ISSN: 3028-9769

Vol. 4 Núm. 4 - 2026

Journal homepage: https://idicap.com/ojs/index.php/rle/index

Experiencias de aprendizaje mediante aula invertida en matemáticas rurales: teoría emergente desde la educación colombiana

Learning experiences through flipped classroom in rural mathematics: grounded theory from Colombian education

Yeison Esteban Mora Álvarez [a*]

[a] *Universidad de Panamá, Panamá*

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

PALABRAS CLAVE

Aula invertida
Educación rural
Matemáticas
Teoría fundamentada
Tecnología educativa

RESUMEN

Las dificultades en la enseñanza de las matemáticas en contextos rurales, asociadas a brechas tecnológicas y escasez de recursos, demandan metodologías activas que favorezcan aprendizajes significativos. Este artículo, derivado de una investigación doctoral, tuvo como objetivo comprender cómo se transforman las experiencias de aprendizaje matemático de estudiantes de postprimaria rural durante la implementación del aula invertida en dos sedes rurales de Donmatías, Antioquia (Colombia). La investigación adoptó un enfoque cualitativo interpretativo, con sensibilidad sociocrítica, y el diseño de teoría fundamentada de Strauss y Corbin. Participaron 37 estudiantes de los grados de sexto a noveno en una intervención de cinco sesiones sobre fracciones mediada por Moodle. La información se obtuvo mediante entrevistas semiestructuradas inicial (n = 21) y final (n = 37), observación participante y análisis documental, y se procesó mediante codificación abierta, axial y selectiva en Atlas.ti 25. En la entrevista final, 25 de los 37 estudiantes valoraron favorablemente la estrategia, en especial la posibilidad de revisar los videos a su propio ritmo y llegar a clase con una comprensión inicial; cuatro expresaron una valoración mixta y ocho prefirieron la explicación tradicional. La baja preparación previa, la disponibilidad desigual de dispositivos y los vacíos conceptuales previos operaron como condiciones limitantes. La teoría sustantiva propuesta plantea que, en este contexto, la apropiación del aula invertida depende de la articulación entre autonomía progresiva, mediación tecnológica, acompañamiento docente y participación colaborativa. Se concluye que el aula invertida puede contribuir a la educación matemática rural cuando su implementación se ajusta a las condiciones tecnológicas y territoriales de cada institución.

* Autor para correspondencia: yemoraa@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.53595/rle.v4.i4.033
Recibido el 17 de septiembre del 2026, aceptado el 12 de octubre del 2026
En línea el 30 de octubre del 2026

Publicado por IDICAP Pacífico. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC
http://creativecommons.org/licencias/by-nc/4.0/

Abstract

Difficulties in teaching mathematics in rural contexts, associated with technological divides and limited resources, call for active methodologies that foster meaningful learning. This article, derived from doctoral research, aimed to understand how mathematics learning experiences of rural lower secondary students change during the implementation of the flipped classroom in two rural school sites in Donmatías, Antioquia (Colombia). The study adopted a qualitative interpretive approach with a socio-critical sensitivity and Strauss and Corbin's grounded theory design. Thirty-seven students in grades six to nine took part in a five-session intervention on fractions mediated by Moodle. Data were gathered through initial (n = 21) and final (n = 37) semi-structured interviews, participant observation, and document analysis, and were analyzed through open, axial, and selective coding in Atlas.ti 25. In the final interview, 25 of the 37 students valued the strategy positively, especially the possibility of reviewing videos at their own pace and arriving in class with an initial understanding; four expressed mixed views and eight preferred traditional explanation. Low prior preparation, unequal access to devices, and prior conceptual gaps acted as limiting conditions. The proposed substantive theory states that, in this context, the appropriation of the flipped classroom depends on the articulation of progressive autonomy, technological mediation, teacher support, and collaborative participation. It is concluded that the flipped classroom can contribute to rural mathematics education when its implementation is adapted to the technological and territorial conditions of each institution.

Keywords: Flipped classroom, rural education, mathematics, grounded theory, educational technology.

1. Introducción

Las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas continúan siendo uno de los principales desafíos para los docentes y las instituciones educativas. Esta área incide en el desarrollo del pensamiento lógico, en la resolución de problemas y en las competencias necesarias para afrontar las demandas sociales y profesionales del siglo XXI. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2024) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2024) han señalado que un porcentaje significativo de estudiantes presenta dificultades para comprender conceptos matemáticos y aplicarlos en situaciones reales. Esta situación ha impulsado la búsqueda de metodologías que permitan atender dicha problemática.

En el ámbito rural, estas dificultades adquieren mayor relevancia teniendo en cuenta que, según Arciniegas (2025), en la ruralidad aun coexisten aspectos relacionados con las brechas tecnológicas, la dispersión geográfica, diferentes limitaciones a nivel de infraestructura y las características propias de las instituciones multigrado, factores que reducen las oportunidades de innovación pedagógica y también limitan el acceso de los estudiantes a experiencias de aprendizaje apoyadas en los recursos digitales que hoy resultan fundamentales para el desarrollo de competencias.

Por su parte, en Colombia, Arias (2021) señala que las desigualdades territoriales siguen siendo una situación que condiciona en aspectos como el acceso de las instituciones educativas rurales a los recursos tecnológicos, a las estrategias metodológicas que se destaquen por ser innovadoras y a las oportunidades de aprendizaje equivalentes a las disponibles en los contextos urbanos y, aunque en las últimas décadas se han impulsado una serie de políticas para el fortalecimiento de la educación rural y la incorporación de las TIC en la enseñanza, persisten desafíos que están relacionados con la apropiación pedagógica de dichas herramientas y con la transformación de prácticas docentes que siguen siendo predominantemente transmisivas.

En este escenario, el aula invertida se ha consolidado como una de las metodologías activas con mayor crecimiento en la investigación educativa (Arias et al., 2023), pues, esta metodología reorganiza los tiempos y los espacios del aprendizaje (Bueno, 2022) y por ello, el estudio inicial de los

contenidos se traslada a momentos autónomos que son mediados por los recursos tecnológicos, y el tiempo presencial se aprovecha para las actividades colaborativas, la resolución de problemas y la retroalimentación destacando que, en el área de las matemáticas, se ha asociado con una mayor participación y autonomía de los estudiantes (Argandoña et al., 2020).

No obstante, la evidencia disponible deja en evidencia al menos tres desequilibrios como lo son, uno de nivel educativo ya que las síntesis sobre aula invertida en matemáticas y en la enseñanza universitaria muestran que la mayor parte de los estudios se ha desarrollado en educación superior o en secundaria urbana (Fornons y Palau, 2021; Prieto et al., 2021), mientras que la evidencia sobre educación básica rural, y en particular sobre el modelo de postprimaria multigrado es escasa. El segundo es de orden contextual teniendo en cuenta que, buena parte de los resultados que han sido favorables proviene de entornos con una infraestructura digital muy consolidada, condición que no se replica en la ruralidad colombiana en donde la conectividad, los dispositivos y el acompañamiento familiar son limitados (Arias, 2021; UNESCO, 2024) y el tercero, es de orden metodológico puesto que, predominan los diseños para medir los efectos sobre el rendimiento académico o sobre competencias específicas (Merchán, 2024; Parrales y Rivadeneira, 2022), y son escasos los estudios que realmente examinan, desde una perspectiva cualitativa, la manera en la que los estudiantes rurales experimentan, significan y se apropian de esta metodología y es de esta manera que la convergencia de estos tres vacíos delimita el problema que aborda este artículo: no se cuenta con una explicación, construida desde la perspectiva de sus protagonistas, de cómo ocurre la apropiación del aula invertida en el aprendizaje de las matemáticas en la postprimaria rural colombiana.

En atención a este vacío, el presente artículo, derivado de una investigación doctoral, tuvo como propósito comprender las experiencias de aprendizaje de las matemáticas de estudiantes de educación básica secundaria pertenecientes a dos sedes rurales de postprimaria del municipio de Donmatías (Antioquia, Colombia), durante la implementación de una estrategia pedagógica basada en el aula invertida, y generar, a partir de los datos, una explicación teórica de dicho proceso.

En consecuencia, la investigación buscó responder la pregunta: ¿cómo se transforman las experiencias de aprendizaje de las matemáticas de estudiantes de educación rural colombiana durante la implementación de la metodología de aula invertida, y qué condiciones intervienen en ese proceso?

Con ello, el estudio pretende aportar una comprensión situada de las metodologías activas mediadas por tecnología en la ruralidad, centrada en las experiencias de los estudiantes y útil para orientar procesos de innovación pedagógica en contextos con características similares.

2. Métodos

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo, de alcance comprensivo-interpretativo, y adoptó como diseño la teoría fundamentada en la versión de Strauss y Corbin (2002), diseño que resultó pertinente porque el objetivo no era medir el efecto de la estrategia, sino comprender la manera en la que los estudiantes experimentan el aula invertida y construir, a partir de sus voces una explicación teórica del proceso en un contexto para el cual la literatura ofrecía escasos referentes siendo este la postprimaria rural multigrado; de esta manera, la teoría fundamentada permite la generación de una teoría sustantiva mediante la comparación constante y la codificación de los datos que se hace de forma progresiva, sin partir de hipótesis que deban ser verificadas.

De otra parte, la orientación sociocrítica no se asumió como un diseño de investigación-acción ni como un proceso de transformación participativa, sino como una sensibilidad ética y política que fue lo que orientó el reconocimiento de los estudiantes rurales como sujetos activos de su propio aprendizaje, la atención a las desigualdades territoriales durante el análisis y la reflexión del investigador sobre su propia práctica. Así, la teoría fundamentada aportó el procedimiento de generación teórica, mientras que la sensibilidad sociocrítica orientó la lectura contextual de los datos y la discusión de sus implicaciones para la equidad educativa rural.

La estrategia fue diseñada e implementada por el investigador, quien se desempeñaba como docente de la institución, cumpliendo así un doble rol como docente-investigador que facilitó el acceso al campo y a la comprensión del contexto, pero también implicaba el riesgo de que los estudiantes expresaran valoraciones favorables por deseabilidad social o de que el investigador le diera mayor privilegio a las interpretaciones positivas por lo cual, para la mitigación de este riesgo se llevó un diario reflexivo, se elaboraron memos analíticos y se buscaron los casos que fueran divergentes, como se detalla más adelante.

El estudio se llevó a cabo en dos sedes rurales de postprimaria de la Institución Educativa Rural Benilda Valencia, en el municipio de Donmatías (Antioquia, Colombia): el CER Félix Castaño, ubicado en la vereda Romazón, y el CER Leocadio Jaramillo, ubicado en la vereda Miraflores, sedes que funcionan bajo el modelo de postprimaria rural, con aulas multigrado que reúnen estudiantes de los grados de sexto a noveno grado, y presentan algunas limitaciones relacionadas con la conectividad a internet y la disponibilidad de equipos aclarando que, los participantes se seleccionaron mediante un muestreo intencional y correspondieron a la totalidad de estudiantes de postprimaria de las dos sedes que cumplieron los criterios de inclusión que eran estar matriculados en alguna de las dos sedes, participar en la intervención, asistir regularmente a las sesiones y contar con el consentimiento informado de sus padres o acudientes por lo que, en total participaron 37 estudiantes de grados sexto a noveno; sin embargo, la entrevista inicial de carácter diagnóstico se aplicó a 21 de ellos y la entrevista final, a los 37.

La intervención consistió en una estrategia de aula invertida de cinco sesiones centrada en el trabajo con los números fraccionarios, los diferentes materiales se alojaron en la plataforma Moodle, instalada en una red local para que hubiera acceso sin necesidad de conexión a internet, y WhatsApp se utilizó como canal de comunicación complementario, los cursos se organizaron en dos rutas diferenciadas según el nivel: “El universo de las fracciones”, para los grados sexto y séptimo, y “Fracciones en acción”, para los grados octavo y noveno; de esta manera, la primera sesión se dedicó al diagnóstico y la sensibilización tecnológica; la segunda, a la inducción metodológica y la alfabetización digital (acceso con usuario y contraseña, navegación en la plataforma y un cuestionario formativo con intentos ilimitados); la tercera y la cuarta implementaron el modelo invertido: antes de la clase, los estudiantes revisaban videos explicativos, documentos en PDF y simulaciones interactivas en HTML5 sobre representación gráfica, recta numérica, fracciones egipcias y tipos de fracciones, y el tiempo presencial se destinaba a resolver dudas, practicar y trabajar en grupos. La quinta sesión correspondió al cierre y a la aplicación de la entrevista final.

La información se obtuvo mediante tres técnicas a saber, dos entrevistas semiestructuradas una inicial, de diez preguntas abiertas sobre las percepciones y las preferencias de los estudiantes frente a las matemáticas, y una final, de quince preguntas abiertas que fue aplicada en formato digital después de la intervención, sobre la experiencia de aprendizaje, el uso de la tecnología y la motivación y participación, instrumentos que fueron validados mediante el juicio de expertos con título de doctorado. La segunda fue la observación participante, registrada en una bitácora durante las sesiones de la intervención. La tercera fue el análisis documental de planes de estudio, evaluaciones institucionales, registros de ingreso a Moodle y producciones elaboradas por los estudiantes.

Las tres áreas que estructuraron la entrevista final se asumieron como ejes orientadores o conceptos sensibilizadores dado que, Strauss y Corbin (2002) admiten que la literatura y la experiencia previa orienten la recolección, siempre que las categorías, sus propiedades y sus relaciones emerjan de los datos; por ello, las subcategorías, las relaciones entre ellas y la categoría central se construyeron de forma inductiva durante la codificación, y los ejes iniciales fueron reformulados a la luz de los datos; por ejemplo, el eje “uso de la tecnología” se reformuló como “mediación tecnológica en la construcción del aprendizaje matemático” ya que se incorporaron las condiciones de acceso y las preferencias por la explicación presencial que emergieron en los relatos.

El análisis siguió el procedimiento propuesto por Strauss y Corbin (2002) y se apoyó en el software Atlas.ti versión 25; razón por la cual, las entrevistas se transcribieron de forma textual y se integraron con los registros de observación y los documentos aclarando que cada participante se identificó con un código alfanumérico, en la codificación abierta, los datos se fragmentaron en unidades de significado y se asignaron códigos iniciales a partir de las expresiones de los estudiantes, en la axial, los códigos se agruparon en subcategorías y se relacionaron mediante el paradigma de condiciones causales, contexto, condiciones intervinientes, estrategias de acción/interacción y consecuencias y en la codificación selectiva, las categorías se integraron alrededor de una categoría central aclarando que, durante todo el proceso se aplicó la comparación constante por lo que cada nuevo fragmento se contrastó con los códigos existentes, entre los participantes, entre las dos sedes y entre las fuentes; por lo que, se compararon incidentes similares y divergentes, y se elaboraron memos analíticos que documentaron las decisiones de codificación.

Dado que se trabajó con la totalidad de los estudiantes de postprimaria de las dos sedes, la incorporación de los participantes no se definió mediante un muestreo teórico secuencial, y la saturación teórica se valoró en el análisis resaltando que la codificación se consideró por concluida cuando los nuevos fragmentos dejaron de aportar propiedades o dimensiones a las categorías y solo reiteraban algunas de las relaciones que ya habían sido identificadas, incluidas las de los casos divergentes. Esta circunstancia se reconoce como una limitación, pues no fue posible ampliar la recolección para densificar las categorías menos desarrolladas.

De otra parte, para asegurar el rigor se atendieron cuatro criterios a saber, la credibilidad se procuró mediante la triangulación de técnicas y fuentes (entrevista inicial, observación participante, entrevista final y documentos), el contraste de las interpretaciones y la búsqueda activa de la evidencia divergente. La dependencia, que se sustentó en la documentación del procedimiento y de las decisiones de codificación. La confirmabilidad, apoyada en los memos analíticos, el diario reflexivo del investigador y la trazabilidad entre las citas originales, los códigos, las categorías y la teoría sustantiva y, la transferibilidad que se favoreció mediante la descripción densa del contexto, de los participantes y de las condiciones de implementación.

En cuanto a los aspectos éticos, la investigación se clasificó como de riesgo mínimo según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, y el tratamiento de los datos se ajustó a la Ley 1581 de 2012 y al Decreto 1377 de 2013. Se contó con la autorización de la Institución Educativa Rural Benilda Valencia para el desarrollo del estudio. Antes del trabajo de campo, los padres o acudientes de los estudiantes firmaron el consentimiento informado, en el que se explicaron los objetivos, los procedimientos, la protección de los datos y sus derechos como participantes. Se garantizaron la participación voluntaria, la confidencialidad y el anonimato mediante el uso de códigos alfanuméricos.

3. Resultados y discusión

El análisis permitió identificar que, para la mayoría de los participantes, la implementación del aula invertida implicó algo más que la incorporación de recursos tecnológicos: supuso cambios en la forma de prepararse para las clases, de participar en ellas y de relacionarse con el contenido matemático; sin embargo, es importante aclarar que estos cambios no fueron homogéneos; de esta manera, los códigos iniciales de la codificación abierta fueron agrupados en la codificación axial en una serie de subcategorías que dieron lugar a las tres categorías que son, las experiencias de aprendizaje, mediación tecnológica y motivación y participación resaltando que, la codificación selectiva las integró en una categoría central: la apropiación del aula invertida mediante la articulación entre autonomía, mediación tecnológica, acompañamiento docente y participación. La Tabla 1 sintetiza este proceso.

Tabla 1

Construcción de las categorías y su integración en la categoría central

Categoría	Subcategorías emergentes (codificación abierta)	Condiciones intervinientes (codificación axial)	Aporte a la categoría central (codificación selectiva)
Experiencias de aprendizaje	Valoración positiva del aula invertida; preferencia parcial o negativa; recursos didácticos que facilitan el aprendizaje; mejoramiento del aprendizaje; interacción colaborativa y apoyo entre compañeros; percepciones emocionales	Preferencia por la enseñanza tradicional; dificultades de comprensión y concentración; acceso desigual a recursos	Comprensión inicial antes de la clase, práctica presencial y colaboración entre pares
Mediación tecnológica	Apropiación de herramientas; plataformas y videos como apoyo; comodidad y adaptación al uso de herramientas digitales; aprendizaje autónomo y repaso; búsqueda de explicaciones alternativas	Problemas de conectividad; fallas de acceso a plataformas; competencias digitales desiguales; preferencia por la explicación docente	Amplía los tiempos y espacios de aprendizaje; su alcance depende de las condiciones de acceso
Motivación y participación	Comprensión previa de los temas; aprendizaje a ritmo propio; actividades dinámicas; seguridad para participar; apoyo entre compañeros	Distracciones; falta de organización personal; desmotivación; baja preparación previa; necesidad de acompañamiento docente	Confianza para participar e implicación en las actividades académicas
Categoría central: apropiación del aula invertida mediante la articulación entre autonomía, mediación tecnológica, acompañamiento docente y participación colaborativa.			

Fuente: elaboración propia a partir de la codificación realizada en Atlas.ti.

3.1. Transformación de las experiencias de aprendizaje

En la entrevista final, 25 de los 37 estudiantes valoraron de manera favorable el aula invertida frente a los métodos de la enseñanza tradicional, cuatro expresaron una valoración mixta y ocho manifestaron preferencia por la explicación tradicional o dificultades para comprender con la nueva metodología. En las valoraciones favorables, los relatos describen el paso de recibir explicaciones a prepararse antes de la clase, participar durante ella y comprender los contenidos de manera progresiva. Para estos estudiantes, disponer con anticipación de videos, actividades y recursos digitales les permitió llegar al aula con conocimientos iniciales que facilitaron la resolución de problemas, la interacción con el docente y el intercambio de ideas con sus compañeros.

En este sentido, los estudiantes señalaron que la posibilidad de revisar los contenidos antes del encuentro presencial disminuyó sus dificultades frente a la comprensión de algunos procedimientos matemáticos y les permitió avanzar a su propio ritmo, dada la posibilidad de repetir las explicaciones cuando lo consideraban necesario. Así lo expresa la voz "Los videos me han ayudado más, porque puedo verlos varias veces hasta entender. También los ejercicios previos sirven para llegar más preparado a la clase" (E21). De manera similar, otro estudiante manifestó que "la plataforma Moodle es buena y muy útil porque ahí el profesor manda los videos y talleres; me ha ayudado a aprender y también a todos mis compañeros" (E36). Para estos estudiantes, el aprendizaje no dependió únicamente de la explicación presencial del docente, sino que se inició antes de la clase y se fortaleció durante el trabajo colaborativo en el aula.

Los registros de observación y los documentos matizan estos relatos. En la tercera sesión, los registros de ingreso a Moodle mostraron que solo dos de los estudiantes de los grados octavo y noveno habían consultado los materiales antes de la clase y llegaron con las actividades resueltas y la

formularon preguntas más específicas que sus compañeros. Para el resto del grupo fue necesario destinar parte del tiempo presencial a la revisión de los videos, un aspecto que redujo el tiempo disponible para la discusión y la profundización y el análisis de las producciones de los estudiantes reveló ejercicios con respuestas correctas sin el procedimiento correspondiente y al pedirles que explicaran sus resultados, varios no lograron justificar los pasos que habían seguido, evidencias que indican que la preparación previa, más que la metodología por sí misma, marcó diferencias en el aprovechamiento de la clase.

Es importante referenciar que, los casos divergentes fueron relevantes para la delimitación de la categoría ya que, algunos de los estudiantes prefirieron la explicación directa del docente lo que se encontró en las voces "A mí me gusta más en el tablero porque entiendo más" (E32P1); "La verdad ninguna porque no entiendo nada prefiero las clases presenciales porque siento que aprendo más" (E5P4), otros de ellos señalaron que el trabajo autónomo no siempre resolvía sus dudas como el caso de las afirmaciones "hay ocasiones en las que la investigación en casa no me ayuda ya que hay cosas que no entiendo precisamente bien" (E37P1). En la observación también se identificaron diferencias por grado puesto que los estudiantes de sexto y séptimo mostraron una mayor seguridad, mientras que algunos de octavo y noveno manifestaron sentimientos de frustración por los vacíos previos en las operaciones con fracciones y en el cálculo del mínimo común múltiplo, casos que permitieron precisar que la experiencia favorable no es generalizable a todos los participantes y que está condicionada por los conocimientos previos, la autorregulación y las preferencias de aprendizaje.

De esta manera, el análisis sugiere que los cambios en las experiencias de aprendizaje se asociaron más con la reorganización de las dinámicas pedagógicas, que favoreció una participación más activa, que con el uso de las tecnologías en sí mismo. La preparación previa, la posibilidad de controlar el ritmo de aprendizaje y el acompañamiento del docente configuraron un escenario que, para la mayoría de los participantes, favoreció la comprensión de los contenidos matemáticos y cuestionó la idea de que las matemáticas solo pueden aprenderse mediante la mecanización de algoritmos.

3.2. La tecnología como mediadora de la construcción del aprendizaje

La segunda categoría emergente permitió comprender que la tecnología cumplió un papel que va más allá de lo instrumental y que, en los relatos de los estudiantes fue un elemento mediador de los procesos de aprendizaje dado que, los discursos de los estudiantes muestran que las plataformas digitales, los recursos audiovisuales y las herramientas de consulta si favorecieron nuevas formas de interacción con los contenidos matemáticos y ampliaron las oportunidades de aprendizaje autónomo y de solución de las dificultades que surgían durante el estudio independiente.

Los participantes manifestaron que la disponibilidad de diferentes plataformas digitales les permitió acceder a múltiples explicaciones sobre un mismo contenido, comparar procedimientos y seleccionar los recursos que mejor respondían a sus necesidades de aprendizaje. Un estudiante señaló que "el profesor nos tiene una plataforma que se llama Moodle; otras que también usamos son YouTube, TikTok, Google y muchas más plataformas" (E30), mientras otro expresó que "YouTube y Google me ayudan mucho porque como no entiendo tanto, las explicaciones de los videos y las páginas matemáticas las entiendo mejor" (E37). Estas narrativas muestran que algunos estudiantes desarrollaron estrategias de búsqueda y consulta que favorecieron su autonomía y redujeron, en parte, la dependencia de la explicación del docente en la clase presencial.

Sumado a lo anterior, los estudiantes valoraron la flexibilidad que ofrecieron los diferentes recursos tecnológicos para la adecuación del aprendizaje a su ritmo y a sus necesidades individuales y de ahí que, la posibilidad de pausar, repetir o revisar nuevamente los videos les permitió afrontar las dificultades de comprensión sin la presión del tiempo propio de la clase tradicional, lo que favoreció procesos de autorregulación y aprendizaje autónomo.

No obstante, el análisis también permitió la identificación de limitaciones que estuvieron asociadas con las condiciones del contexto rural teniendo en cuenta que, los estudiantes señalaron algunas dificultades relacionadas con la disponibilidad de los equipos tecnológicos, el acceso a internet y la infraestructura institucional, aspectos que en algunos casos restringieron el aprovechamiento de la estrategia: "Acá en la escuela no hay suficientes computadoras para que todos podamos entrar a la plataforma" (E25P4), otros hicieron la sugerencia de mejorar la organización de los recursos digitales, incorporar explicaciones más detalladas en los videos "Que los videos tengan un poco más de explicación" (E19P4) y facilitar espacios adicionales para resolver la dudas destacando que, la observación coincidió con estos relatos: algunos estudiantes no sabían acceder a una dirección electrónica desde el navegador, pues solo utilizaban buscadores, y fue necesario instalar Moodle en una red local para sortear la falta de conectividad.

De esta manera, los hallazgos de esta categoría muestran que la tecnología actuó como mediadora del aprendizaje y favoreció los procesos relacionados con la autonomía, la autorregulación y el acceso al conocimiento matemático; sin embargo, también evidencian que la transformación de las experiencias de aprendizaje requiere superar las limitaciones de infraestructura y conectividad que aún caracterizan a numerosos contextos rurales colombianos.

3.3. Motivación y participación: el motor de la transformación educativa

La tercera categoría muestra que la implementación del aula invertida se asoció con cambios en la motivación y en la participación de los estudiantes durante el aprendizaje de las matemáticas ya que, en sus relatos, la reorganización de las actividades pedagógicas estuvo vinculada con actitudes más positivas frente a la asignatura, un mayor interés por participar en las clases y una mayor disposición para asumir un papel activo en el proceso formativo.

Por otra parte, las narrativas de los participantes reflejan que el acceso previo a los contenidos generó un mayor nivel de confianza para intervenir durante las actividades presenciales dado que, llegar al aula con una comprensión inicial de los temas disminuyó el temor a incurrir en equivocaciones y favoreció una participación más espontánea en las diferentes discusiones propuestas por el docente. De igual manera, los estudiantes manifestaron que el desarrollo de los ejercicios colaborativos y el acompañamiento durante la clase fue algo que les permitió resolver dudas de manera inmediata, compartir estrategias de solución y fortalecer su seguridad para enfrentar nuevos desafíos matemáticos, lo que coincidió con la observación porque quienes habían revisado los materiales participaron con mayor seguridad y formularon preguntas más elaboradas, mientras que quienes no lo hicieron mostraron más frustración e inseguridad.

Otro aspecto relevante fue la valoración del aprendizaje de las matemáticas como más interesante teniendo en cuenta que los participantes expresaron que utilizar los recursos digitales, acceder a las explicaciones dinámicas y desarrollar actividades distintas a las clases convencionales acercó el aprendizaje a sus formas habituales de interacción con la tecnología ya que los estudiantes percibieron la estrategia como una oportunidad para aprender de manera más flexible y menos dependiente de la memorización de procedimientos, lo que se asoció con una mayor disposición a participar en las actividades propuestas.

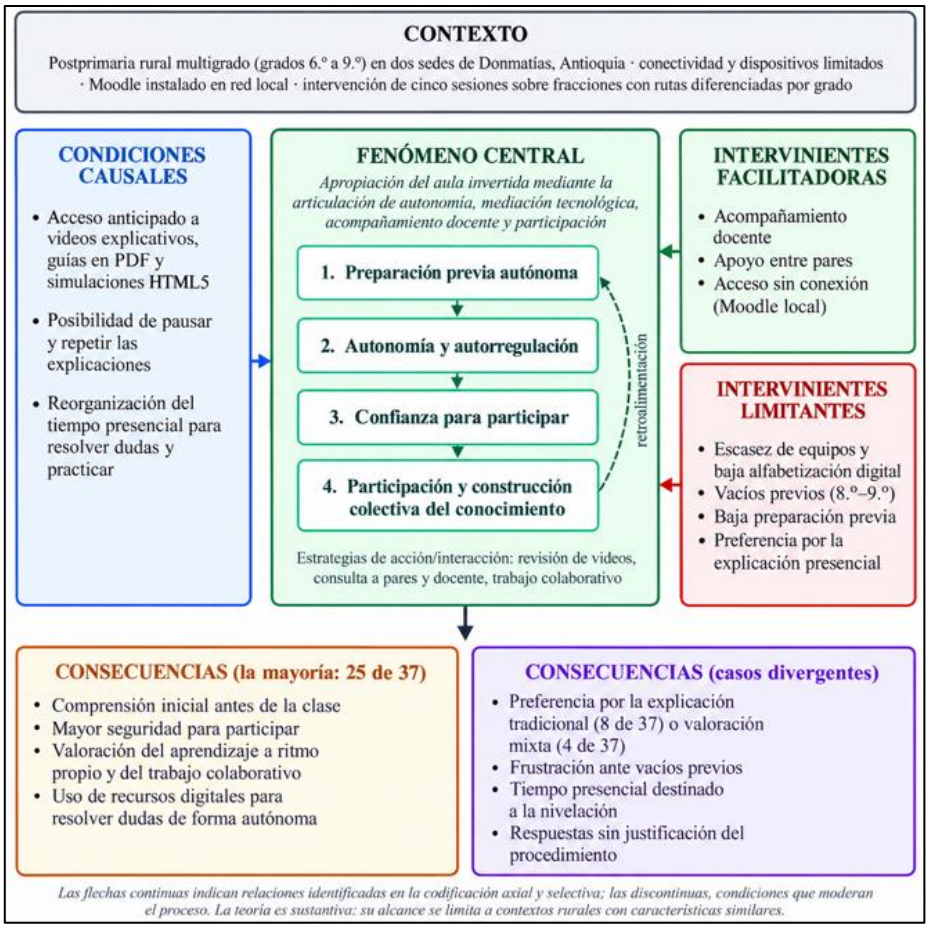
El análisis también permitió la identificación de que la motivación estuvo relacionada con el sentido de autonomía que fue construido durante el proceso dado que, la posibilidad de poder decidir cuándo revisar los contenidos, repetir las explicaciones y avanzar según el propio ritmo generó una percepción de mayor control sobre el proceso formativo y se vinculó con un mayor compromiso respecto a las actividades académicas por lo que, la participación pareció vincularse con el desarrollo progresivo de la autorregulación. No obstante, algunos estudiantes manifestaron distracciones, falta de organización personal y necesidad de mayor acompañamiento docente, lo que indica que la autonomía no se desarrolló de manera homogénea.

3.4. Hacia una teoría emergente de la transformación de las experiencias de aprendizaje

La integración de las tres categorías permitió comprender que los cambios en las experiencias de aprendizaje no pueden explicarse únicamente por la incorporación de recursos tecnológicos ni por el cambio en la secuencia metodológica de las clases; lo anterior, tomando en consideración que el análisis evidenció que, en las dos sedes estudiadas, la apropiación del aula invertida se estableció como un proceso sustentado en la interacción entre tres dimensiones complementarias como lo son, las experiencias de aprendizaje construidas por los estudiantes, la mediación pedagógica de la tecnología y la motivación y la participación, dimensiones que mantienen relaciones de interdependencia que se asociaron con procesos de aprendizaje más autónomos, colaborativos y contextualizados.

Figura 1

Modelo de la teoría sustantiva sobre la apropiación del aula invertida en el aprendizaje de las matemáticas en contextos rurales.



Nota. Elaboración propia a partir de la codificación axial y selectiva.

A partir de esta integración se propone una teoría sustantiva que es para el contexto que fue estudiado, según la cual la apropiación del aula invertida en la postprimaria rural es un proceso condicionado por aspectos relacionados con la interacción entre la autonomía progresiva, la accesibilidad tecnológica, el acompañamiento del docente y la participación colaborativa destacando que, en esta teoría, la tecnología no produce por sí misma la transformación del aprendizaje su potencial emerge cuando es mediada pedagógicamente y adaptada a las condiciones de conectividad, a los hábitos de estudio y a los conocimientos previos de los estudiantes y las condiciones causales corresponden al acceso anticipado a videos, guías y simulaciones; el contexto, a un aula multigrado rural con conectividad limitada; las condiciones intervinientes, a la disponibilidad de dispositivos, las

competencias digitales, la autorregulación y la preferencia por la explicación presencial; y las estrategias de acción/interacción, a la revisión autónoma, la repetición de explicaciones, la consulta a pares y docentes y el trabajo colaborativo.

De esta manera, la teoría sustantiva plantea que, en las sedes que fueron estudiadas, estos cambios ocurrieron mediante un proceso que fue progresivo ya que, el acceso anticipado a los contenidos favoreció la autonomía; la autonomía incrementó la confianza para participar durante las clases; la participación favoreció la construcción colectiva del conocimiento y, a su vez, retroalimentó la disposición a prepararse y cuando la preparación previa no ocurrió, la secuencia se interrumpió y el tiempo presencial se destinó a la nivelación. En la Figura 1 se sintetizan los componentes, las relaciones y las condiciones de la teoría sustantiva.

3.4. Discusión

Los hallazgos sugieren que, en el contexto que fue estudiado la metodología de aula invertida estuvo asociada con algunos cambios respecto a las experiencias de aprendizaje de las matemáticas ya que, modificó la forma en la que los estudiantes se relacionan con los contenidos, con el docente, con sus compañeros y con los recursos tecnológicos, resultado que coincide con algunos estudios que han señalado que el aula invertida favorece la comprensión conceptual, la autonomía y la participación en el proceso de aprendizaje matemático cuando los estudiantes tienen acceso previo a los materiales explicativos y utilizan el tiempo presencial para resolver sus dudas, practicar y construir conocimiento de manera colaborativa (Fúneme, 2019; Fornons y Palau, 2021).

En este sentido, uno de los aportes del estudio consiste en mostrar que la transformación de las experiencias de aprendizaje depende tanto de la disponibilidad de videos, plataformas o recursos digitales, pero también, de la reorganización pedagógica que estos permiten al interior y por fuera del aula teniendo en cuenta que, además de acceder a los contenidos antes de la clase, los estudiantes comenzaron a desarrollar formas más autónomas de preparación, revisión y comprensión de los temas matemáticos. hallazgo que es consistente con las investigaciones de autores como Merchán (2024), Parrales y Rivadeneira (2022), Pérez (2021) y Prieto et al. (2021), que reportan efectos positivos del aula invertida en distintos niveles educativos cuando se articulan el trabajo previo, la interacción presencial y la retroalimentación docente.

Asimismo, los resultados sugieren que la tecnología actuó como una mediación pedagógica y no simplemente como un recurso de orden complementario, dado que Moodle, los videos explicativos, las búsquedas en internet y las actividades digitales fueron los que ampliaron las posibilidades de acceso al conocimiento matemático y permitieron que los estudiantes revisaran los contenidos a su propio ritmo (Merchán, 2024; Parrales y Rivadeneira, 2022). Sin embargo, también se evidenció que las brechas tecnológicas propias del contexto rural limitaron de forma parcial la implementación de la estrategia por la disponibilidad desigual de los equipos, conectividad y competencias digitales, hallazgo coherente con lo expuesto por la OCDE (2024) y la UNESCO (2024), entidades que advierten que la brecha digital educativa incluye diferencias en infraestructura, habilidades, dispositivos y oportunidades reales de participación digital.

Desde esta perspectiva, la experiencia analizada permite comprender que la innovación educativa en los contextos rurales es un aspecto que exige una relación equilibrada entre la metodología, la tecnología y el contexto dado que, la incorporación de las plataformas LMS o de los recursos audiovisuales no garantiza por sí misma la transformación del aprendizaje si no existe una intencionalidad pedagógica clara, un acompañamiento docente y una adaptación a las condiciones reales de los estudiantes y es por ello por lo que, el aula invertida adquiere sentido cuando logra articular el aprendizaje autónomo con espacios presenciales de interacción, retroalimentación y resolución colaborativa de problemas (Velázquez y Miranda, 2024; Zavala et al., 2023).

Por otra parte, los estudiantes manifestaron un mayor interés por las matemáticas cuando las actividades se desarrollaron mediante videos, juegos, ejercicios colaborativos y recursos digitales que les permitieron comprender los contenidos de forma más dinámica, un resultado que guarda relación con investigaciones que han mostrado que el aula invertida se asocia con mayor motivación, participación activa y actitudes positivas hacia el aprendizaje, particularmente cuando el estudiante percibe que puede controlar su ritmo de estudio y recibir apoyo durante la clase presencial (Velázquez y Miranda, 2024; Massut, 2016).

De igual manera, es relevante señalar que en algunos estudiantes se evidenció la persistencia de diferentes dificultades de comprensión, resistencia frente al trabajo autónomo o preferencia por la explicación tradicional del docente, un hallazgo que evita una visión idealizada del aula invertida y permite reconocer que su implementación requiere procesos progresivos de adaptación, alfabetización digital y fortalecimiento de la autorregulación dado que, en los contextos rurales en los que algunos estudiantes no han tenido experiencias previas con plataformas educativas, el tránsito hacia las metodologías activas mediadas por tecnología debe ser un proceso pedagógico gradual (Velázquez y Miranda, 2024; Massut, 2016).

Frente a la literatura revisada, el aporte original del estudio se evidencia desde tres perspectivas porque, en primer lugar, desplaza la pregunta por el efecto del aula invertida sobre el rendimiento, predominante en los antecedentes (Merchán, 2024; Parrales y Rivadeneira, 2022; Prieto et al., 2021), hacia un proceso mediante el cual los estudiantes se apropian de ella; en segundo lugar,, aporta evidencia desde la postprimaria rural multigrado, un contexto que es escasamente representado en las síntesis disponibles (Fornons y Palau, 2021), y muestra que allí la preparación previa no puede darse por supuesta, pues depende del acceso a dispositivos, de la alfabetización digital y de los conocimientos previos, lo que obliga a reservar tiempo presencial para la nivelación y en tercer lugar, identifica condiciones intervinientes como la preferencia por la explicación presencial, las diferencias por grado y la desigual autorregulación, que ayudan a explicar por qué una misma estrategia produce experiencias distintas dentro de un mismo grupo, aspecto que los estudios centrados en promedios tienden a ocultar.

En consecuencia, la teoría sustantiva propone que, en el contexto rural estudiado, el aula invertida puede operar como un modelo de mediación pedagógica que reorganiza las relaciones entre los estudiantes, el docente, la tecnología y el conocimiento matemático y su pertinencia para el fortalecimiento de la educación matemática rural depende de que la implementación reconozca las limitaciones tecnológicas del contexto, contemple tiempos de adaptación y alfabetización digital, y sostenga procesos de acompañamiento pedagógico.

4. Conclusiones

Los hallazgos permiten comprender que, en las dos sedes rurales estudiadas, el aula invertida se asoció con una serie de cambios en las experiencias de aprendizaje de las matemáticas de la mayoría de los participantes, en la medida en que reorganizó las dinámicas de enseñanza y promovió un papel más activo del estudiante. La preparación autónoma previa, el uso del tiempo presencial para la resolución de problemas de forma colaborativa y el acompañamiento del docente fueron los elementos que los estudiantes vincularon con aprendizajes más comprensivos y menos centrados en la repetición de los procedimientos algorítmicos; sin embargo, estos cambios no fueron homogéneos dado que, una parte de los estudiantes prefirió la explicación tradicional o tuvo dificultades para sostener el trabajo autónomo.

De igual manera, los estudiantes valoraron el uso de las plataformas digitales, los recursos audiovisuales y las herramientas de consulta como un apoyo para su autonomía, su autorregulación y la comprensión de los contenidos matemáticos; sin embargo, su potencial estuvo condicionado por algunos factores que son propios del contexto rural, como la disponibilidad de los equipos, la

conectividad, las competencias digitales y el acceso equitativo a los recursos tecnológicos. Por ello, la incorporación de tecnologías digitales requiere de estrategias pedagógicas que realmente integren las características del contexto y respondan a las necesidades de las comunidades educativas rurales.

El principal aporte del estudio es la formulación de una teoría sustantiva, y no formal, que explica la manera en la que los estudiantes de la postprimaria rural estudiada se apropian del aula invertida que fue mediante la interacción entre una autonomía progresiva, la mediación tecnológica, el acompañamiento del docente y la participación colaborativa, en condiciones de acceso tecnológico desigual. Esta explicación complementa las aproximaciones centradas en indicadores de rendimiento académico al ofrecer una comprensión interpretativa del proceso vivido por los estudiantes por lo que, su alcance se limita a aquellos contextos con características similares y su transferencia a otros escenarios debe valorarse a partir de la descripción del contexto aquí ofrecida.

De otra parte, el estudio presenta algunas limitaciones metodológicas dado que, la intervención fue breve con un total de cinco sesiones y se centró en un solo contenido que fueron las fracciones, por lo que no permite valorar la sostenibilidad de los cambios. El doble rol de docente-investigador pudo favorecer respuestas condicionadas por la deseabilidad social, riesgo que se procuró mitigar mediante la búsqueda de casos divergentes y la reflexividad y varias respuestas de la entrevista final, aplicada en formato digital, fueron breves, lo que limitó la profundidad de algunos relatos y al trabajar con la totalidad de los estudiantes de ambas sedes, no fue posible la ampliación del muestreo teórico, y el diseño no permite establecer relaciones causales ni efectos sobre el rendimiento académico.

En términos de implicaciones, los resultados sugieren que las instituciones rurales que pretendan implementar el aula invertida en las matemáticas deben considerar un periodo de inducción y alfabetización digital antes de exigir la preparación autónoma, generar soluciones de acceso sin conexión como plataformas instaladas en redes locales, dedicar tiempo presencial para nivelar a quienes no realizaron el trabajo previo y diseñar rutas diferenciadas por grado en el aula multigrado, implicaciones que podrían verificarse en estudios futuros que incluyan intervenciones que sean más prolongadas, otros contenidos y otras sedes, así como diseños mixtos que contrasten las experiencias de los estudiantes con los indicadores de comprensión matemática.

Referencias

Arciniegas, J. (2025). Prácticas pedagógicas del docente rural de post-primaria sustentadas en el modelo constructivista. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Experimental Libertador - UPEL, Rubio]. Repositorio UPEL. https://www.espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/2166/2055

Argandoña, M., García, C., y Vallejo, P. (2020). Flipped classroom y Educación para el emprendimiento durante la pandemia por COVID-19. EPISTEME KOINONIA, 3(6), 320-338.

Arias, J. (2021). El campesinado en la educación rural: un debate emergente. Pedagogía y Saberes (54), 1-15. doi: https://revistas.upn.edu.co/index.php/PYS/article/view/10555/9157

Arias, L., Carmona, L., y Rojas, R. (2023). Google Sites: Implementación de una estrategia pedagógica digital para la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de grado cuarto de la Institución Educativa Cristóbal Colón de Íquira - Huila. [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena, Maestría en recursos Digitales Aplicados a la Educación]. Repositorio unicartagena. https://hdl.handle.net/11227/17232

Bueno, M. (2022). Las TIC como Mediadoras Didácticas en los Procesos de Aprendizaje del Área de Matemáticas. Revista Docentes 2.0, 15(2), 36–45. https://doi.org/10.37843/rted.v15i2.318

Fornons, V., y Palau, R. (2021). Flipped Classroom in the Teaching of Mathematics: A Systematic Review. Education in the Knowledge Society (22), 1-20. doi: https://doi.org/10.14201/eks.24409

Fúneme, C. (2019). "El aula invertida y la construcción de conocimiento en matemáticas: Aplicaciones de la derivada". Tecné, Episteme Y Didaxis: TED (45), 159-174. doi: https://doi.org/10.17227/ted.num45-9840

Massut, M. (2016). Estudio de la utilización de videos tutoriales como recurso para las clases de matemáticas en el bachillerato con “Flipped Classroom”. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. https://www.tesisenred.net/handle/10803/400094#page=1

Merchán, A. (2024). El aula invertida como estrategia metodológica en el rendimiento académico en física. Tesis de maestría, Universidad PUCE. https://repositorio.puce.edu.ec/items/a50f33e0-602d-496f-8ad4-eaa2e525985e

Parrales, S., y Rivadeneira, L. (2022). Metodología aula invertida y aprendizaje de destrezas matemáticas en estudiantes de básica superior. Revista Científica Sinapsis, 1(21). doi: https://doi.org/10.37117/s.v21i1.599

Pérez, C. (2021). Programa de intervención para el uso de la flipped classroom como estrategia innovadora en el desarrollo de actividades Matemáticas en 5° de Educación Primaria. [Tesis de Grado, Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas – Teruel]. https://zaguan.unizar.es/record/155997/files/TAZ-TFG-2021-4948.pdf

Prieto, A., Barbarroja, J., álvarez, S., y Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. Revista de Educación (391), 847-21-217-9. doi:10.4438/1988-592X-0034-8082-RE

OCDE. (2024). Education at a Glance 2024. OECD Indicator. Paris: OECD Publishing. doi: https://doi.org/10.1787/c00cad36-en

Strauss, A., y Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Editorial Universidad de Antioquia.

UNESCO. (2024). Informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2023: tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién? Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Paris. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388894

Velázquez, R., y Miranda, L. (2024). El Aula Invertida para EnseñarGeometría en la Formación Universitaria de Profesores de Matemática. Unión: Revista iberoamericana de educación matemática (72), 1-15. doi: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10021440

Zavala, M., González, I., & Rojas, G. (2023). Aportes al conocimiento actual sobre el aula invertida. Revista Espacios, 43(9), 206-217. doi: https://www.revistaespacios.com/a23v44n09/a23v44n09p13.pdf