

Diseño y evaluación de un videotutorial para la enseñanza de la ecuación lineal en Secundaria

Design and Evaluation of a Video Tutorial for Teaching Linear Equations in Lower Secondary Education

José Iván López-Flores¹, Rolando Aguilera Cháirez², Carolina Carrillo García³, Emmanuel Magallanes Ulloa⁴

¹ Universidad Autónoma de Zacatecas ivan.lopez.flores@gmail.com

² Universidad Autónoma de Zacatecas rolandach27@gmail.com

³ Universidad Autónoma de Zacatecas ccarrillo@uaz.edu.mx

⁴ Universidad Politécnica de Zacatecas emagallanes@upz.edu.mx

Recibido: 27/11/2025

Aceptado: 13/4/2026

Copyright ©

Facultad de CC. de la Educación y Deporte.
Universidad de Vigo



Dirección de contacto:

José Iván López Flores
Calzada Solidaridad S/N entronque a la
Bufa, Campus II
Fracc. Lomas del Patrocinio
CP 98060. Zacatecas, Zacatecas
(México)

Resumen

Este estudio evaluó el impacto de un videotutorial diseñado con base en principios del aprendizaje multimedia en la comprensión de la ecuación lineal y en la percepción del recurso por parte de estudiantes de Secundaria. La investigación se realizó con alumnos de una escuela particular de México ($N = 87$), mediante un diseño cuasiexperimental que incluyó una prueba de opción múltiple aplicada en formato pretest y posttest, así como un cuestionario de percepción tipo Likert.

Se obtuvo una mejora significativa en el desempeño tras el uso del videotutorial ($t(85) = -8,31$, $p < ,05$), especialmente en los ítems vinculados con el reconocimiento de la ecuación y su estructura simbólica. La percepción del recurso también fue favorable en los principios de segmentación, coherencia y ejemplos resueltos. Más del 90% del alumnado indicó agrado por el video y disposición a recomendarlo. El instrumento de percepción presentó elevada confiabilidad ($\alpha = ,90$).

Aunque los avances fueron positivos, persistieron dificultades en la noción de igualdad y en el manejo de números negativos. Se concluye que el videotutorial es un recurso claro, motivador y accesible, con potencial para complementar la instrucción docente y enriquecer futuras secuencias didácticas orientadas al álgebra inicial.

Palabras clave

Videotutoriales, Ecuación Lineal, Aprendizaje Multimedia, Motivación, Escuela Secundaria

Abstract

This study evaluated the impact of a multimedia-based instructional video on secondary students' understanding of linear equations and on their perception of the resource. The research was conducted with students from a private school in Mexico ($N = 87$) using a quasi-experimental design that included a multiple-choice test administered in pre- and post-test formats, as well as a Likert-type perception questionnaire.

A significant improvement was observed in students' performance after using the video ($t(85) = -8,31$, $p < ,05$), particularly on items related to recognizing a linear

equation and its symbolic structure. Students also reported positive perceptions of the resource, especially regarding segmentation, coherence, and worked-example explanations. More than 90% indicated that they liked the video and would recommend it to peers. The perception instrument showed high reliability ($\alpha = .90$). Despite the positive outcomes, difficulties persisted in understanding the concept of equality and in working with negative numbers. The study concludes that the instructional video is a clear, motivating, and accessible resource with potential to complement classroom instruction and to enrich future teaching sequences focused on introductory algebra.

Key Words

Video Tutorials, Linear Equation, Multimedia Learning, Motivation, Lower Secondary Education

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el video educativo se ha consolidado como un recurso clave para el aprendizaje en distintos niveles y áreas del conocimiento, gracias a su facilidad de acceso, la combinación de elementos visuales y auditivos y la posibilidad de adaptarse a ritmos individuales de estudio. Plataformas como YouTube han potenciado su presencia al ofrecer materiales que complementan e incluso sustituyen la labor del aula (Beltrán-Pellicer y Giacomone, 2021). Esta tendencia se acentuó durante la pandemia por COVID-19, cuando los videos y videotutoriales se volvieron herramientas esenciales para la educación a distancia (Cabero y Llorente, 2020; Bravo et al., 2011).

En el ámbito educativo contemporáneo, el uso de recursos audiovisuales se ha consolidado como una práctica extendida en la Educación Secundaria. Diversos estudios muestran que el video permite diversificar la presentación del contenido, apoyar la comprensión, favorecer el aprendizaje autónomo y atender la heterogeneidad del alumnado (Bravo et al., 2011; Cebrián, 1994; Kearney et al., 2012). Su carácter multimodal facilita la conexión con estudiantes que requieren apoyos visuales o auditivos y permite revisar los materiales a ritmo propio, lo que lo convierte en un recurso especialmente útil en contextos con diferencias marcadas en rendimiento o estilos de aprendizaje.

El uso del video en educación no es nuevo, desde los años ochenta se reconocen sus funciones expositivas, ejemplificadoras y demostrativas (Aparicio, 1985; Cebrián, 1994; Koumi, 2006). Investigaciones recientes coinciden en que los recursos audiovisuales bien diseñados favorecen la motivación, incrementan el interés por las matemáticas y promueven la continuidad en el estudio (Bravo et al., 2011; Muñiz-Rodríguez et al., 2021; Sipayung et al., 2020). Estrategias como la narración digital, la segmentación en unidades breves o la presentación dinámica han demostrado potenciar su impacto (Chiu et al., 2018; Kearney et al., 2012; Oña, 2021; Ribera et al., 2020), confirmando que el diseño audiovisual debe atender tanto al contenido disciplinar como a factores comunicativos y afectivos.

En el ámbito de la innovación pedagógica, el video se asocia con metodologías como el aula invertida (Jordán et al., 2019; Silva et al., 2024) y con plataformas masivas como *Khan Academy* (Light y Pierson, 2014; Martel, 2023; Weeraratne y Chin, 2018), que han mostrado efectos positivos en el rendimiento y la autonomía del estudiante (Pedrosa et al., 2020; Salsabila y Pradipta, 2021). Sin embargo, la calidad de los materiales en línea

es heterogénea: los más populares no siempre son los más idóneos desde una perspectiva didáctica (Burgos et al., 2020).

Diversas investigaciones destacan también el valor del video en contextos inclusivos, mostrando su aporte al aprendizaje de estudiantes con discapacidad intelectual, auditiva, visual o dislexia, así como de alumnos con bajo rendimiento académico (Bottge et al., 2003; Gaillard y Aguilar, 2020; Pagnoni y Mariño, 2019; Tisdell y Loch, 2017). Los recursos diseñados con criterios de accesibilidad, contraste, narración clara y subtitulación favorecen la equidad educativa.

YouTube, como espacio de libre acceso y aprendizaje autorregulado (Jones y Cuthrell, 2011; Ramírez-Ochoa, 2016), se ha consolidado como un referente pedagógico con amplia diversidad de calidad: mientras algunos videos reproducen esquemas expositivos tradicionales (Beltrán-Pellicer y Giacomone, 2021), otros destacan por su innovación comunicativa propia de los edutubers (Beautemps y Bresges, 2021; López, 2020). En esta plataforma, los estudiantes buscan información incluso antes que en los libros de texto o en la orientación de sus maestros (Farfán et al., 2025; Romero et al., 2017).

Pese a su expansión, son escasos los estudios que articulan de manera integral los enfoques curricular, didáctico-matemático, pedagógico y estético del video educativo. La mayoría enfatiza uno de estos aspectos de forma aislada, sin proponer diseños que equilibren simultáneamente la idoneidad del contenido, los principios cognitivos de aprendizaje y los factores motivacionales y estéticos que influyen en la disposición del estudiante. Este vacío es particularmente notorio en relación con objetos matemáticos específicos, como la ecuación lineal, cuya enseñanza ha sido ampliamente estudiada, pero rara vez mediante recursos audiovisuales diseñados con criterios integrales.

2. ENSEÑANZA DE LA ECUACIÓN LINEAL

La ecuación lineal es un objeto matemático central en la educación básica y media superior, tanto por su relevancia curricular como por las dificultades persistentes que plantea. En el sistema educativo mexicano, el plan de estudios de Secundaria introduce el Álgebra en primer grado mediante la formulación y resolución de ecuaciones lineales (Secretaría de Educación Pública, 2017), consideradas fundamentales por su valor formativo y por la variedad de situaciones que permiten modelar (Aponte y Arrieche, 2007; Ramírez et al., 2020).

La literatura especializada ha documentado numerosos errores y obstáculos en su aprendizaje. Entre los más relevantes se encuentra la interpretación limitada del signo igual como un mandato operacional y no como equivalencia entre expresiones (Alonso et al., 1993; Corona, 2021; Londoño et al., 2011). Esta dificultad repercute en la comprensión de la noción de ecuación y en sus procedimientos de resolución, originando aprendizajes frágiles y poco transferibles basados en ensayo y error o en reglas mecánicas (Acaro-Lapo et al., 2024; Pérez et al., 2019; Sánchez, 2014; Tettay-Mejía et al., 2019).

Diversas propuestas didácticas han intentado superar estas limitaciones. Una de las más difundidas es la analogía de la balanza, que representa la ecuación como una situación de equilibrio, ofreciendo al estudiante una metáfora concreta de la igualdad (Otten et al., 2020; Rojano, 2010). También se han diseñado secuencias que introducen progresivamente el lenguaje algebraico, articulando operaciones aritméticas previas con la simbolización formal de la ecuación (Ascencio, 2021; Fuentes, 2020; Moreno y

Castellanos, 1997; Sánchez et al., 2024). Sin embargo, los resultados muestran que, aunque estas estrategias mejoran la comprensión inicial, las dificultades conceptuales y procedimentales persisten incluso en Bachillerato (Pantoja-Portillo, 2021).

En este contexto, se advierte la ausencia de recursos audiovisuales diseñados específicamente para la enseñanza de la ecuación lineal. Si bien abundan los videotutoriales en plataformas como YouTube, la mayoría reproduce prácticas expositivas tradicionales, con énfasis en los procedimientos y escasa atención al significado matemático (Beltrán-Pellicer y Giacomone, 2021; Burgos et al., 2020). Hasta ahora no se han identificado propuestas que integren simultáneamente los aspectos curriculares, didácticos y pedagógicos de este objeto con criterios estéticos y motivacionales propios del medio audiovisual.

Este vacío justifica el diseño y evaluación de un videotutorial que, desde su concepción, atienda los errores y obstáculos señalados en la literatura, e incorpore principios de aprendizaje multimedia y recursos estéticos capaces de generar motivación en los estudiantes.

3. TEORÍAS COGNITIVAS Y DISEÑO DE INSTRUCCIÓN

El diseño de materiales audiovisuales para el aprendizaje requiere marcos teóricos que expliquen cómo los estudiantes procesan la información y qué factores favorecen aprendizajes significativos. Entre estas perspectivas destacan la Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 1994; 2005) y la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM) (Mayer, 2005), ambas aplicadas en el análisis y producción de videos educativos, incluidos los de matemáticas (Andrade-Lotero, 2012; Raviolo, 2018; Vallejo y González, 2018).

La primera sostiene que la memoria de trabajo es limitada y que un diseño inadecuado puede sobrecargarla, interfiriendo con el aprendizaje. La complejidad de una tarea depende no solo de sus pasos, sino de la interacción entre ellos (Ngu et al., 2015). En el caso de las ecuaciones lineales, Ngu y Phan (2016) muestran que los números negativos o fracciones incrementan la interactividad cognitiva, lo que orienta la selección y graduación de ejemplos en un videotutorial.

Por su parte, la TCAM de Mayer (2005, 2021) establece diez principios que orientan la construcción de materiales audiovisuales eficaces: coherencia (eliminar lo irrelevante), señalización (destacar la información clave), redundancia (evitar texto y voz simultáneos), contigüidad espacial y temporal (sincronizar narración y gráficos), modalidad (combinar narración verbal con imágenes), segmentación (dividir el contenido en unidades manejables), preentrenamiento (introducir conceptos previos), personalización (emplear un estilo de conversación), voz (usar una voz humana natural) y encarnación (favorecer gestos o expresiones que humanicen la explicación). Aplicados al video educativo, estos principios contribuyen a reducir la carga cognitiva innecesaria y a facilitar la integración de la información en la memoria de largo plazo, mejorando la claridad y la motivación del aprendizaje.

A estas perspectivas se suman los aportes sobre el diseño estético y emocional. Se ha demostrado que el color y la forma influyen directamente en la motivación y disposición afectiva hacia el aprendizaje (Plass et al., 2014). En la misma línea, Canté et al. (2017) evidencian que la psicología del color en entornos virtuales facilita la atención y el

recuerdo, creando ambientes más propicios para el estudio. Estos hallazgos indican que el diseño visual de un videotutorial puede fortalecer tanto la claridad cognitiva como la motivación.

Además, Romero et al. (2017) proponen una rúbrica de evaluación con cinco dimensiones –curricular, pedagógica, técnica, estética y de accesibilidad–, que permite analizar la idoneidad de los videotutoriales considerando no solo el contenido matemático, sino también su presentación y accesibilidad.

En conjunto, estas teorías y modelos ofrecen un marco sólido para el diseño de un videotutorial. Integrar la carga cognitiva, los principios multimedia y los aspectos estéticos permite equilibrar lo curricular, didáctico, pedagógico y audiovisual, condición necesaria para favorecer tanto la comprensión de la ecuación lineal como la motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas.

4. METODOLOGÍA

Con el fin de responder a la pregunta de investigación planteada, se diseñó un estudio que combina un enfoque cuasiexperimental con técnicas de análisis de percepción. A continuación, se describen el diseño de investigación, el contexto y los participantes, los instrumentos empleados, el procedimiento seguido y las técnicas utilizadas para el análisis de datos.

4.1. Diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, cuasiexperimental y transversal. El propósito fue evaluar el impacto de un videotutorial en dos dimensiones: el aprendizaje de la ecuación lineal y la motivación y percepción del recurso por parte del alumnado. Para ello se utilizaron dos estrategias de recolección de datos: pruebas de desempeño (pre-test y post-test) y una encuesta tipo Likert. Ambos instrumentos se diseñaron tomando en cuenta los errores y obstáculos reportados en la literatura sobre la enseñanza de la ecuación lineal, así como los principios de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2005; 2021) y los criterios de motivación y accesibilidad que guiaron su elaboración.

4.2. Contexto y participantes

La investigación se realizó en el Instituto Zacatecas, A.C. “Miguel Agustín Pro”, un centro escolar privado del municipio de Guadalupe, Zacatecas, México. Participaron 87 estudiantes de primer grado de Secundaria (47 mujeres y 40 hombres, edades entre 11 y 12 años) seleccionados de una población total de 96. Se trata de una muestra intencional correspondiente a un solo centro escolar, por lo que los resultados deben interpretarse como evidencia exploratoria situada en este contexto educativo.

Los alumnos cursaron la Primaria en escuelas públicas y privadas y no tenían experiencias sistemáticas previas con Álgebra. Aunque no se registraron discapacidades físicas, se identificaron algunos casos con condiciones particulares de aprendizaje (autismo de alto funcionamiento, ansiedad y posibles dificultades específicas de aprendizaje).

Las familias de los estudiantes pertenecían mayoritariamente a estratos socioeconómicos medio y medio alto. De los tres grupos participantes, dos grupos estaban a cargo del segundo autor como docente titular y uno de otro profesor; sin embargo, la planificación fue paralela, garantizando que la ecuación lineal se introdujera por primera vez mediante el videotutorial, evitando sesgos de instrucción previa.

4.3. Instrumentos de recolección de datos

Para evaluar los efectos del videotutorial se aplicaron dos instrumentos. El primero fue una prueba de aprendizaje de opción múltiple con ocho ítems, administrada antes y después de la intervención (pretest y postest).

- (Ítem 1) noción de igualdad como equivalencia de expresiones;
- (Ítem 2) literal como incógnita;
- (Ítems 3–5) comprensión de la ecuación como igualdad con valor desconocido, conforme a los aprendizajes clave de Secundaria (Secretaría de Educación Pública, 2017);
- (Ítems 6–8) aplicación de la propiedad uniforme para resolver ecuaciones de un paso, distinguiendo procedimientos correctos e incorrectos.

La prueba se diseñó para evidenciar errores y obstáculos señalados en la literatura (Alonso et al., 1993; Rojano, 2010; Pérez et al., 2019; Tettay-Mejía et al., 2019).

El segundo instrumento fue una escala Likert de percepción y motivación con 30 ítems distribuidos en tres dimensiones:

- Aplicación de los principios de la TCAM (19 ítems),
- Motivación (9 ítems) y
- Accesibilidad (4 ítems, aunque dos –los ítems 5 y 15– también forman parte de la TCAM y se retomaron para su análisis desde la accesibilidad).

Se construyó a partir de los principios de la TCAM (Mayer, 2005) y de aportes sobre diseño estético vinculados a la teoría del color y la forma (Canté et al., 2017; Plass et al., 2014), con el propósito de valorar integralmente la percepción estudiantil sobre el recurso, considerando sus componentes pedagógicos, motivacionales y de accesibilidad.

Los instrumentos se incluyen en el Anexo, para garantizar transparencia metodológica y facilitar su uso en investigaciones futuras.

4.4. Procedimiento

El diseño del videotutorial consideró cuatro componentes: los aspectos curriculares establecidos por Secretaría de Educación Pública (2017), los aspectos didáctico-matemáticos derivados de errores y obstáculos reportados en la literatura sobre ecuación lineal, los aspectos pedagógicos basados en los principios de la TCAM (Mayer, 2005) y los aspectos estéticos vinculados con la teoría del color y de las formas. El recurso se alojó en YouTube (<https://youtu.be/ZWbKtntTjMI>).

La aplicación siguió una secuencia de cuatro momentos: en primer lugar, se administró el pre-test a todos los estudiantes; posteriormente, cada alumno visualizó el videotutorial de manera individual; finalmente, se aplicó el post-test y, a continuación, la encuesta tipo

Likert. Esta estructura buscó garantizar que la intervención pudiera atribuirse de manera directa al recurso diseñado.

4.5. Técnicas de análisis de datos

Para el análisis de la prueba de aprendizaje se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a la variable de diferencias (post – pre). Posteriormente, se realizó una prueba t de Student para muestras dependientes, con el fin de contrastar las medias de los puntajes antes y después de la intervención. Los análisis estadísticos se procesaron con el software libre PSPP. En cuanto a la encuesta Likert, se calculó el coeficiente Alpha de Cronbach con el fin de verificar la confiabilidad del instrumento.

5. RESULTADOS

Con el objetivo de evaluar el impacto del videotutorial en el aprendizaje de la noción de ecuación lineal y su recepción por parte de los estudiantes, se analizaron dos dimensiones: (1) los cambios en el desempeño en un instrumento aplicado antes y después de la intervención (pre y post test), y (2) la percepción y motivación estudiantil, evaluada mediante un cuestionario tipo Likert sobre el diseño y efectos del recurso multimedia.

5.1. Aprendizaje sobre la ecuación lineal

Los resultados del test aplicado a 86 estudiantes muestran una mejora significativa tras la intervención: el promedio de aciertos pasó de 4,1 a 5,7 sobre un máximo de 8 ($t(85) = -8,31, p < 0,05$), lo que evidencia un aprendizaje global en la noción de ecuación lineal y una reducción de errores señalados en la literatura.

La Figura 1 muestra los porcentajes de respuestas correctas por ítem antes y después de la intervención. Los mayores incrementos se dieron en los ítems conceptuales (2 al 5), mientras que el ítem 7 presentó una ligera disminución, asociada al uso de números negativos.

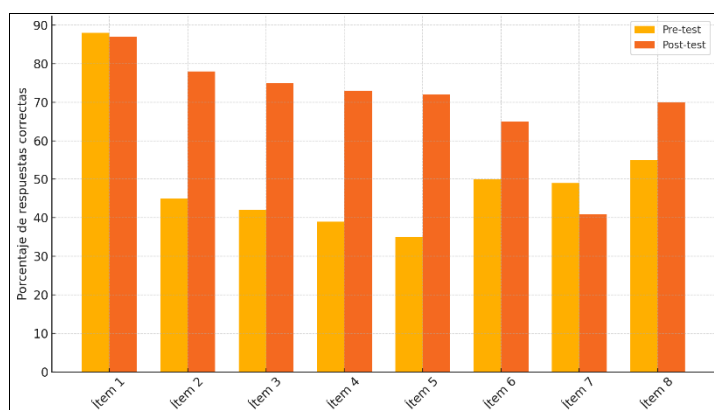


Figura 1. Resultados por ítem: comparación pre y post test

A continuación, se analiza cada bloque temático del instrumento:

1. Conocimientos previos (ítem 1). El 87% respondió correctamente en el pretest, mostrando dominio previo de la igualdad; el leve descenso posterior indica que el video no reforzó explícitamente esta noción, al asumirla como conocimiento previo.
2. Noción de ecuación y reconocimiento simbólico (ítems 2, 3, 4 y 5). Se registró una mejora promedio del 32,5%, evidenciando el impacto del videotutorial en la introducción de la ecuación como objeto matemático. La secuenciación progresiva, la claridad gráfica y los ejemplos facilitaron la transición de una comprensión informal hacia una simbolización más estructurada.
3. Resolución mediante propiedad uniforme (ítems 6, 7 y 8). Los ítems 6 y 8 mejoraron 15,7% en promedio, mientras que el ítem 7 descendió 8,1%, posiblemente por el incremento en la carga cognitiva al incluir números negativos (Ngu y Phan, 2016). El recurso resultó eficaz para introducir el procedimiento, pero limitado en casos que requieren mayor flexibilidad numérica.

En conjunto, el videotutorial fue especialmente efectivo en la comprensión conceptual de la ecuación lineal como igualdad con valor desconocido, aunque su impacto fue menor en la dimensión procedimental, lo que sugiere incorporar actividades complementarias para reforzar el dominio algebraico.

5.2. Percepción estudiantil del diseño multimedia

La percepción estudiantil fue altamente positiva, con una consistencia interna elevada ($\alpha = 0,90$). Los principios de la TCAM más valorados fueron la coherencia entre audio e imagen, la segmentación y los ejemplos resueltos paso a paso. La mayoría expresó motivación para continuar aprendiendo con recursos similares y destacó elementos de accesibilidad como el uso de colores y la claridad de la narración.

En conjunto, estas valoraciones evidencian que el videotutorial no solo contribuyó al aprendizaje, sino que generó una experiencia motivadora y estéticamente adecuada.

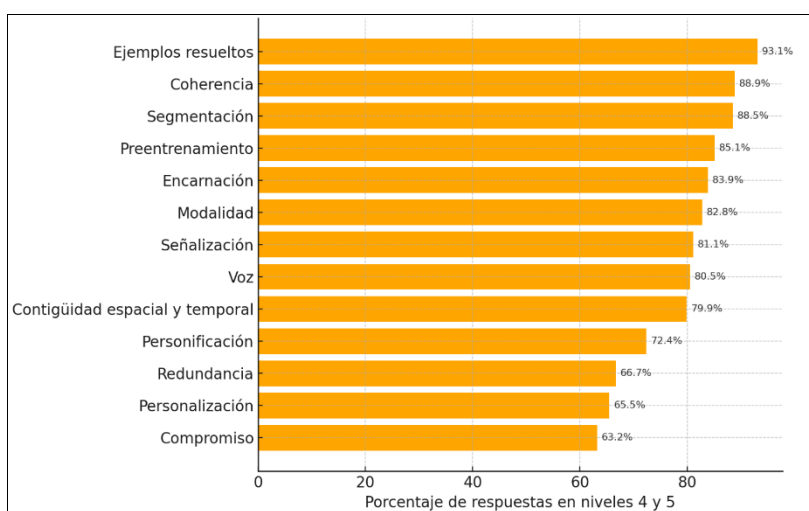


Figura 2. Evaluación de los indicadores de diseño del videotutorial (10 principios TCAM + 3 criterios complementarios)

Los resultados por indicador de diseño se resumen en la Figura 2, que muestra los porcentajes de respuestas ubicadas en los niveles 4 y 5 de una escala tipo Likert de 1 a 5.

Los valores más altos correspondieron a la presencia de ejemplos resueltos (93,1%), la coherencia (88,9%) y la segmentación (88,5%), evidenciando una percepción positiva del diseño y la estructura del video.

En contraste, los indicadores de redundancia (66,7%), personalización (65,5%) y compromiso (63,2%) presentaron márgenes de mejora, asociados a la falta de interacción y a un tono narrativo más formal que de conversación. En el caso de la redundancia, el valor más bajo podría atribuirse a una malinterpretación del ítem, ya que algunos estudiantes consideraron los subtítulos como “texto leído” por la narradora.

En síntesis, los aspectos de claridad y estructuración del contenido fueron los mejor valorados, mientras que la interacción y la personalización siguen siendo desafíos para recursos asincrónicos. Estos hallazgos coinciden con la literatura, que destaca que la segmentación adecuada y la coherencia entre audio e imagen reducen la carga cognitiva, mientras que el lenguaje de conversación y la interacción siguen siendo claves del aprendizaje multimedia.

5.3. Motivación y accesibilidad

La sección final del cuestionario evaluó la motivación generada por el recurso mediante tres ítems clave:

- Ítem 28 (“Me gustó el videotutorial”): 94,3% de respuestas en niveles 4 ó 5.
- Ítem 29 (“Lo recomendaría a otros compañeros”): 92% en niveles favorables.
- Ítem 30 (“Quisiera ver más videos como este”): 85,1% en niveles altos.

Estos datos refuerzan la noción de que el videotutorial logró no solo una función de instrucción, sino también un vínculo afectivo positivo con el formato y el contenido.

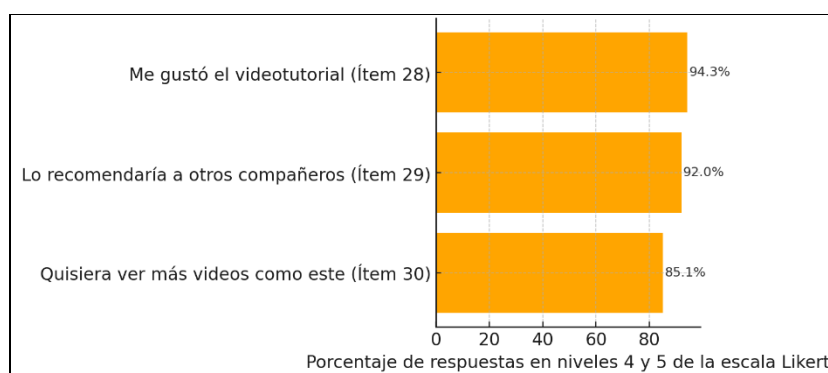


Figura 3. Evaluación de la motivación generada por el videotutorial

La Figura 3 muestra la concentración de respuestas en los niveles 4 y 5 de la escala tipo Likert, lo que confirma la alta aceptación del videotutorial y su potencial para aumentar la disposición hacia contenidos algebraicos tradicionalmente percibidos como difíciles.

En cuanto a la *accesibilidad*, los porcentajes que se presentan a continuación corresponden a los niveles 4 y 5 de la escala tipo Likert:

- Ítem 5 (“El uso de colores fue agradable y facilitó la visualización”): 86,2%.
- Ítem 15 (“El ritmo de la explicación facilitó la comprensión”): 86,2%.
- Ítem 23 (“Los subtítulos fueron adecuados como apoyo auditivo”): 85,1%.
- Ítem 24 (“La tipografía resultó legible para todos los alumnos”): 83,9%.

En conjunto, la valoración promedio fue del 85,4%, lo que indica una percepción positiva de la accesibilidad y adecuación del videotutorial a diversos estilos y necesidades de aprendizaje, incluso sin haber sido diseñado específicamente para estudiantes con discapacidad.

6. DISCUSIÓN

Los resultados evidencian un efecto positivo del videotutorial en el aprendizaje de la ecuación lineal, especialmente en los ítems centrados en su identificación y estructura simbólica. La mejora en los ítems 2 al 5 muestra que los estudiantes comprendieron con mayor claridad el papel de la incógnita y la igualdad, aspectos centrales del álgebra inicial. Aunque el progreso en la resolución mediante la propiedad uniforme fue más variable, la prueba t ($t(85) = -8,31, p < ,05$) confirma un incremento significativo en el desempeño general.

Los principios de diseño, como la segmentación, coherencia y ejemplos resueltos, obtuvieron valoraciones favorables, lo que sugiere que el videotutorial fue percibido como claro y estructurado. Asimismo, la alta motivación reportada (94,3% de agrado, 92% de recomendación y 85,1% de interés en ver más videos) revela un vínculo afectivo positivo con el formato audiovisual. Los indicadores de accesibilidad (ritmo, subtítulos y tipografía) también fueron bien valorados, en concordancia con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), lo que amplía el potencial inclusivo y adaptable del recurso.

Estos hallazgos se alinean con el Plan de Estudios de Secundaria (Secretaría de Educación Pública, 2017), que propone la resolución de problemas mediante ecuaciones lineales como aprendizaje clave. El videotutorial facilitó el tránsito de concepciones aritméticas a una simbolización más estructurada, lo que explica la mejora en los ítems conceptuales.

La literatura ha documentado obstáculos persistentes en torno a la ecuación lineal: la interpretación del signo igual como mandato operacional (Alonso et al., 1993; Socas, 1997) y el uso de procedimientos por ensayo y error (Londoño et al., 2011; Ramírez et al., 2020). Los avances observados confirman la pertinencia de un recurso audiovisual que explicita la igualdad y la literal como nociones fundantes del Álgebra escolar. La disminución de aciertos en el ítem 7, asociado al uso de números negativos, evidencia un obstáculo didáctico descrito por Alonso et al. (1993) y Socas (1997). Como sostienen Otten et al. (2020), modelos como la balanza apoyan la comprensión, pero requieren complementarse con materiales que aborden explícitamente la complejidad del razonamiento con los números enteros. El videotutorial resultó eficaz para la introducción conceptual, aunque insuficiente para superar por sí solo dichas dificultades.

La alta valoración de principios como segmentación y coherencia confirma lo planteado por Mayer (2005) sobre la eficacia del aprendizaje multimedia para reducir la carga cognitiva. De forma complementaria, la recepción positiva de los elementos

estéticos coincide con Canté et al. (2017) y Plass et al. (2014), quienes destacan que un diseño visual emocionalmente positivo favorece la disposición para aprender. Resultados similares reportan Azzara et al. (2022) y Vallejo y González (2018), al mostrar que los recursos audiovisuales generan actitudes favorables hacia el aprendizaje de las matemáticas.

Las menores valoraciones de personalización y compromiso marcan un área de mejora. Estudios sobre edutubers (Gil et al., 2022; López, 2020) subrayan la importancia de un estilo narrativo cercano y de la interacción con el estudiante, mientras que Clark y Mayer (2016) destacan que ejemplos paso a paso y actividades de participación fortalecen el aprendizaje digital. El videotutorial privilegió la claridad expositiva sobre la interacción, lo que explica la menor percepción de involucramiento, en concordancia con Romero et al. (2017) sobre la necesidad de integrar accesibilidad y dinamismo para lograr calidad didáctica integral. Profundizar en la accesibilidad desde los criterios del DUA permitiría atender mejor la diversidad estudiantil.

En conjunto, los hallazgos destacan dos aportes principales: (i) la validación de un procedimiento de diseño de videotutoriales que articula dimensiones curriculares, didácticas, pedagógicas y estéticas, poco documentadas en la literatura; y (ii) la evidencia de que este tipo de recurso, aunque efectivo para introducir conceptos algebraicos y generar motivación, requiere complementarse con otras estrategias didácticas para consolidar aprendizajes más complejos, especialmente los relacionados con la igualdad y el manejo de números negativos.

Esta experiencia permite delinear recomendaciones para futuras intervenciones y reflexionar sobre el papel de los videos educativos en el fortalecimiento del pensamiento algebraico en contextos escolares diversos. La integración simultánea de dimensiones didácticas, estéticas y motivacionales constituye la aportación original del presente estudio frente a una literatura que tiende a abordarlas por separado.

Además de los aportes teóricos y metodológicos, los hallazgos permiten identificar implicaciones directas para la práctica docente. En particular, sugieren que los videotutoriales pueden integrarse como complemento a la instrucción directa para reforzar conceptos clave, apoyar a estudiantes con dificultades persistentes y promover el estudio autónomo fuera del aula. Su efectividad aumenta cuando se articulan con actividades de interacción, retroalimentación y resolución de problemas, de modo que el recurso audiovisual funcione como punto de partida y no como sustituto de la mediación docente. La valoración positiva de su claridad, accesibilidad y motivación indica que estos materiales pueden incorporarse de forma sistemática en las secuencias didácticas, siempre que se diseñen con base en principios pedagógicos explícitos y se ajusten a las necesidades de los distintos grupos escolares.

7. CONCLUSIONES

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de un videotutorial diseñado con base en principios multimedia en la comprensión de la ecuación lineal en estudiantes de Secundaria. Los resultados muestran que el recurso favoreció el reconocimiento de estructuras algebraicas básicas y mejoró el desempeño en ítems relacionados con la identificación y resolución de ecuaciones simples. Asimismo, fue percibido como claro, bien estructurado y motivador, lo que refuerza su potencial como herramienta

complementaria para la enseñanza del Álgebra inicial en el marco curricular de la Educación Secundaria mexicana.

El principal aporte radica en la validación de un procedimiento de diseño de videotutoriales que integra de manera simultánea dimensiones curriculares, didácticas, pedagógicas y estéticas. Esta articulación, poco documentada en la literatura previa, permitió generar un recurso que incidió tanto en la comprensión conceptual de la ecuación lineal como en la experiencia motivacional y en la valoración positiva de la accesibilidad, en consonancia con los principios del DUA.

Sin embargo, el estudio presenta limitaciones importantes. Algunos conceptos –como la noción de igualdad o el manejo de números negativos– no mostraron mejoras consistentes, lo que confirma la persistencia de obstáculos didácticos ampliamente reportados y sugiere la necesidad de apoyos complementarios. Desde el punto de vista metodológico, el uso de una muestra intencional, localizada en un solo centro escolar, la ausencia de un grupo control y el número reducido de ítems en la dimensión de accesibilidad limitan la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos.

A partir de esta experiencia, se propone ampliar la investigación hacia otros niveles y contextos educativos, así como analizar el impacto de los videotutoriales dentro de secuencias didácticas que incluyan interacción, retroalimentación y personalización. También se recomienda diseñar instrumentos más robustos para evaluar la accesibilidad, la percepción estética y el compromiso cognitivo, con miras a articular la producción de recursos audiovisuales con el fortalecimiento del pensamiento algebraico.

En un sentido más amplio, los hallazgos muestran que el uso crítico de tecnologías audiovisuales puede transformar la aproximación de los estudiantes al pensamiento algebraico cuando el diseño de instrucción se fundamenta en teorías del aprendizaje y principios de accesibilidad. Desde esta perspectiva, los videotutoriales dejan de ser apoyos visuales para convertirse en mediadores cognitivos y afectivos que amplían las oportunidades de participación y comprensión en la educación matemática contemporánea.

BIBLIOGRAFÍA

- Acaro-Lapo, F.E., Porozo-Rodríguez, M.J. y Rodríguez-Caballero, G.A. (2024). La enseñanza de la solución de ecuaciones lineales con una incógnita en octavo año. *Sociedad & Tecnología*, 7(S1), 74-91. <https://doi.org/10.51247/st.v7iS1.493>
- Alonso, F., Barbero, C., Fuentes, I., Azcárate, A., Dozagarat, J., Gutiérrez, S., Ortiz, M., Rivière, V. y Da Veiga, C. (1993). *Ideas y actividades para enseñar álgebra*. Síntesis. https://www.academia.edu/41340993/IDEAS_Y_ACTIVIDADES_PARA_ENSEÑAR_ALGEBRA
- Andrade-Lotero, L.A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: Un estado del arte. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10), 75-92. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/4166>
- Aparicio, F. (1985). *Diseño, producción y experimentación de un curso audiovisual en video para la enseñanza de la ingeniería de los vehículos automóviles*. Plan Nacional de Investigación Educativa.
- Aponte, A. y Arrieche, M.J. (2007). Significados personales de las ecuaciones de primer grado con una incógnita en estudiantes de educación básica. En J. Ortiz y M. Iglesias (Eds.). *VI Congreso Venezolano de Educación Matemática (COVEM)* (pp. 367-377). UPEL Maracay.
- Ascencio, O. (2021). *Propuesta didáctica para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales de 2×2 con coeficientes enteros utilizando el método de sustitución en secundaria* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/2930>

- Azzara, E., Dughera, L. y Bordignon, F. (2022). Revisión bibliográfica: El fenómeno YouTube y las prácticas de enseñanza y de aprendizaje. *Revista EDUCARE–UPEL-IPB–Segunda Nueva Etapa 2.0*, 26(1), 341-360. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v26i1.1621>
- Beautemps, J. y Bresges, A. (2021). What comprises a successful educational science YouTube video? A five-thousand user survey on viewing behaviors and self-perceived importance of various variables controlled by content creators. *Frontiers in Communication*, 5, 600595. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.600595>
- Beltrán-Pellicer, P. y Giacomone, B. (2021). Una primera aproximación al análisis de videos educativos de estadística: El caso de la mediana. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 106, 53-61. https://scpm Luisbalbuena.org/revista_numeros/106/
- Bottge, B., Heinrichs, M., Chan, S., Mehta, Z. y Watson, E. (2003). Effects of video-based and applied problems on the procedural math skills of average- and low-achieving adolescents. *Journal of Special Education Technology*, 18(2), 5-22. <https://doi.org/10.1177/016264340301800201>
- Bravo, E., Amante, B., Simo, P., Enache, M. y Fernandez, V. (2011). Video as a new teaching tool to increase student motivation. En *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 638-642). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773205>
- Burgos, M., Beltrán-Pellicer, P. y Godino, J.D. (2020). La cuestión de la idoneidad de los videos educativos de matemáticas. *Revista Española de Pedagogía*, 78(275), 27-50. <https://doi.org/10.22550/REP78-1-2020-07>
- Cabero, J. y Llorente, C. (2020). Covid-19: Transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34. <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/revistaes/numerosanteriores.html?id=261>
- Canté, J.F., Fernández, K. y Pulido, E. (2017). Psicología del color aplicada a los cursos virtuales para mejorar el nivel de aprendizaje en los estudiantes. *Gráfica*, 5(9), 51-56. <https://doi.org/10.5565/rev/grafica.57>
- Cebrián, M. (1994). Los videos didácticos: Claves para su producción y evaluación. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 1, 31-42. <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61053>
- Chiu, P., Chen, H., Huang, Y., Liu, C., Liu, M. y Shen, M. (2018). A video annotation learning approach to improve the effects of video learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 55(4), 459-469. <https://doi.org/10.1080/14703297.2016.1213653>
- Clark, R.C. y Mayer, R.E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. John Wiley & Sons.
- Corona, J. (2021). *Situación didáctica de ecuaciones lineales de una variable utilizando el sentido bidireccional del signo igual en un escenario virtual en bachillerato* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. Repositorio Institucional UAZ. <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/2931>
- Farfán, J.F., Delgado-Arenas, R., Arias-Campos, N., Valdez-Asto, J.L., Lizandro-Crispín, R. y Farfán-Pimentel, D.E. (2025). YouTube y el aprendizaje de la matemática en estudiantes de secundaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 9.525-9.541. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15624
- Fuentes, A. (2020). *Secuencia de enseñanza-aprendizaje de ecuaciones lineales con una incógnita en el nivel bachillerato* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. Repositorio Institucional UAZ. <http://ricaxcan.uaz.edu.mx/jspui/handle/20.500.11845/2846>
- Gaillard, I. y Aguilar, M.L. (2020). El uso de subtítulos en los videos como estrategia de inclusión. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 12(23). <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2020.23.75156>
- Gil, J., Vida, E.V., Osuna, S. y Marta, C. (2022). Nano-influencers edutubers: Perspective of centennial generation families in Spain. *Media and Communication*, 10(1). <https://doi.org/10.17645/mac.v10i1.4760>
- Jones, T. y Cuthrell, K. (2011). YouTube: Educational potentials and pitfalls. *Computers in the Schools*, 28(1), 75-85. <https://doi.org/10.1080/07380569.2011.553149>
- Jordán, C., Magreñán, Á.A. y Orcos, L. (2019). Considerations about flip education in the teaching of advanced mathematics. *Education Sciences*, 9(3), 227. <https://doi.org/10.3390/educsci9030227>

- Kearney, M., Jones, G. y Roberts, L. (2012). An emerging learning design for student-generated 'iVideos'. *Teaching English with Technology*, 12(2), 103-120. <https://tewtjournal.org/volume-2012/issue-2/>
- Koumi, J. (2006). *Designing video and multimedia for open and flexible learning*. Routledge.
- Light, D. y Pierson, E. (2014). Increasing student engagement in math: The use of Khan Academy in Chilean classrooms. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 10(2), 103-119. <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=1766>
- Londoño, S., Muñoz, L., Jaramillo, C. y Villa, J. (2011). Una aproximación a la noción de ecuación lineal. En *Actas del VII Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM)* (pp. 1-10). SBEM. https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/view/1988/958
- López, J.L. (2020). *El fenómeno de los edutubers: Estudio sobre las habilidades comunicativas de los youtubers educativos más populares* [Tesis doctoral, Universidad Austral]. Repositorio Institucional Universidad Austral. <https://riu.austral.edu.ar/handle/123456789/874>
- Martel, W. (2023). *Plataforma Khan Academy en la enseñanza de ecuaciones lineales en estudiantes del nivel secundaria en la I. E. N° 20455* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Institucional UNE. <https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/a3f610ed-d395-4744-b192-104edb6616c3>
- Mayer, R. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. En R. Mayer (Ed.). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31-48). Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Moreno, I. y Castellanos, L. (1997). Secuencia de enseñanza para solucionar ecuaciones de primer grado con una incógnita. *Revista EMA*, 2(3), 247-258. https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1143257/30_Moreno1997Secuencia_RevEMA.pdf
- Muñiz-Rodríguez, L., Lorenzo-Fernández, E. y Aguilar-González, Á. (2021). Mejora de la motivación hacia la didáctica de la matemática y desarrollo de la competencia docente de los estudiantes para maestro a partir de una experiencia de m-learning. En *Actas del VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red (IN-RED)* (pp. 47-60). Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13445>
- Ngu, B.H., Chung, S.F. y Yeung, A.S. (2015). Cognitive load in algebra: Element interactivity in solving equations. *Educational Psychology*, 35(3), 271-293. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.878019>
- Ngu, B.H. y Phan, H.P. (2016). Unpacking the complexity of linear equations from a cognitive load theory perspective. *Educational Psychology Review*, 28, 95-118. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9298-2>
- Oña, C. (2021). *Ambientes virtuales con el complemento H5P: Una experiencia en el aprendizaje de la asignatura de matemática de los estudiantes de octavo año de educación general básica superior de la Unidad Educativa Rumiñahui* [Tesis de maestría, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23679>
- Otten, M., Van den Heuvel-Panhuizen, M., Veldhuis, M., Boom, J. y Heinze, A. (2020). Are physical experiences with the balance model beneficial for students' algebraic reasoning? An evaluation of two learning environments for linear equations. *Education Sciences*, 10(6), 163. <https://doi.org/10.3390/educsci10060163>
- Pagnoni, V. y Mariño, S. (2019). Validación de contenido de un portal educativo centrado en la accesibilidad web. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 29, 14-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7047431>
- Pantoja-Portillo, Y.M. (2021). Errores en la conversión de representaciones en problemas con ecuaciones lineales. *Revista Unimar*, 39(1), 56-63. <https://doi.org/10.31948/Rev.unimar/unimar39-1-art4>
- Pedrosa, M., Astiz, M. y Vivera, C. (2020). El uso del video como recurso didáctico en el aula de matemática / The use of video as a teaching resource in the mathematics classroom. *Revista de Educación*, 21(1), 219-236. https://fh.mdp.edu.ar/revistas/index.php/r_educ/article/view/4506/4547
- Pérez, M., Diego, J.M., Polo, I. y González, M.J. (2019). Causas de los errores en la resolución de ecuaciones lineales con una incógnita. *PNA*, 13(2), 84-103. <https://doi.org/10.30827/pna.v13i2.7613>

- Plass, J.L., Heidig, S., Hayward, E.O., Homer, B.D. y Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction*, 29, 128-140. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>
- Ramírez-Ochoa, M. (2016). Posibilidades del uso educativo de YouTube. *RA Ximhai*, 12(6), 537-546. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194036>
- Ramírez, R., Ibarra, S. y Pino-Fan, L. (2020). Prácticas evaluativas y significados evaluados por profesores del bachillerato mexicano sobre la noción de ecuación lineal. *Educación Matemática*, 32(2), 69-98. <https://doi.org/10.24844/EM3202.03>
- Raviolo, A. (2018). Enseñanza de la química y principios del aprendizaje multimedia. *Educación en la Química en Línea*, 24(2), 95-114. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/200>
- Ribera, J.M., Rodríguez, D.J. y Rotger, L. (2020). Evaluación de videos educativos de un curso online de resolución de problemas de matemáticas. En *EDUNOVATIC 2020: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT* (pp. 1.294-1.298). Adaya Press. <https://doi.org/10.58909/adc20576280>
- Rojano, T. (2010). Modelación concreta en álgebra: Balanza virtual, ecuaciones y sistemas matemáticos de signos. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 75, 5-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3323486>
- Romero, R., Ríos, A. y Román, P. (2017). YouTube: Evaluación de un catálogo social de videos didácticos de matemáticas de calidad. *Prisma Social*, 18, 515-539. <https://revistaprismasocial.es/article/view/1387>
- Salsabila, A. y Pradipta, T.R. (2021). Mathematical problem solving ability: The impact of mathematics learning videos on an e-learning platform. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 83-88. <https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-jabar/article/view/8708>
- Sánchez, A., Cárdenas, R., Coronel, A.K. y Hernández, I. (2024). Propuesta para la enseñanza de las ecuaciones lineales algebraicas. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 27, 187-214. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18775>
- Sánchez, N. (2014). Análisis de errores asociados a la resolución de ecuaciones de primer grado: Una aproximación desde la zona de desarrollo próxima. En P. Montero, R. Barrera, R. Montaña, F. Palominos, R. Santander, H. Silva y D. Soto (Eds.). *Acta Jornadas Nacionales de Educación Matemática XVIII* (pp. 196-203). Sociedad Chilena de Educación Matemática.
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral: Matemáticas. Educación secundaria*. [https://subeducacionbasica.edomex.gob.mx/sites/subeducacionbasica.edomex.gob.mx/files/files/Aprendizajes%20clave\(1\).pdf](https://subeducacionbasica.edomex.gob.mx/sites/subeducacionbasica.edomex.gob.mx/files/files/Aprendizajes%20clave(1).pdf)
- Silva, M.A., Guerrón, J.G. y Chillagana, M.A. (2024). El impacto del flipped classroom y la gamificación en la enseñanza y aprendizaje de ecuaciones lineales en estudiantes de 13 a 14 años. *Estudios y Perspectivas. Revista Científica y Académica*, 4(4), 780-797. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i4.705>
- Sipayung, T.N., Simanjuntak, S.D., Wijaya, A. y Sugiman, S. (2020). An analysis of students motivation in online learning based on realistic mathematical comic videos. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 3(4), 3.861-3.871. <https://doi.org/10.33258/birci.v3i4.1452>
- Socas, M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria. En L. Rico (Ed.). *La educación matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 124-154). Horsori.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. En R. Mayer (Ed.). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.003>
- Tettay-Mejía, S., Pulgar-García, M. y Rojas-Sandoval, Y. (2019). Errores en la resolución de problemas con ecuaciones de primer grado en estudiantes de secundaria. *Praxis*, 15(2), 193-205. <https://doi.org/10.21676/23897856.3249>

- Tisdell, C. y Loch, B. (2017). How useful are closed captions for learning mathematics via online video? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 229-243. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1238518>
- Vallejo, A. y González, A. (2018). Diseño de videos más efectivos, enriquecidos con interactividad, utilizando la herramienta H5P. En *5º Foro Internacional de Educación en Entornos Virtuales y Encuentro AIESAD* (pp. 129-136). Universidad Nacional de Quilmes. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81177>
- Weeraratne, B. y Chin, B. (2018). Can Khan Academy e-learning video tutorials improve mathematics achievement in Sri Lanka? *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 14(3), 93-112. <https://www.learntechlib.org/p/188284/>

ANEXO

Ítem	Propósito	Enunciado
1	Comprender la noción de igualdad	Completa: $2 + 3 = \underline{\quad} + 2$
2	Identificar la literal como incógnita	¿Qué representa la letra x en $3x = 6$?
3	Reconocer la ecuación como igualdad con valor desconocido	¿Cuál de las siguientes expresiones es una ecuación?
4	Distinguir expresiones algebraicas y aritméticas	Marca la opción que no es una ecuación.
5	Comprender la ecuación como igualdad con un valor faltante	En la expresión $4 + \underline{\quad} = 9$, ¿qué número completa la igualdad?
6	Aplicar la propiedad uniforme en ecuaciones de un paso	Si $x + 5 = 8$, ¿cuál es el valor de x ?
7	Resolver ecuaciones con números negativos	Si $x - 3 = -6$, ¿cuál es el valor de x ?
8	Aplicar la propiedad uniforme en ecuaciones multiplicativas	Si $4x = 12$, ¿cuál es el valor de x ?

Tabla 1. Prueba de aprendizaje (pre y post test)

Ítem	Dimensión	Enunciado abreviado
1	Motivación	La música es agradable.
2	Coherencia	El volumen de la música es apropiado.
3	Coherencia	La música no distrae del contenido del video.
4	Motivación	Las imágenes son agradables.
5	Motivación / Accesibilidad	El uso de los colores es agradable.
6	Coherencia	Las imágenes no distraen del contenido del video.
7	Señalización	La información importante se resalta visualmente.
8	Señalización	La información importante se resalta auditivamente.
9	Redundancia	No se incluye texto leído por la narradora.
10	Contigüidad temporal	Las imágenes coinciden con la narración.
11	Contigüidad espacial	Las imágenes están cerca del texto relacionado.
12	Preentrenamiento	Se explican los conceptos y vocabulario clave.
13	Modalidad	Las imágenes se explican verbalmente, no con texto.
14	Segmentación	La duración del video es adecuada.
15	Segmentación / Accesibilidad	El ritmo del video facilita la comprensión.
16	Personalización	El lenguaje es conversacional.

17	Voz	La voz de la narradora es atractiva.
18	Voz	La pronunciación de la narradora es adecuada.
19	Encarnación	La narradora interactúa con el contenido.
20	Personificación	La narradora actúa como un profesor.
21	Ejemplos resueltos	Se presentan ejercicios resueltos paso a paso.
22	Compromiso	El video te invita a participar o responder.
23	Accesibilidad	Los subtítulos son adecuados.
24	Accesibilidad	El tipo y tamaño de letra es legible.
25	Motivación	Se cubrieron mis expectativas sobre el tema.
26	Motivación	El video aumentó mi motivación por el tema.
27	Motivación	Me siento capaz de aplicar lo aprendido.
28	Motivación	Me gustó el videotutorial.
29	Motivación	Recomiendo este videotutorial.
30	Motivación	Quisiera ver más videotutoriales como este.

Tabla 2. Escala Likert de percepción (1-nada de acuerdo, 5-muy de acuerdo).