

## OVA PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE ECUACIONES ALGEBRAICAS EN ESTUDIANTES DE DECIMO GRADO EN UN COLEGIO DE CONTEXTO RURAL

**Jesús Antonio Durán Acevedo<sup>1</sup>**

pluscenter06@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8331-8606>

**Institución Educativa**

**Brighton Bethlemitas, Pamplona.**

**Norte de Santander**

**Colombia**

**Recibido: 07/11/2025**

**Revisado: 10/12/2025**

**Aprobado: 19/01/2026**

### RESUMEN

Las competencias algebraicas son pilares fundamentales en el proceso formativo de áreas como las matemáticas y la física, así como en otras disciplinas científicas y técnicas. Estas competencias resultan esenciales para el desarrollo del pensamiento lógico y la resolución de problemas. En este sentido, el presente trabajo de investigación aborda una necesidad de aprendizaje identificada en la asignatura de Física en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque, ubicada en La Vega, Cáchira, Norte de Santander, un contexto rural. Se evidenció que los estudiantes presentan deficiencias significativas en la solución de ecuaciones y el despeje de variables en fórmulas, habilidades fundamentales para un desempeño adecuado en Física, dada su constante aplicación de modelos matemáticos. A partir de un enfoque cualitativo, con alcance exploratorio y diseño no experimental de tipo longitudinal, se realizó un análisis diagnóstico que confirmó bajos niveles de rendimiento en la resolución

---

<sup>1</sup> Ing. Telecomunicaciones, Ing. Sistemas, Esp. Seguridad Informática Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Esp. Pedagogía y Docencia Fundación Universitaria del Área Andina, Mg. En Educación, Instituto Universitario Veracruzano – IUV, Mg. En TIC para la Educación Universidad de Investigación y Desarrollo - UDI, Docente área técnica en Programación de Software de la Institución Educativa Brighton Pamplona.

de ecuaciones algebraicas de primer y segundo grado. Como respuesta a esta problemática, se realizó el diseño y desarrollo de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), fundamentado en el modelo instruccional ADDIE. Este recurso educativo integró una secuencia didáctica que abordó los contenidos clave relacionados con la solución de ecuaciones, con el objetivo de fortalecer las competencias matemáticas requeridas en la asignatura de Física y contribuir al mejoramiento del aprendizaje en los estudiantes, respondiendo a las necesidades del contexto escolar rural. Debido a la pandemia por COVID-19, el OVA no fue implementado con estudiantes, pero fue evaluado por docentes de matemáticas de la Institución Reyes Araque mediante el modelo LORI. Se destacó en motivación, diseño y contenido, evidenciando su pertinencia y potencial educativo para el aprendizaje del álgebra en contextos rurales.

**Palabras clave:** objeto virtual de aprendizaje (OVA), competencias algebraicas, física, educación rural, modelo ADDIE.

## VIRTUAL LEARNING OBJECT TO SUPPORT THE LEARNING OF ALGEBRAIC EQUATIONS AMONG TENTH-GRADE STUDENTS IN A RURAL SCHOOL

### ABSTRACT

Algebraic competencies are fundamental pillars in the formative process of areas such as mathematics and physics, as well as in other scientific and technical disciplines. These competencies are essential for the development of logical thinking and problem-solving skills. In this regard, the present research project addresses a learning need identified in the Physics subject among tenth-grade students at the Reyes Araque Educational Institution, located in La Vega, Cáchira, Norte de Santander, a rural context. It was found that students show significant deficiencies in solving equations and isolating variables in formulas—skills that are fundamental for adequate performance in Physics, given its constant application of mathematical models. Based on a qualitative approach, with an exploratory scope and a non-experimental longitudinal design, a diagnostic analysis was conducted that confirmed low performance levels in solving first- and second-degree algebraic equations. In response to this problem, a Virtual Learning Object (VLO) was designed and developed, grounded in the ADDIE instructional model. This educational resource integrated a didactic sequence that addressed key content related to solving equations, with the objective of strengthening the mathematical competencies required in

Physics and contributing to improved learning outcomes among students, responding to the needs of the rural school context. Due to the COVID-19 pandemic, the VLO could not be implemented with students, but it was evaluated by mathematics teachers from the Reyes Araque Institution using the LORI model. The resource stood out in areas such as motivation, design, and content, demonstrating its relevance and educational potential for algebra learning in rural contexts.

**Keywords:** Virtual Learning Object (VLO), Algebraic Competencies, Physics, Rural Education, ADDIE Model.

## INTRODUCCIÓN

El álgebra está más presente de lo que parece: ayuda a afrontar buena parte de los problemas cotidianos que requieren números. Por lo tanto, es una competencia que se debe desarrollar a lo largo de la existencia y más específicamente en la etapa de estudiante. Así pues, cuanto más sepa una persona sobre matemáticas, sobre todo en pensamiento algebraico, mayor será la oportunidad para que esa persona tenga éxito en los estudios superiores como la ingeniería, la programación o cualquier otro campo relacionado con la tecnología y lógicamente en su carrera profesional.

Por otra parte, la presencia de las TIC en la educación permite nuevas formas de aprendizaje para estudiantes, se está volviendo cada vez más popular y con varios eventos sin precedentes que se manifiestan día a día. Con su aplicación se genera en los alumnos motivación, interés y un mayor grado de participación, y esto puede conducir al desarrollo de habilidades del siglo XXI. Según Rheingold, H. (1985), "el aprendizaje con la tecnología se centra en el estudiante gracias al uso de las herramientas cognitivas

que esta le brinda” (p.167), las TIC están cambiando la forma en que aprendemos y también han cambiado el proceso de enseñanza. Tanto los profesores como los estudiantes están utilizando estas nuevas tecnologías educativas para compartir e interactuar con diferentes objetos y recursos de aprendizaje con objetivos académicos específicos.

Se han identificado problemas significativos con los alumnos de décimo grado de la Institución Educativa Reyes Araque, que se encuentra en La Vega, Cáchira, Norte de Santander, cuando tienen que despejar variables en fórmulas matemáticas y resolver ecuaciones, el problema se torna particularmente notorio en las clases de física, en las que estas habilidades son necesarias para entender fenómenos y solucionar situaciones que surgen en el salón de clase.

Dado lo anterior, esta investigación formula la siguiente pregunta para dar solución a la problemática planteada: ¿De qué manera se puede mejorar mediante un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), el bajo nivel en las competencias básicas de matemáticas referente a ecuaciones y despeje de variables en fórmulas, en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque? En consecuencia, se propone diseñar y desarrollar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), que ayude a fortalecer en los alumnos en estudio las competencias en el tema de solución de ecuaciones y despeje de fórmulas en la asignatura de física.

El presente artículo, se deriva de un trabajo de investigación de la Maestría en Tic para la Educación, realizado en la Universidad de Investigación y Desarrollo – UDI de la

ciudad de Bucaramanga, Colombia, en el año 2021. Expone, en primer lugar, la caracterización del problema, la metodología, el diseño del OVA; luego se describe el proceso de evaluación realizado por los docentes y, finalmente, se presentan las conclusiones y proyecciones del recurso para su aplicación futura en el aula. En este marco, se planteó como objetivo general desarrollar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que apoyará el aprendizaje de ecuaciones y el despeje de fórmulas en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque, La Vega, Cáchira, Norte de Santander. Para alcanzar este objetivo, se ejecutaron las siguientes acciones específicas: primero se realizó un diagnóstico el cual determinó el nivel académico de los estudiantes en los temas de ecuaciones y despeje de fórmulas; segundo, se seleccionaron las estrategias pedagógicas, didácticas y las herramientas tecnológicas que se aplicaron en la construcción del OVA; tercero, se desarrolló el OVA atendiendo criterios didácticos, técnicos y estándares de calidad; y finalmente, se evaluó el OVA considerando los aspectos pedagógicos, didácticos y técnicos, a partir de las pruebas realizadas durante la etapa de desarrollo.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El marco teórico de este trabajo académico se fundamenta en una síntesis conceptual que articula teorías del aprendizaje, estudios sobre el pensamiento algebraico, enfoques didácticos innovadores y el uso pedagógico de las tecnologías digitales. En primer lugar, se retoman los aportes de David Ausubel (1983), quien propone la Teoría del Aprendizaje Significativo. Según Ausubel, el aprendizaje ocurre cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante, esto resulta fundamental en el caso del álgebra, dado que conceptos como variables, ecuaciones y fórmulas requieren una comprensión progresiva. Ausubel destaca la importancia de los organizadores previos, lo que justifica el uso de recursos estructurados como los OVA que orientan y contextualizan el contenido nuevo.

Por su parte, Jerome Bruner (1972) plantea la Teoría del Aprendizaje por Descubrimiento, planteando que el conocimiento se edifica cuando el estudiante interactúa de manera activa con su entorno y los saberes previos. Este enfoque promueve el desarrollo del pensamiento abstracto desde etapas tempranas a través de representaciones concretas, icónicas y simbólicas. En el contexto del álgebra, esto implica pasar del uso de material concreto y visual a la manipulación de símbolos y fórmulas, proceso que puede ser facilitado mediante recursos digitales interactivos. Kieran (1992), desde una perspectiva más específica sobre el pensamiento algebraico,

identifica los obstáculos conceptuales y cognitivos que enfrentan los estudiantes al transitar del razonamiento aritmético al algebraico. Señala que el desarrollo de la comprensión estructural del álgebra requiere una aproximación gradual y contextualizada, lo cual puede lograrse mediante actividades digitales centradas en la resolución de problemas y la manipulación de expresiones simbólicas.

Desde una mirada afectiva y motivacional, autores como Socas (1997) y Devlin (2000) destacan la importancia de abordar las creencias, actitudes y emociones de los estudiantes frente a las matemáticas. La ansiedad matemática, la baja autoestima académica y las experiencias escolares negativas pueden generar un rechazo persistente hacia el álgebra. La incorporación de herramientas interactivas como los OVA no se limita a cubrir una necesidad didáctica, sino que representa una apuesta por un aprendizaje más humano, participativo y significativo, que busca mejorar la disposición emocional de los estudiantes hacia la materia. En cuanto a la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos educativos, se reconoce su potencial para transformar las metodologías tradicionales, facilitando aprendizajes activos, colaborativos y personalizados.

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), en particular, se definen como recursos digitales reutilizables que integran contenidos, actividades y evaluaciones con objetivos educativos específicos (Chiappe, Segovia & Rincón, 2007). Su diseño debe atender a criterios como usabilidad, interactividad, accesibilidad y pertinencia pedagógica. Numerosos estudios han demostrado que los OVA pueden potenciar la

comprensión de conceptos abstractos al permitir una representación visual dinámica, retroalimentación inmediata y la posibilidad de avanzar al ritmo del estudiante. Estas características los hacen especialmente útiles para abordar contenidos como la resolución de ecuaciones, el despeje de variables y la interpretación de fórmulas, aspectos que suelen representar una barrera en el aprendizaje de la Física y las matemáticas.

En este sentido, el diseño del recurso digital propuesto en esta investigación se apoya en el modelo ADDIE es un marco de diseño instruccional que consta de cinco fases interconectadas: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación., ampliamente validado en el desarrollo de materiales educativos. Este modelo consta de cinco fases: Análisis, en la que se identifican las necesidades de aprendizaje y características de los estudiantes; Diseño, donde se estructuran los objetivos, contenidos y estrategias metodológicas; Desarrollo, que implica la producción de los recursos digitales; Implementación, etapa en la que se introduce el recurso en el entorno educativo; y Evaluación, que permite validar su efectividad técnica y pedagógica. Este enfoque garantiza una planificación sistemática y coherente, alineada con los propósitos de aprendizaje y las características del contexto educativo rural donde se desarrolla el estudio. En conjunto, este marco teórico permite sustentar la pertinencia del uso de OVA como una estrategia pedagógica innovadora para fortalecer las competencias matemáticas en álgebra de los estudiantes de secundaria, en especial en contextos donde persisten dificultades de acceso, motivación y comprensión conceptual.

## METODOLOGÍA

El enfoque de la investigación es de tipo cualitativo, en el que se recopilaban y se analizaron percepciones sobre el aprendizaje en el tema de solución de ecuaciones de los estudiantes del grado décimo de la I.E. Reyes Araque, y con base en los resultados proponer una solución a la problemática planteada. Según Blumer (1969), la investigación cualitativa trata de interpretación, es un método múltiple, que implica la recopilación y el uso de una variedad de enfoques y elementos empíricos. En función de lo anterior, cabe afirmar que el tipo de investigación es cualitativa, con alcance exploratorio, diseño no experimental y longitudinal.

Del mismo modo, el alcance exploratorio posibilita comprender el problema y su contexto en toda su complejidad, favoreciendo un análisis profundo de la situación estudiada. En este sentido, dicho enfoque permite describir la problemática de manera analítica y examinar las causas y condiciones que la originan. Además, facilita la formulación y el perfeccionamiento de nuevas preguntas de investigación, aumentando con ello la pertinencia y la utilidad de los hallazgos. Como lo señala Arias (2006), la investigación exploratoria busca explicar el porqué de los hechos a partir del establecimiento de relaciones de causa y efecto.

La población objetivo son los 52 estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque. Se cuentan con dos grupos, cada uno con 26 alumnos, de los cuales 31 son mujeres y 21 hombres. Son jóvenes cuyas edades oscilan entre los 14 y

16 años; la gran mayoría residen en el campo y se caracterizan por ser personas trabajadoras, colaboradoras, con buenos valores y principios. Para ello se utilizó la herramienta Netquest, se determinó que, para obtener un 95% de nivel de confianza y un margen de error del  $\pm 5\%$ , los instrumentos se debían aplicar a 46 estudiantes. Sin embargo, fueron aplicados al 100%, es decir, a los 52 alumnos.

En la investigación hubo dos momentos de recolección de datos: en primera instancia, la información diagnóstica y, en segundo lugar, la evaluación de la calidad del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA). Para la recolección de la información diagnóstica se diseñaron y se aplicaron tres instrumentos: un cuestionario y una encuesta para los estudiantes, y una encuesta para los docentes.

Así mismo, se aplicó un instrumento para los padres de familia y estudiantes denominado consentimiento informado. Por su parte, para la evaluación de la calidad del OVA, se aplicó un instrumento basado en el modelo LORI. El propósito de la prueba diagnóstica para los estudiantes fue conocer y determinar las habilidades y conocimientos adquiridos en la solución de ecuaciones de primer y segundo grado, en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque. Consta de un cuestionario con veinte preguntas de selección múltiple con única respuesta, de las cuales ocho evalúan el tema de solución de ecuaciones de primer grado, seis valoran ecuaciones de segundo grado y seis miden competencias en el tema de despeje de variables en ecuaciones de primer y segundo grado.

La encuesta para los estudiantes constó de diez preguntas, de las cuales ocho fueron de selección múltiple con única respuesta y dos son preguntas abiertas. Dicho instrumento se aplicó de carácter anónimo y su propósito fue conocer la percepción de los alumnos sobre el área.

de matemáticas y el aprendizaje de los temas de solución de ecuaciones de primer, segundo grado y despeje de variables en fórmulas.

La encuesta para los docentes constó de diez preguntas: seis de selección múltiple con única respuesta y cuatro preguntas abiertas. Su propósito fue la percepción sobre la práctica docente y el proceso de aprendizaje de los estudiantes en la asignatura de matemáticas, específicamente en los temas de solución de ecuaciones de primer, segundo grado y despeje de variables, en los estudiantes de la Institución Educativa Reyes Araque.

Se aplicó un instrumento denominado Consentimiento Informado para Proyectos de Investigación Educativa. Este consistió en informar a los padres de familia de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque sobre todos los aspectos del proyecto de investigación. Su objetivo fue que los padres o acudientes autorizaran la participación de sus hijos o acudidos en el proceso de la investigación.

## INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL OVA

La valoración o evaluación de recursos educativos digitales permite determinar si realmente se adaptan a los objetivos y necesidades planteadas en la propuesta pedagógica. Para realizar el proceso de valoración del RED, es necesario establecer los criterios específicos que se requieren estimar para lograr la eficiencia y viabilidad esperadas.

En la figura 1, se pueden observar algunos de los modelos más utilizados para la evaluación de la calidad de recursos educativos digitales. Cada uno de los modelos contiene su propio enfoque y los aspectos que tiene en cuenta para valorar un RED. Si bien los tres modelos coinciden en los factores pedagógicos, técnicos y tecnológicos como criterios fundamentales en la evaluación, para este proyecto se eligió el modelo LORI como instrumento de evaluación de calidad del Objeto Virtual de Aprendizaje.



**Figura 1.** Muestra los modelos de evaluación de la calidad de recursos educativos

## DIGITALES.

Es así como el modelo LORI es utilizado comúnmente para evaluar Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA). La valoración se realizó con base en nueve criterios o factores muy claros referentes a la parte pedagógica, técnica y estándares. Los criterios fueron los siguientes: calidad de contenido (CCT), objetivos de aprendizaje (CO), retroalimentación y adaptación (RA), motivación (M), diseño de presentación (DP), usabilidad en la interacción (IU), accesibilidad (A), reusabilidad (R) y cumplimiento de estándares (CN).

Ahora bien, cada criterio contiene sus propios ítems, los cuales deben ser valorados con un uno (1) si cumple a cabalidad con el atributo, y un cero (0) si no cumple. Para determinar la valoración total del RED, se realiza la siguiente operación: CCT + CO + RA + M + DP + IU + A + R + CN. Para calcular la puntuación de cada criterio se aplica la siguiente fórmula:  **$P_{\text{criterio}} = (\text{suma de puntos} / \text{total de ítems}) \times 10$**

Por ejemplo, si al criterio calidad de contenido (CCT) se valoraron los cinco ítems que lo componen y obtuvo cuatro sí (es decir, cuatro unos [1] y un cero [0]), entonces la puntuación sería:  **$CCT = (4 / 5) \times 10 \rightarrow CCT = 0.8 \times 10 = 8 \text{ puntos}$** .

Por lo tanto, el criterio calidad de contenido (CCT) obtiene 8 puntos. De la misma manera se realiza el proceso de cálculo para cada uno de los criterios, y al final se suman para obtener el puntaje final.

## PROCEDIMIENTO

Para alcanzar los objetivos propuestos, inicialmente se diseñaron y se crearon todos los instrumentos utilizando la herramienta Google Forms. El primer instrumento que se aplicó fue el consentimiento informado, con el fin de obtener la aprobación de los padres de familia y estudiantes para su participación en esta investigación. Posteriormente, se aplicaron en el orden correspondiente la prueba diagnóstica, la encuesta de estudiantes y la encuesta para docentes, después se procedió a consolidar la información para su respectivo análisis e interpretación de los resultados.

Por su parte, antes de iniciar el diseño y desarrollo del Objeto Virtual de Aprendizaje, se establecieron los criterios pedagógicos y técnicos a implementar. En relación con los criterios pedagógicos, se adoptó un enfoque constructivista. El constructivismo se fundamenta en la idea de que las personas construyen o crean activamente su propio conocimiento, y que la realidad está determinada por sus experiencias como estudiantes. Básicamente, los alumnos utilizan sus conocimientos previos y se apoyan en ellos con las nuevas cosas que aprenden, de modo que las experiencias individuales de cada uno hacen que su aprendizaje sea único.

En este modelo se entiende el aprendizaje como la construcción de conocimientos, en donde se integra la manera como el ser humano aprende y la forma evolutiva de construir conocimientos en ciencias de forma estructurada. Paralelamente, se implementa el enfoque didáctico inductivo. La investigación pedagógica demuestra

que los desafíos inductivos estimulan el desarrollo intelectual y el aprendizaje. Este enfoque implica compartir con los alumnos conceptos y reglas generales, para luego profundizar mediante ejemplos, ejercicios y retos de práctica, con el fin de que los propios estudiantes desarrollen por sí mismos el conocimiento.

Unidades	Temáticas	Actividades
Unidad 1	Lenguaje algebraico Ley de los signos Suma de positivos y negativos	
	Suma y resta de monomios Ecuaciones de primer grado	Conceptualización
Unidad 2	Ecuaciones de segundo grado por factorización.	Ejemplos Retos
	Ecuaciones de segundo grado por fórmula general. Plantear y resolver ecuaciones 2x2	Actividad de repaso Evaluación Retroalimentación
	Ecuaciones cuadráticas incompletas Perímetro y área con expresiones algebraicas	

**Tabla 1.**  
la secuencia

Elementos de didáctica

Los anteriores criterios se aplican en una secuencia didáctica denominada “Comprendo, aprendo y resuelvo ecuaciones algebraicas”, que compone el OVA en su factor pedagógico. Esta secuencia incluye dos unidades temáticas, cada una con cinco temas relacionados con la solución de ecuaciones algebraicas. Los temas se seleccionaron de manera progresiva y coherente, con base en los documentos de referencia del MEN, como los Derechos Básicos de Aprendizaje, los Estándares Básicos de Competencias y la Matriz de Referencia.

Respecto a los criterios técnicos, se tuvo en cuenta las características propias que incluye un OVA, como usabilidad, navegabilidad, interactividad, independencia, autonomía, educatividad, entre otras. Para cumplir con lo anterior, se indagó sobre las herramientas tecnológicas que se utilizan para la creación de Objetos Virtuales de Aprendizaje. Hoy día existen gran variedad de instrumentos y recursos tecnológicos que facilitan el diseño y desarrollo de OVA. Existen herramientas de autor; estas aplicaciones permiten a los autores de contenidos de aprendizaje y a los diseñadores instruccionales la creación de contenidos didácticos interactivos y de recursos didácticos. Son aplicaciones que mejoran las habilidades de los maestros en la construcción de materiales educativos, cursos digitales y objetos de aprendizaje, al ofrecerles una interfaz amigable y elementos predefinidos que facilitan la creación de materiales a través de trabajo basado en íconos, objetos y menús de opciones.

Se estableció trabajar con Adobe Captivate 2019 en su versión de prueba (30 días). La versión 2019 de Adobe Captivate agrega nuevas funciones que incluyen la

creación de proyectos de realidad virtual (VR) para aprendizaje electrónico inmersivo, creación de videos interactivos, los cuales se aplicarán en el desarrollo del recurso educativo digital de este proyecto, mejoras en Fluid Boxes, vistas previas de dispositivos en vivo para sus proyectos de realidad virtual y cursos receptivos, grabación de video inteligente que incluye la alimentación de su cámara web, y conversión de sus presentaciones de PowerPoint en proyectos receptivos. Concerniente al diseño y desarrollo del OVA, se crearon once módulos independientes, de los cuales el módulo 1 contiene la descripción general del OVA. Los módulos restantes incluyen las diez temáticas que se trabajan en el recurso educativo digital. Estos fueron empaquetados en formato HTML5, los cuales se visualizan en un navegador ejecutando el respectivo archivo index.html.

Cada uno de estos módulos está constituido por cuatro componentes esenciales. El primer componente es el de bienvenida, que expone el título general del OVA, el nombre de la unidad didáctica y del tema a trabajar en ese módulo. El componente presentación muestra la información general de cada módulo y está compuesto por la descripción, objetivos, logros y actividades. Una vez visualizado el componente presentación, se expone el siguiente componente, que consiste en un video interactivo.

Esta es la parte más importante de cada uno de estos módulos, pues engloba la conceptualización de cada tema con los respectivos ejemplos. Además, incluye la evaluación formativa que conforman actividades de retos y ejercicios de profundización. Finalmente, el componente de evaluación contiene un cuestionario que constituye la

evaluación sumativa de cada módulo, con los correspondientes resultados y retroalimentación.

Concerniente al proceso de evaluación de calidad del OVA, es preciso mencionar que, antes de la aplicación del instrumento de evaluación, se compartió el recurso educativo digital a los evaluadores en una carpeta comprimida mediante un enlace de Google Drive, con el fin de que ejecutaran cada uno de los módulos para su respectiva revisión y análisis. Para aplicar el instrumento de evaluación de la calidad del recurso, se diseñó y se creó un formulario en Google Forms que incluye, inicialmente, una sección informativa y descriptiva sobre la finalidad del cuestionario online.

Además, el formulario está compuesto por secciones evaluables que contienen los nueve criterios del modelo LORI con sus respectivas sentencias o ítems. Así mismo, cada ítem tiene para su calificación o valoración dos opciones: Sí o No. Por lo tanto, para realizar las correspondientes calificaciones, los evaluadores deben solamente seleccionar “Sí” en caso de que el recurso cumpla a cabalidad con el ítem y seleccionar “No” en caso de que el RED no cumpla con el respectivo ítem o indicador. Cada “Sí” seleccionado tiene una valoración de un (1) punto y cada “No” seleccionado tendrá una calificación de cero (0) puntos. Después de cuantificado el Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) por todos los evaluadores, se procede a realizar las correspondientes sumatorias y los cálculos respectivos aplicando las fórmulas del modelo LORI.

## RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se derivan de dos fuentes principales: el diagnóstico inicial aplicado a los estudiantes del grado décimo para identificar sus dificultades en la solución de ecuaciones, y la evaluación técnica y pedagógica del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) diseñado, valorado por expertos mediante el modelo LORI (Learning Object Review Instrument). Es importante aclarar que el recurso educativo no pudo ser implementado directamente con los estudiantes, debido a las restricciones generadas por la emergencia sanitaria derivada de la pandemia del COVID-19, lo que limitó el acceso presencial a las aulas y la conectividad en la zona rural donde se desarrolló el proyecto. Sin embargo, se logró evaluar su pertinencia, calidad y potencial educativo a través de revisión por parte de especialistas.

### RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO INICIAL

Se aplicó una prueba diagnóstica compuesta por 10 preguntas orientadas a medir el nivel de competencia en el manejo de signos, resolución de ecuaciones y despeje de variables. Los resultados evidenciaron lo siguiente:

- El 73% de los estudiantes obtuvo un puntaje inferior a 3.5 sobre 5, revelando un dominio insuficiente de conceptos básicos de álgebra.
- Solo el 9% superó el 70% de respuestas correctas, demostrando comprensión parcial.

- Las mayores dificultades se centraron en la aplicación de la propiedad distributiva, manejo de signos y resolución de ecuaciones con paréntesis o fracciones.
- Estos datos confirmaron la necesidad urgente de implementar estrategias innovadoras que fortalezcan el aprendizaje de álgebra en contextos rurales.

## EVALUACIÓN DEL OVA BAJO EL MODELO LORI

El OVA fue sometido a una evaluación experta con base en el modelo LORI, que considera nueve dimensiones clave. Participaron tres especialistas en educación matemática, pedagogía y diseño instruccional. La evaluación se centró en aspectos como la motivación, diseño, presentación de contenidos, interactividad, usabilidad, reusabilidad, accesibilidad, valor pedagógico y la retroalimentación que ofrece el recurso. Cada uno de los evaluadores recibió el OVA en una carpeta comprimida a través de Google Drive y accedió a los módulos en formato HTML5.

Posteriormente, diligenciaron un formulario diseñado en Google Forms con ítems correspondientes a cada dimensión del modelo LORI, marcando con "Sí" o "No" según el cumplimiento de cada criterio. Los resultados permitieron identificar fortalezas destacables en el diseño instruccional del recurso y su pertinencia para apoyar el aprendizaje del álgebra en estudiantes de contextos rurales. Esta valoración permitió concluir que el OVA representa una propuesta válida, efectiva y con alto potencial pedagógico para su futura implementación en el aula.

A pesar de no haber sido implementado directamente con los estudiantes, el recurso fue validado como una propuesta altamente pertinente y efectiva para atender las necesidades detectadas en el diagnóstico. Los resultados reflejan que el OVA cuenta con una sólida estructura pedagógica, altos niveles de interactividad, claridad en los objetivos y un diseño motivador. Su aplicación futura, en condiciones más favorables, permitirá comprobar su impacto directo en el aprendizaje del álgebra y la física en el contexto rural.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para valorar de modo cuantitativo y cualitativo el desempeño académico de los estudiantes en la prueba diagnóstica, se utilizó la escala de desempeño que se muestra en la Tabla 2 en la que se presentan los criterios de evaluación que permiten clasificar a los estudiantes de acuerdo con el número de respuestas correctas obtenidas en dicha prueba.

Criterio	Escala Cuantitativa	Escala cualitativa
De 18 a 20 preguntas correctas	4.5 a 5.0	Desempeño Superior
De 15 a 17 preguntas correctas	3.75 a 4.25	Desempeño Alto
De 12 a 14 preguntas correctas	3.0 a 3.5	Desempeño Básico
De 8 a 11 preguntas correctas	2.0 a 2.75	Desempeño bajo
De 0 a 7 preguntas correctas	0.0 a 1.75	Desempeño muy bajo

**Tabla 2.** Muestra la escala valorativa de la prueba diagnóstica de los estudiantes

La columna del criterio representa el rango de preguntas acertadas por los estudiantes, permitiendo clasificarlos en distintas escalas de desempeño tanto cuantitativas como cualitativas. La escala cuantitativa se expresa en una escala de 0.0 a 5.0, donde 0.0 representa el desempeño más bajo y 5.0 el más alto. Dado que la prueba constó de 20 preguntas, cada respuesta correcta equivale a 0.25 puntos.

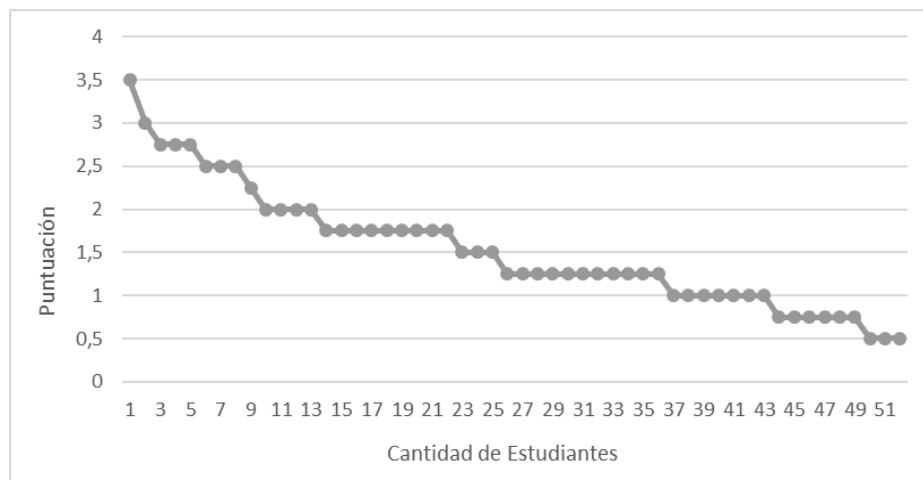
De este modo, un estudiante que obtiene entre 0 y 7 respuestas correctas tendrá una calificación entre 0.0 y 1.75, correspondiendo a un nivel de desempeño **muy bajo**. Aquellos con 8 a 11 respuestas correctas se ubican entre 2.0 y 2.75, siendo clasificados con desempeño **bajo**. Quienes aciertan entre 12 y 14 preguntas obtienen entre 3.0 y 3.5, y son considerados con un desempeño **básico**. Entre 15 y 17 respuestas correctas corresponde un rango entre 3.75 y 4.25, calificándose como **alto**, mientras que entre 18 y 20 respuestas se ubican entre 4.5 y 5.0 puntos, alcanzando el nivel **superior**.

Nº Estudiantes	%	Promedio	Desempeño
2	4%	3,25	Básico
11	21%	2,36	Bajo
39	75%	1,21	Muy Bajo

**Tabla 3.** Resultados obtenidos de la prueba diagnóstica de los 52 estudiantes.

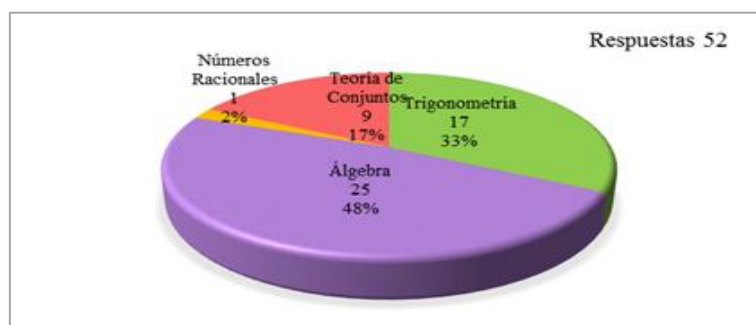
La Tabla 3 resume los resultados del desempeño académico de los estudiantes. Se observa que solamente 2 estudiantes (4 %) alcanzaron un desempeño básico, 11 estudiantes (21 %) un nivel bajo y 39 estudiantes (75 %) se ubicaron en el nivel muy bajo. Ningún estudiante alcanzó desempeño alto ni superior.

El promedio de respuestas correctas fue de 6,115, equivalente a una nota promedio de 1,528 puntos, lo cual se traduce en un desempeño **muy bajo**. Estos resultados indican que el 96 % de los estudiantes no cuenta con las competencias básicas en resolución de ecuaciones de primer y segundo grado ni en el despeje de fórmulas, confirmando la situación problemática planteada en esta investigación sobre las dificultades de los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque.



**Figura 2.** Dispersión de los resultados de los estudiantes en la prueba diagnóstica

En la Figura 2 se presenta la variabilidad de las puntuaciones obtenidas. Se observa una ligera dispersión en el rango entre 0,5 y 2,0 puntos; entre 2,0 y 3,0 se amplía la variabilidad, pero en general la mayoría de las puntuaciones se concentran en el nivel **muy bajo**, con unos pocos estudiantes que alcanzan el nivel **básico**. La curva de puntuaciones presenta una pendiente descendente, lo cual evidencia resultados deficientes en las competencias algebraicas evaluadas.



**Figura 3.** Respuestas a la pregunta: ¿De los siguientes temas de matemáticas, ¿cuál le parece más difícil de aprender?

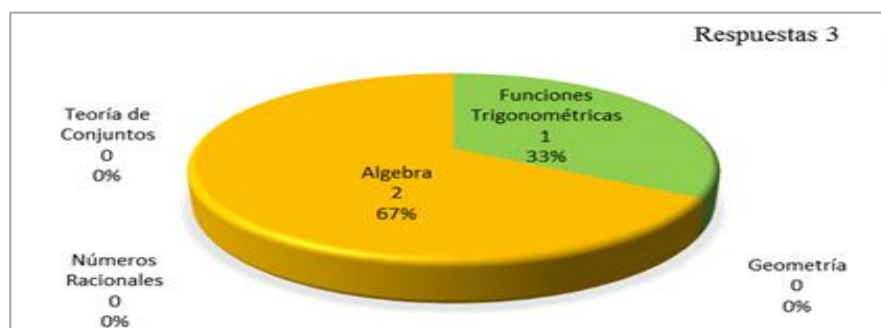
En cuanto a la encuesta aplicada a los estudiantes, la Figura 3 revela que, de los 52 encuestados, el 48 % considera que el tema más difícil en matemáticas es el álgebra, seguido de la trigonometría (33 %), la teoría de conjuntos (17 %) y los números racionales (2 %). Esta percepción refuerza la hipótesis de que el pensamiento algebraico

es considerado complejo por los estudiantes, generando bloqueos cognitivos y afectivos que afectan su aprendizaje.



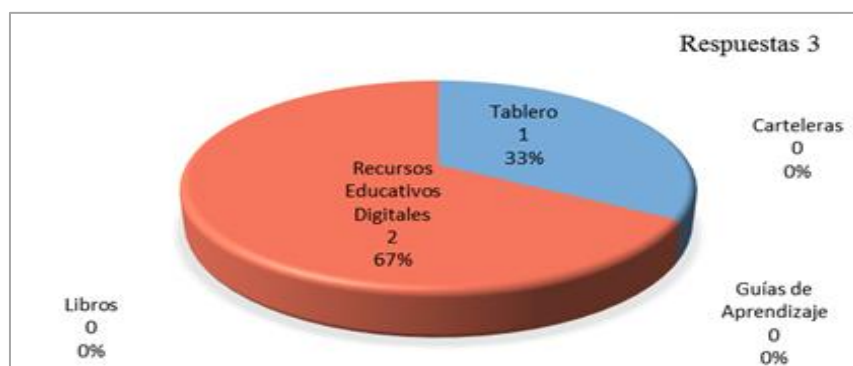
**Figura 4.** Respuestas a la pregunta: ¿Cuál de las siguientes herramientas educativas, lo pueden motivar e interesar aún más por aprender matemáticas?

En la Figura 4, los resultados sobre recursos educativos muestran que el 52 % de los estudiantes considera que los recursos digitales podrían motivarlos a aprender matemáticas. El 25 % prefiere las guías, el 15 % opta por los libros, el 3 % por el tablero y solo el 1 % menciona las carteleras. Lo anterior sugiere que un OVA centrado en la solución de ecuaciones puede ser una herramienta adecuada para mejorar la motivación y el aprendizaje.



**Figura 5.** Respuestas a la pregunta: ¿De los siguientes temas de matemáticas, ¿cuál considera el más difícil de aprender para los estudiantes y se requiere mayor dedicación en el proceso de enseñanza?

Respecto a la encuesta a docentes, la Figura 5 muestra que el 67 % de ellos considera que el tema más difícil para los estudiantes es el álgebra, lo que coincide con la percepción estudiantil y los resultados diagnósticos que destacan la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras.



**Figura 6.** Respuestas a la pregunta: ¿Cuál de las siguientes herramientas educativas, lo pueden motivar e interesar aún más por aprender matemáticas?

Finalmente, en la Figura 6, también el 67 % de los docentes afirma que los recursos educativos digitales pueden mejorar la motivación y el interés por el aprendizaje de las matemáticas, lo cual valida la propuesta del OVA como solución a la problemática planteada. Referente a la evaluación de calidad del OVA, participaron los tres docentes de matemáticas de secundaria, los cuales se denominarán evaluadores internos (Ei). Igualmente, participaron en la valoración del recurso educativo digital (RED) dos ingenieros, uno con doctorado y otro con maestría, docentes de la Universidad de Pamplona, quienes se denominarán evaluadores externos (Ee). Finalmente, participó como evaluador el diseñador y creador del recurso, quien es el autor del presente proyecto de investigación, y se denominará desarrollador (Ed).

Dado lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados generales: es preciso mencionar que la valoración se realiza de la siguiente forma. Como primera medida, cada evaluador, de acuerdo con su rol, conocimiento, ética profesional, objetividad e idoneidad, estima si el OVA cumple o no con cada ítem o sentencia del correspondiente criterio. Si el RED cumple con el ítem, se valora con un uno (1); si no cumple, se valora con un cero (0). En caso de que un ítem no aplique como indicador de evaluación, no se tiene en cuenta ni se califica.

Como tercera medida, se realizó la suma del total de puntos de cada evaluador en el criterio correspondiente, dividiéndose entre el número total de evaluadores (seis). El resultado obtenido corresponde al puntaje final del criterio. Para determinar el resultado total de la evaluación, se suman los puntajes de los nueve criterios:  $cct + co + ra + m + dp + iu + a + r + cn$ .

Criterios	Evaluadores						Promedio
	Ei			Ee		Ed	
	Ei_1	Ei_2	Ei_3	Ee_1	Ee_2	Ed_1	
1. Calidad Del Contenido (cct)	10	10	10	10	10	10	10
2. Correspondencia Con El Objetivo O Competencia (Co)	10	10	10	10	10	10	10
3. Retroalimentación Y Adaptación (Ra)	7,5	5	7,5	7,5	7,5	5	6,67
4. Motivación (m)	10	10	10	10	10	10	10
5. Diseño Y Presentación (dp)	10	10	10	10	10	10	10
6. Interacción Y Usabilidad (iu)	7,5	10	10	7,5	7,5	7,5	8,33
7. Accesibilidad (A)	6	6	6	6	6	6	6
8. Reusabilidad (r)	10	10	10	10	10	10	10
9. Cumplimiento De Normas (cn)	10	10	10	10	10	10	10
<b>Valoración Total</b>							<b>81</b>

**Tabla 4.** Resultados generales de la evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje, aplicando instrumento Lori, el cual evalúa nueve criterios.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados obtenidos por cada evaluador y el promedio respectivo en cada criterio evaluado, donde se evidencian altos puntajes en la mayoría de dimensiones valoradas.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 4, se puede establecer lo siguiente:

- **Criterio 1. Calidad del contenido (cct):** Se valoraron 4 ítems, obteniendo una calificación de 10 puntos. Todos los evaluadores coincidieron en que los ítems se cumplen, y que el contenido del RED está libre de errores y se presenta sin prejuicios.
- **Criterio 2. Correspondencia con el objetivo o competencia (co):** Se calificaron los 4 ítems del criterio, logrando una puntuación de 10 puntos. Esto indica que el RED se encuentra alineado con el diseño instruccional y cumple plenamente con los indicadores de calidad.
- **Criterio 3. Retroalimentación y adaptación (ra):** Se valoraron los 4 ítems, obteniendo una calificación de 6,67 puntos. El ítem “Presenta botones de decisión” no recibió ninguna puntuación, indicando que el RED no incluye esta funcionalidad.

Asimismo, dos evaluadores ( $Ei_2$  y  $Ed_1$ ) consideraron que el ítem “Ofrece retroalimentación según la respuesta” no se cumple. Si bien el RED permite revisar respuestas y compararlas con las correctas al final de la evaluación, no se presenta retroalimentación inmediata. En consecuencia, este criterio no se cumple a cabalidad.

- **Criterio 4. Motivación (m):** Obtuvo una valoración de 10 puntos. Los tres ítems fueron evaluados y cumplidos, reflejando que el contenido es pertinente a los intereses y metas de los estudiantes.
- **Criterio 5. Diseño y presentación (dp):** Logró una calificación de 10 puntos, cumpliendo con todos los ítems. El estilo y diseño del RED facilitan el aprendizaje efectivo.
- **Criterio 6. Interacción y usabilidad (iu):** Alcanzó una puntuación de 8,33. El ítem “Presenta instrucciones” fue valorado positivamente por solo dos evaluadores.

Aunque el RED contiene instrucciones generales, es recomendable ampliarlas para mejorar la comprensión del usuario. La interfaz no comunica de forma suficientemente clara cómo interactuar con el recurso.

- **Criterio 7. Accesibilidad (a):** Obtuvo 6 puntos. El ítem sobre accesibilidad para personas con limitaciones sensoriales y motoras no fue valorado positivamente, dado que el OVA no incluye mecanismos especializados para atender este aspecto. Asimismo, el ítem sobre acceso a través de dispositivos móviles tampoco fue puntuado, ya que el OVA fue distribuido de forma offline a través de Google Drive. Para mejorar este aspecto, es necesario publicar el RED en una plataforma o servidor con URL pública.

- **Criterio 8. Reusabilidad (r):** Obtuvo 10 puntos. Los tres ítems se cumplieron, permitiendo que el RED pueda ser reutilizado en diversos contextos educativos.
- **Criterio 9. Cumplimiento de normas (cn):** Recibió una calificación de 10 puntos, cumpliendo los 11 ítems, lo que indica que el OVA está definido con metadatos ajustados a estándares internacionales.

Escala de valoración RED	N/A	Pobre	Aceptable	Bueno	Muy Bueno
	No aplica				
	<40	40-59	60-79	80-89	90

**Tabla 5.**

Escala valorativa cuantitativa y cualitativa del instrumento de evaluación Lori.

En conclusión, el OVA titulado *Comprendo, aprendo y resuelvo ecuaciones algebraicas* obtuvo una puntuación total de **81 puntos**. Según la escala valorativa de la Tabla 5, este puntaje corresponde al nivel **bueno**, lo que permite concluir que el recurso es **viable para su implementación en el aula** y se espera que contribuya de manera significativa al logro de los objetivos formativos propuestos. No obstante, se plantea que en un futuro cercano se realizarán mejoras técnicas y pedagógicas al RED, con el fin de **optimizar su calidad** y asegurar que cumpla con todos los criterios evaluativos, permitiendo su publicación en un **repositorio digital abierto** y ampliando su alcance y utilidad en otros entornos educativos.

## CONCLUSIONES

En esta investigación se realizó un diagnóstico inicial a los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Reyes Araque, aplicando un cuestionario de 20 preguntas sobre ecuaciones y despeje de fórmulas. El promedio fue de 1,528 sobre 5 puntos, lo que evidenció un desempeño académico muy bajo y confirmó la problemática educativa identificada.

A través de encuestas dirigidas a docentes y estudiantes, se conocieron sus percepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. El 65% de los estudiantes manifestó poco agrado por esta área, el 48% consideró difícil el álgebra y el 52% valoró como pertinente el uso de recursos educativos digitales. Por su parte, el 100% de los docentes coincidió en que los estudiantes muestran apatía hacia las matemáticas, y todos consideraron adecuada la implementación de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).

Con base en estos resultados, se diseñó el OVA Comprendo, aprendo y resuelvo ecuaciones algebraicas, bajo el modelo instruccional ADDIE, siguiendo las fases de análisis, diseño, desarrollo y evaluación. Sin embargo, la etapa de implementación no pudo llevarse a cabo debido a la emergencia sanitaria provocada por la pandemia de COVID-19. No obstante, se realizaron pruebas funcionales y ajustes técnicos.

El recurso fue desarrollado con Adobe Captivate 2019 y responde a criterios técnicos (interactividad, navegabilidad, usabilidad, reusabilidad) y pedagógicos (enfoque constructivista con método inductivo), buscando fomentar una comprensión activa por parte del estudiante.

La calidad del recurso fue evaluada por seis expertos (docentes internos, externos y el autor), utilizando el modelo LORI, obteniendo una calificación cuantitativa de 81 puntos sobre 100, lo que lo ubicó en un nivel “bueno”. Esta evaluación respalda la viabilidad del recurso y su pertinencia para ser implementado en futuras experiencias educativas cuando las condiciones lo permitan.

El estudio presentó limitaciones como la imposibilidad de aplicar el OVA con los estudiantes debido a la contingencia sanitaria por el COVID-19, lo cual impidió comprobar empíricamente su impacto directo en el aprendizaje. Además, la falta de conectividad y acceso a dispositivos tecnológicos en el contexto rural limitó la posibilidad de probar el recurso en línea o de forma asincrónica. El estudio se concentró en una sola institución rural y en un grupo específico (grado décimo), por lo que los resultados no pueden generalizarse a otras zonas o niveles sin realizar adaptaciones previas.

Este estudio reafirma la necesidad urgente de fortalecer la enseñanza del álgebra en contextos rurales mediante el uso de recursos educativos diseñados pedagógicamente para atender las necesidades específicas del entorno. Se evidencia que herramientas como el OVA, evaluado positivamente por expertos, pueden contribuir a cerrar brechas en la educación rural, siempre y cuando se acompañen de estrategias

para superar las limitaciones tecnológicas existentes. Además, se abre una línea de trabajo futura que incluye la implementación y evaluación del OVA en escenarios reales de aula, así como su adaptación a otros grados y áreas del conocimiento, ampliando su impacto y utilidad en zonas de difícil acceso.

Los hallazgos obtenidos se relacionan con estudios previos realizados en contextos educativos similares. Socas (2007) y Kieran (1992) advierten que las dificultades en álgebra no solo se deben a la complejidad del lenguaje simbólico, sino también a una enseñanza desarticulada y carente de sentido para el estudiante. Bruner (1972), por su parte, destaca que el tránsito del pensamiento concreto al simbólico debe apoyarse en representaciones visuales y contextos significativos, algo especialmente necesario en zonas rurales donde los estudiantes requieren apoyos adicionales.

De igual forma, investigaciones como las de Cabero y Llorente (2015) y Salinas (2018) han resaltado el potencial de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como mediadores del aprendizaje en entornos con limitaciones de infraestructura, dado que permiten flexibilidad, personalización y motivación, especialmente cuando están diseñados con criterios pedagógicos sólidos como el modelo ADDIE.

## REFERENCIAS

- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación: Guía para su elaboración*. Episteme.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Blumer, H. (1969). *Symbolic interactionism: Perspective and method*. University of California Press.
- Bruner, J. S. (1972). *La relevancia de la educación*. Morata.
- Cabero, J., & Llorente, M. C. (2015). *Tecnologías de la información y la comunicación para la formación universitaria*. Síntesis.
- Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincón, H. (2007). *Objetos de aprendizaje: una visión integradora*. Universidad de La Sabana.
- Devlin, K. (2000). *The language of mathematics: Making the invisible visible*. W. H. Freeman and Company.
- Garzón, A. (2013). *Objetos virtuales de aprendizaje (OVA): Estrategias pedagógicas mediadas por TIC*. Universidad de La Salle.
- Hidalgo, C., & Murillo, G. (2017). *Los objetos virtuales de aprendizaje y su impacto en la educación superior*. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 50, 135–152.
- Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 390–419). Macmillan.
- Luján, J. (2019). *Innovación educativa con TIC*. Editorial Académica Española.
- Rheingold, H. (1985). *Tools for thought: The history and future of mind-expanding technology*. MIT Press.
- Socas, M. (1997). Dificultades en el aprendizaje del álgebra escolar. *Revista de Educación Matemática*, 9(2), 45–60.
- Socas, M. (2007). El álgebra en la educación secundaria: dificultades y propuestas. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (64), 5–30.