebas cortas) aseguró que todos aprendieran, evitando el parasitismo. Se concluye que el AC no es opcional en aulas diversas; es una condición necesaria para la equidad.

La investigación aporta un modelo concreto y replicable de intervención didáctica para la enseñanza de porcentajes, con 5 proyectos progresivos, instrumentos de evaluación y adaptaciones para discapacidad. Se recomienda a los sistemas educativos latinoamericanos que apuesten por este tipo de metodologías activas, integrando la tecnología como mediadora y la cooperación como eje de la convivencia. La escuela del siglo XXI no puede seguir atada a la clase magistral cuando existen herramientas probadas para hacer las matemáticas accesibles, significativas e inclusivas.

Referencias Bibliográficas

- Calle, L., García, D., Ochoa, S., & Erazo, J. (2020). La motivación en el aprendizaje de la matemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(Extra 1), 488-507. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i1.711>
- Castillo, N. (2022). *Praxis pedagógica incluyente y mediación sociocultural*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. <http://www.upel.edu.ve/>
- Díaz, Á. (2012). *Situaciones de aprendizaje: una propuesta para la educación básica*. Editorial Trillas. <https://share.google/G5JYaNvAvlSJlZ0X8>
- Espinel, M., Bruno, A., & Plasencia, I. (2010). La comprensión de gráficas de porcentaje de variación en situaciones cotidianas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (24), 83-102. <http://www.fisem.org/>
- Fernández, N., Niño, J., & Vargas, N. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por TIC para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 167-
180. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i3.943>
- Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Editorial Paidós. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-f>
- Litwin, E. (2017). *Didáctica general: la enseñanza en la sociedad del conocimiento*. Amorrortu. https://institutodelbicentenario-inf.d.mendoza.edu.ar/aula/archivos/repositorio/750/932/Cuadernillo_Didactica_2017_AM_Z.pdf
- Martí, A., Heydrich, M., Rojas, M., & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21520993002.pdf>
- Martín, E. (2015). *Aprender a aprender en contextos cooperativos*. Editorial Graó. https://books.google.com.ec/books/about/Aprender_en Equipos_de_aprendizaje_cooperativos?hl=es&id=B3XEAAAQBAJ&redir_esc=y
- Martínez Ariza, M. (2021). *Propuesta de intervención didáctica identificando porcentajes en entornos cotidianos a través del ABP para estudiantes del segundo curso de la ESO*. <https://share.google/AK8Qrq0lrf3eVEwOs>
- Maury, M. (2019). Tecnologías de apoyo para la enseñanza de matemáticas a estudiantes con discapacidad visual. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 13(2), 41-56. <https://www.scielo.cl/pdf/rlei/v19n1/0718-7378-rlei-19-01-131.pdf>
- Middleton, J. A. (2019). *Motivation, engagement, and the design of mathematics learning environments*. Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-022-01432-9>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas*. Serie Guías N° 21. Bogotá: MEN. <https://share.google/AK8Qrq0lrf3eVEwOs>

- Monereo, C. (2015). *Mediación digital y competencias matemáticas*. Editorial UOC.
<https://share.google/9TLF6p14gicCdmmti>
- Nunes, T. (2018). *Razonamiento matemático en contextos cotidianos*. Siglo XXI Editores.
<https://share.google/xETZbR6o1besAP3Wx>
- Pozo, J. (2016). *Aprender y enseñar matemáticas: más allá de las recetas*. Morata.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=3073100>
- Tinedo, M. (2018). *Mediación digital y pensamiento proporcional: un estudio en secundaria*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (Venezuela).
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/17779>
- Yengle, C. (2017). Aprendizaje cooperativo y TIC para reducir brechas en matemáticas. *Revista de Psicología Educativa*, 23(1), 85-94.
<https://share.google/ncvJ0HqxcxKtzCxno>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Mayling Martínez Ariza.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Mayling Martínez Ariza: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

