


Aprendizaje de la función cuadrática con el apoyo de un recurso educativo abierto

Learning the Quadratic Function with the Support of an Open Educational Resource

Liliya Yakhno^a

Universidad de Guadalajara, Jalisco; México

liliya.y@academicos.udg.mx

 orcid.org/0000-0002-8817-3269

José Francisco Villalpando Becerra

Universidad de Guadalajara, Jalisco; México


francisco.villalpando@academicos.udg.mx

 orcid.org/0000-0003-3226-7247

Paola Guadalupe Chávez Gutiérrez

Universidad de Guadalajara, Jalisco; México

paola.gcg97@gmail.com

 orcid.org/0009-0004-4104-4525

Resumen:

En este artículo se presentan los resultados de la implementación de un Recurso Educativo Abierto (REA), elaborado con el software libre eXeLearning, orientado al aprendizaje de la función cuadrática. Una de las principales ventajas de este recurso es que permite al estudiante avanzar a su propio ritmo de estudio, así como ejercer un control autónomo sobre su proceso de aprendizaje. El experimento se llevó a cabo con un grupo de 23 estudiantes de primer ingreso de la Licenciatura en Física de la Universidad de Guadalajara. El estudio es de tipo cuantitativo descriptivo y tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación del REA, fundamentado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, en el tipo de aprendizaje que evidencian los estudiantes.

Palabras clave: Función cuadrática, aprendizaje significativo, eXeLearning, aprendizaje autónomo.

Abstract:

This article presents the results of the implementation of an Open Educational Resource (OER) developed using the open-source software eXeLearning, aimed at supporting the learning of the quadratic function. One of the main advantages of this resource is that it allows students to progress at their own pace of study, as well as to exercise autonomous control over their learning process. The experiment was conducted with

^a Autor de correspondencia

a group of 23 first-year students enrolled in the Bachelor's degree program in Physics at the University of Guadalajara. The study is quantitative descriptive in nature and aimed to evaluate the impact of the application of the OER, grounded in Ausubel's theory of meaningful learning, on the type of learning evidenced by the students.

Keywords: Quadratic function, Meaningful learning, eXeLearning, Autonomous learning.

Cómo citar / How to cite: Yakhno, L., Villalpando-Becerra, J.F., y Chávez-Gutiérrez, P.G. (2026). Aprendizaje de la función cuadrática con el apoyo de un recurso educativo abierto. *Revista AMIUTEM*, 14(1), 29–16. <https://doi.org/10.65685/amiutem.v14i1.283>

Introducción

Al iniciar una investigación, resulta fundamental identificar los errores y las dificultades que enfrentan los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, ya que ello permite diseñar propuestas didácticas con actividades orientadas a obtener mejores resultados. En este sentido, se analizaron los antecedentes del tema y se identificaron diversas dificultades, las cuales se describen en apartados posteriores.

Alpízar et al. (2019), Endara (2021) y Villada (2013) coinciden en que los estudiantes presentan dificultades para vincular la función cuadrática en sus formas canónica, factorizada y estándar. Asimismo, tienden a limitarse al uso de tablas de valores para construir su gráfica, sin considerar los elementos que conforman una función cuadrática. Un ejemplo de ello es la relación entre el signo del coeficiente principal y la concavidad de la parábola.

Endara (2021) y Villada (2013) señalan, además, que los estudiantes presentan dificultades al definir las variables en problemas de aplicación, debido a deficiencias en el uso e interpretación del lenguaje matemático, así como en la conceptualización y la simbología algebraica.

Tovar et al. (2020) y Villada (2013) señalan que el enfoque de los estudiantes se centra únicamente en la mecanización de procedimientos, lo que impide la consolidación de la comprensión conceptual, la interpretación de la información, la representación en distintos registros y la transición entre ellos.

La función cuadrática constituye un tema fundamental en diversas áreas de la vida cotidiana, como la ingeniería, la mecánica y la economía, entre otras. Su estudio inicia en el nivel de educación secundaria y continúa en el bachillerato y la licenciatura; sin embargo, diversos investigadores coinciden en que los estudiantes siguen presentando dificultades en el aprendizaje de la función cuadrática incluso a nivel universitario. De acuerdo con el estudio realizado por Lozano et al. (2015) con aspirantes a carreras de ingeniería, el 51% de los participantes presentaron problemas en la comprensión del concepto de función cuadrática.

Por ello, resulta necesario explorar diversos enfoques pedagógicos que fomenten la autonomía del estudiante y favorezcan el dominio de conceptos complejos. En este contexto, los Recursos Educativos Abiertos (REAs)

constituyen una herramienta relevante, ya que ofrecen acceso libre y gratuito a materiales educativos que pueden adaptarse y personalizarse para atender las necesidades individuales de los estudiantes y fortalecer la comprensión de conceptos complejos.

El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto de la aplicación del REA, fundamentado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, en el tipo de aprendizaje que evidencian los estudiantes.

Referente teórico

El diseño de las actividades del REA se fundamenta en la teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausubel (Ausubel *et al.*, 1998; Moreira *et al.*, 1997; Torres, 2003), la cual sostiene que la incorporación de nueva información resulta efectiva cuando esta se vincula de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante. Desde esta perspectiva, el aprendizaje significativo puede desarrollarse mediante dos modalidades: el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje por recepción. De acuerdo con Torres (2003), para que el aprendizaje significativo por recepción tenga lugar, el material debe poseer un carácter potencialmente significativo, estar estructurado de forma coherente y jerárquica en función de la organización cognitiva del alumno, y permitir el establecimiento de relaciones con sus saberes previos.

De acuerdo con Moreira *et al.* (1997) el proceso de asimilación comprende dos mecanismos complementarios: la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora. En la diferenciación progresiva, los conceptos más amplios e inclusivos de una disciplina se presentan inicialmente y, posteriormente, se especifican de manera gradual mediante la incorporación de detalles y particularidades. Por su parte, la reconciliación integradora se produce cuando los conocimientos previamente establecidos son reconocidos y relacionados con nuevos aprendizajes, lo que permite una reorganización conceptual y la construcción de nuevos significados.

Asimismo, dentro del proceso de aprendizaje, la retroalimentación desempeña un papel fundamental, ya que debe orientarse a la identificación y corrección de interpretaciones erróneas, así como al fortalecimiento de los vínculos entre los nuevos conceptos y los conocimientos previos. De igual manera, el planteamiento de preguntas

favorece la autorreflexión y la clarificación conceptual, contribuyendo a la promoción del aprendizaje significativo.

Para la incorporación de nueva información en el REA se emplean organizadores previos de tipo introductorio, expositivo y comparativo. Los organizadores introductorios facilitan la relación entre el nuevo contenido de aprendizaje y los conocimientos relevantes presentes en la estructura cognitiva del estudiante. Cuando el material resulta relativamente novedoso, se recurre a organizadores expositivos con el propósito de ofrecer conceptos inclusores cercanos y pertinentes. Por su parte, los organizadores comparativos se utilizan para integrar nuevos conceptos que presentan similitudes esenciales con aquellos ya existentes en la estructura cognitiva.

De acuerdo con Ausubel *et al.* (1998), el aprendizaje significativo se desarrolla a través de tres niveles de comprensión. En el nivel básico, el estudiante establece una relación mental entre un símbolo y su referente, proceso identificado como aprendizaje representacional. En un nivel intermedio, el alumno asimila las características fundamentales que definen un concepto, construyendo una representación cognitiva que le permite reconocer y diferenciar distintos elementos; en esta etapa, el concepto se comprende como una unidad lingüística asociada a un significado específico, lo que corresponde al aprendizaje conceptual. En el nivel más avanzado, el estudiante elabora nuevas ideas a partir de conocimientos previos mediante la integración de conceptos en enunciados o proposiciones, lo que da lugar al aprendizaje proposicional.

Metodología

Participantes

La investigación se realizó con 23 estudiantes de primer ingreso de la Licenciatura en Física de la Universidad de Guadalajara. El grupo se conformó de manera voluntaria a partir de la invitación del profesor. Nueve estudiantes participaron de forma individual, mientras que los restantes se organizaron en siete equipos, cada uno integrado por dos participantes.

Técnica e Instrumentos

Para llevar a cabo la investigación, se analizaron los antecedentes del tema y se diseñaron quince actividades con el software libre eXeLearning. Las primeras trece actividades

están orientadas a la enseñanza de la función cuadrática e incluyen lecturas, audios, videos, applets de GeoGebra, juegos, preguntas de opción múltiple y de respuesta abierta. La decimocuarta actividad consiste en un problema de aplicación relacionado con el tiempo y la velocidad de una pelota, con el propósito de que el estudiante utilice el conocimiento construido a partir de su aplicación en una situación real. Finalmente, la decimoquinta actividad corresponde a un cuestionario que permite evaluar el aprendizaje alcanzado por el alumno durante la resolución de todas las actividades del REA. El alumnado cumplimentó este cuestionario antes de realizar las actividades, como pretest, y después de finalizarlas, como postest.

El recurso se orienta al aprendizaje por recepción, en el cual el estudiante recibe el contenido en su forma final, organizado y estructurado a través de los materiales didácticos. Con este recurso se espera que el alumno interiorice, comprende y asimila la información para integrarla a su estructura cognitiva.

Actividades del REA

En la primera actividad se organiza el proceso de diferenciación progresiva para introducir el concepto matemático de función (Figura 1). Para ello, se utiliza un organizador previo de tipo introductorio que incluye una lectura y material de audio. Con el fin de favorecer la estructuración de la nueva información en la estructura cognitiva del alumno, se plantean preguntas con respuestas de tipo “correcto/incorrecto” que presentan igualdades, entre las cuales el estudiante debe identificar aquellas que corresponden a funciones. Una vez completadas las respuestas, el alumno tiene la oportunidad de recibir retroalimentación.

¿Cuáles de las siguientes expresiones que se muestran a continuación son una función? Selecciona las opciones que se son una función de acuerdo a la definición dada anteriormente.

Al finalizar, da click en el botón [Mostrar retroalimentación](#) para ver tus resultados.

$y = 2x$

Correcto

$x^2 + y^2 = k^2$

Incorrecto

$y = \text{sen}(x)$

Incorrecto

Figura 1. Ejemplo de retroalimentación generada en la actividad 1 del REA.

La segunda actividad incorpora un organizador comparativo que presenta la clasificación de las funciones en polinómicas, radicales, racionales, trigonométricas,

exponenciales y logarítmicas (Figura 2). Asimismo, la actividad incluye preguntas de opción múltiple que permiten al estudiante organizar la nueva información en su estructura cognitiva y verificar el conocimiento adquirido. Una vez seleccionadas las respuestas, se proporciona retroalimentación inmediata.

¿Qué tipo de función es la que se muestra a continuación?

$$f(x) = 3\text{sen}(2x)$$

Exponencial
 Trigonométrica
 Radical

Incorrecto

Figura 2. Ejemplo de retroalimentación generada en la actividad 2 del REA.

En la tercera actividad se emplean organizadores comparativos y material de audio para presentar las gráficas correspondientes a distintos tipos de funciones, entre ellas las lineales (Figura 3), polinómicas, radicales, racionales, trigonométricas, exponenciales y logarítmicas.

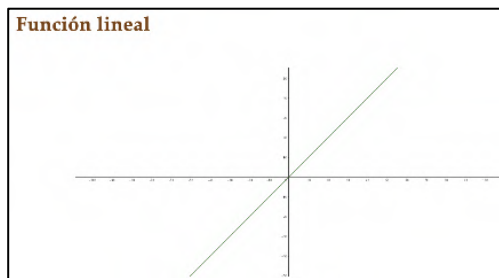


Figura 3. Ejemplo de organizador de la actividad 3 del REA.

Con el propósito de que el estudiante pueda estructurar la información adquirida en las tres primeras actividades, en la cuarta actividad se utiliza un juego de sopa de letras (Figura 4). En esta dinámica, el alumno debe relacionar los textos presentados con los términos matemáticos correspondientes.

- 1.- Función polinómica de segundo grado
- 2.- Las funciones se dividen en dos tipos: algebraicas y...
- 3.- Variable cuyos valores dependen de otra variable, que se llama variable independiente (x). Se representa por la letra y, aunque a veces se denota como f(x).
- 4.- Es una relación entre dos conjuntos (A y B). En donde se asigna a cada elemento x de un conjunto A exactamente un elemento, llamado f(x), de un conjunto B.
- 5.- Algunos ejemplos de las funciones _____ son: seno, coseno y tangente.



Figura 4. Preguntas propuestas en la actividad 4 del REA y respuestas correspondientes.

En la quinta actividad se emplea un organizador previo de tipo introductorio para el aprendizaje de las diferentes formas de notación de la función cuadrática: estándar, canónica y factorizada (Figura 5). Con el fin de favorecer la modificación de la estructura cognitiva del alumnado, la actividad incluye preguntas que permiten al estudiante verificar su conocimiento, recibiendo retroalimentación al finalizar la actividad.

Selecciona las opciones que SÍ sean una función cuadrática.

Al finalizar, da click en el botón [Mostrar retroalimentación](#) en la parte inferior para ver una retroalimentación de tus respuestas.

$f(x) = 4x^2 + 2$
 $f(x) = 3x^2 + 2x + 1$
 $f(x) = 4(x - 4)^2 + 2$
 $f(x) = x + 1 + 2x^2$
 $f(x) = 2x + 5$
 $f(x) = 0x^2 + 4x + 6$
 $f(x) = 6x^2$

Figura 5. Preguntas propuestas en la actividad 5 del REA.

La sexta actividad aborda la explicación de los coeficientes de la función cuadrática en su forma estándar. Incluye material de audio y video con explicaciones, así como ejercicios con retroalimentación inmediata que permiten verificar el conocimiento adquirido. En la Figura 6, las dos primeras respuestas son correctas, lo cual se indica mediante el color verde en la retroalimentación, mientras que la tercera respuesta es incorrecta y se representa con el color rojo.

Selecciona las opciones que SÍ sean una función cuadrática.

Al finalizar, da click en el botón [Mostrar retroalimentación](#) en la parte inferior para ver una retroalimentación de tus respuestas.

$f(x) = 4x^2 + 2$

$f(x) = 3x^2 + 2x + 1$

$f(x) = 4(x - 4)^2 + 2$

$f(x) = x + 1 + 2x^2$

$f(x) = 2x + 5$

$f(x) = 0x^2 + 4x + 6$

$f(x) = 6x^2$

Figura 6. Preguntas propuestas en la actividad 6 del REA y respuestas correspondientes.

La séptima actividad incluye un organizador de tipo introductorio que explica cómo evaluar una función en un punto dado. Asimismo, se presentan ejercicios en los que el estudiante debe evaluar las funciones propuestas en puntos específicos (Figura 7). En esta actividad, el alumno recibe retroalimentación inmediata para cada cálculo; de manera análoga, las respuestas correctas se señalan en color verde y las incorrectas en color rojo.

Instrucciones:

1. Evalúa las funciones dadas en cada uno de los valores que indican las tablas.
2. Completa las casillas con los resultados obtenidos.
3. Al finalizar, da click en el botón [Averiguar la puntuación](#) en la parte inferior para ver tu puntuación.
4. Para ver las respuestas correctas, da click en el botón [Mostrar/Eliminar las respuestas](#) en la parte inferior.

$$f(x) = 3x^2 + 5x + 1$$

| x | y |
|----|----|
| -2 | 3 |
| -1 | -1 |
| 0 | 9 |
| 1 | |
| 2 | |

Figura 7. Pregunta propuesta en la actividad 7 del REA y respuestas correspondientes.

En la octava actividad se introducen las definiciones formales de la parábola. En la novena actividad se presentan los elementos de la función cuadrática: vértice, eje de simetría e intersecciones con los ejes x y y (Figura 8). Asimismo, se incorpora un applet de GeoGebra que permite al estudiante construir algunas de las parábolas propuestas. Finalmente, se incluye un juego con el propósito de verificar el conocimiento adquirido.

Instrucciones:

1. Indica si hay relación o no hay relación entre ambas caras de las cartas.
2. Observa la primera imagen. Después da click en el botón [Pulsa en la tarjeta](#) para girar la carta.
3. Si hay relación entre las cartas da click al botón si NO hay relación selecciona el botón .
4. Para ver el juego en la pantalla completa, da click al botón
5. En la esquina superior izquierda puedes ver el total de preguntas, el número de preguntas correctas e incorrectas y tu puntuación.

4 0.00 00:00

Pulsa en la tarjeta

Figura 8. Juego propuesto en la actividad 9 del REA.

La décima actividad del REA presenta al estudiante las modificaciones de la parábola asociadas a los parámetros de la función cuadrática en su forma canónica. Esta actividad incluye texto, material de audio y video. Asimismo, incorpora un juego de asociación en el que se deben relacionar los valores de los parámetros con las modificaciones que estos producen en la gráfica. Por ejemplo, las cartas mostradas en la Figura 9 no se relacionan entre sí, por lo que el juego las devuelve a su posición original; en cambio, cuando la información de las cartas es correcta y está relacionada, se forma un par y dichas cartas desaparecen.

6 0.00 02:01

Has fallado. No es la cara correcta.

Figura 9. Juego propuesto en la actividad 10 del REA.

La decimoprimer actividad explica la relación entre los parámetros de la función cuadrática en sus formas estándar y canónica. En la decimosegunda actividad, el estudiante practica este procedimiento mediante ejercicios con retroalimentación inmediata. En la Figura 10, la primera respuesta es incorrecta y se indica con color rojo, mientras que

los dos coeficientes siguientes son correctos y se señalan en color verde.

¡De la forma canónica a la forma estándar y viceversa!

Instrucciones:

1. Resuelve los ejercicios propuestos, en los que deberás transitar de la forma canónica a la estándar o viceversa.
2. Rellena los espacios de faltantes de las funciones con tus respuestas.
3. Al terminar de contestar, da click en el botón **Averiguar la puntuación** en la parte inferior para ver tu puntuación.
4. Para ver las respuestas correctas, da click en el botón **Mostrar/Eliminar las respuestas** en la parte inferior.
5. Si tienes algún error, al finalizar, puedes dar click en el botón **Mostrar retroalimentación** para ver los procedimientos para llegar a los resultados de cada uno de los ejercicios.

De la forma canónica a la forma estándar

$$f(x) = a(x - h)^2 + k \rightarrow f(x) = ax^2 + bx + c$$

Ejercicio 1.

$$f(x) = 2(x - 1)^2 + 3 \rightarrow f(x) = \boxed{2}x^2 - \boxed{4}x + \boxed{5}$$

Figura 10. Preguntas propuestas en la actividad 12 del REA y respuestas correspondientes.

La decimotercera actividad presenta la importancia de la función cuadrática en diversas ciencias y áreas de la vida cotidiana. La decimocuarta actividad (Figura 11), propone la resolución de un problema relacionado con el tiempo y la velocidad de una pelota.

Un jugador de béisbol lanza una pelota, la cual sigue una trayectoria que se describe por la siguiente función cuadrática:

$$f(x) = -12x^2 + 96x + 100$$

donde $f(x)$ indica la altura en metros que alcanza la pelota al cabo de x segundos de que se lanza el balón.

a. ¿Cuánto tiempo tarda la pelota en alcanzar su altura máxima?

Respuesta: segundos

b. ¿Cuál es la altura máxima que alcanza cada pelota?

Respuesta: metros

c. ¿Qué altura alcanza la pelota después de 3 segundos?

Respuesta: metros

Completa la siguiente tabla del tiempo del balón que se indica:

| Tiempo (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Altura (m) | | | | | | | | | |

¿Cuánto dura la trayectoria del balón?

Respuesta: segundos

Figura 11. Preguntas propuestas en la actividad 14 del REA y respuestas correspondientes.

La decimoquinta actividad contiene el cuestionario que permite evaluar el aprendizaje alcanzado por el estudiante a lo largo de todo el REA. Este instrumento puede ser aplicado por el docente como una herramienta de control, en la presente investigación, éste fue aplicado para realizar las pruebas de pretest y postest. El cuestionario incluye los siguientes tipos de

ejercicios, que permiten medir el tipo de aprendizaje alcanzado:

Escribir las fórmulas correspondientes a la función cuadrática en sus formas estándar, canónica y factorizada (aprendizaje conceptual).

- Identificar la forma en la que está expresada cada una de las funciones dadas (aprendizaje conceptual).
- Convertir funciones expresadas en forma estándar a la forma canónica, así como transformar funciones dadas en forma canónica a la forma estándar (aprendizaje proposicional).
- Evaluar las funciones cuadráticas en los puntos propuestos y construir sus gráficas correspondientes (aprendizaje representacional).
- Determinar las funciones cuadráticas que corresponden a las parábolas planteadas (aprendizaje representacional).
- Resolver un problema contextualizado relacionado con la maximización del área de un rectángulo mediante el uso de la función cuadrática (aprendizaje proposicional).

Procedimiento

Para trabajar con las primeras catorce actividades, el tiempo destinado para la realización de las mismas se planteó de manera flexible, favoreciendo la autonomía del estudiante; en consecuencia, se observaron variaciones en la duración, que oscilaron entre 90 y 120 minutos. La utilización de los recursos educativos constituye una ventaja en el proceso de aprendizaje, en tanto que favorece el aprendizaje autónomo. En este sentido, permiten a los estudiantes gestionar su propio ritmo de estudio sin estar sujetos a restricciones de tiempo. La decimoquinta actividad de control fue limitada a 50 minutos.

Los estudiantes adquirieron nuevos conocimientos de manera estructurada y jerárquica. Inicialmente, aprendieron el concepto de función; posteriormente, clasificaron distintos tipos de funciones a partir de sus notaciones analíticas y representaciones gráficas, con especial énfasis en la función cuadrática. Más adelante, se abordaron las diversas formas de notación de la función cuadrática y se estableció la relación entre los valores de sus coeficientes y las modificaciones que

éstos generan en la gráfica de la función. En cada uno de estos procesos se identificaron primero las ideas más generales, las cuales se diferenciaron progresivamente en función de los detalles y la especificidad; por ello, se considera que en estas actividades los estudiantes desarrollaron el proceso denominado por Ausubel et al. (1998) como diferenciación progresiva.

Finalmente, los estudiantes reconocieron la importancia de las funciones cuadráticas en diversas áreas de las ciencias y de la vida cotidiana; además, aplicaron sus conocimientos en la resolución de un problema contextualizado que les permitió identificar la función cuadrática en una situación real relacionada con el tiempo y la velocidad de una pelota. Se utilizó una evaluación mediante un cuestionario para controlar el tipo de aprendizaje alcanzado tanto por los estudiantes que participaron en forma individual, como los que lo hicieron en equipos. Este instrumento permitió verificar si los estudiantes lograron el aprendizaje esperado y comprendieron los contenidos en su totalidad. Dado que en esta etapa del REA las ideas previamente establecidas en la estructura cognitiva fueron reconocidas y relacionadas con nuevos aprendizajes, lo que permitió una reorganización conceptual y la atribución de nuevos significados, se considera que los alumnos desarrollaron el proceso denominado por Ausubel et al. (1998) como reconciliación integradora.

El proceso de retroalimentación inmediata desempeñó un papel fundamental, ya que permitió corregir malentendidos y fortalecer las conexiones entre los nuevos conceptos y los conocimientos previos. Asimismo, las preguntas de carácter reflexivo estimularon la autorreflexión y la clarificación de ideas, contribuyendo a la promoción del aprendizaje significativo.

El uso de organizadores introductorios permitió construir “puentes cognitivos” que facilitaron la vinculación del nuevo material de aprendizaje con los elementos pertinentes de la estructura cognitiva del estudiante. Por otra parte, la utilización de organizadores comparativos favoreció la integración de las diferentes formas de notación de la función cuadrática en la estructura cognitiva del alumnado.

Se utilizaron los siguientes criterios de clasificación de los tipos de aprendizaje de Ausubel alcanzados por los alumnos:

1. Aprendizaje representacional. Relacionan correctamente la función cuadrática con su gráfica.
2. Aprendizaje conceptual. Distinguen la notación estándar canónica y factorizada de la función cuadrática.

3. Aprendizaje proposicional. Relacionan diferentes formas de notación de la función cuadrática entre sí; además, saben aplicar la función cuadrática para modelar problemas de la vida cotidiana.

Resultados

El análisis de la implementación del REA permitió identificar el tipo de aprendizaje alcanzado tanto por los estudiantes que participaron en forma individual, como los que lo hicieron en equipos. A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los distintos tipos de aprendizaje logrados por los estudiantes durante el desarrollo de las actividades del cuestionario del REA.

En la Figura 12 se presenta una de las respuestas, clasificada como aprendizaje representacional, debido a que el estudiante establece una equivalencia mental entre la notación analítica de la función cuadrática y su representación gráfica.

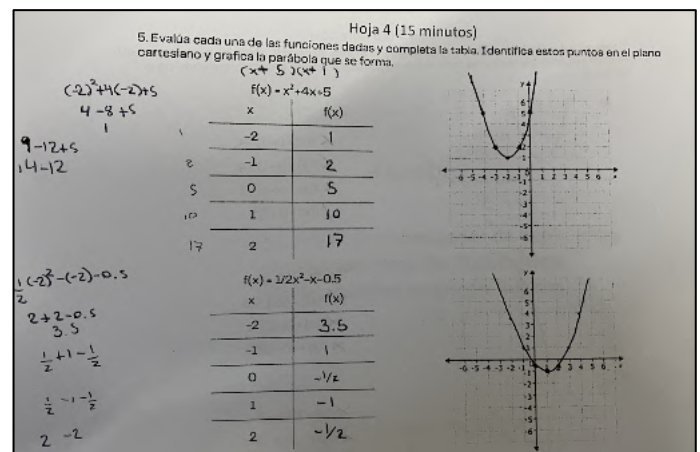


Figura 12. Respuesta de aprendizaje representacional en cuestionario.

Las respuestas presentadas en la Figura 13 se clasifican como aprendizaje conceptual, ya que los estudiantes relacionaron los conceptos matemáticos con la notación correspondiente de la función.

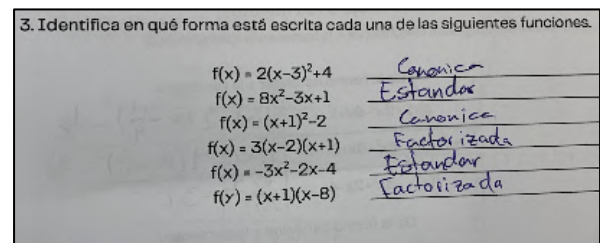


Figura 13. Respuesta de aprendizaje conceptual en cuestionario.

Finalmente, en la Figura 14 se presenta un ejemplo de una respuesta que fue clasificada como aprendizaje proposicional,

ya que el estudiante es capaz de expresar el significado de las ideas mediante la combinación de los conceptos estudiados previamente.

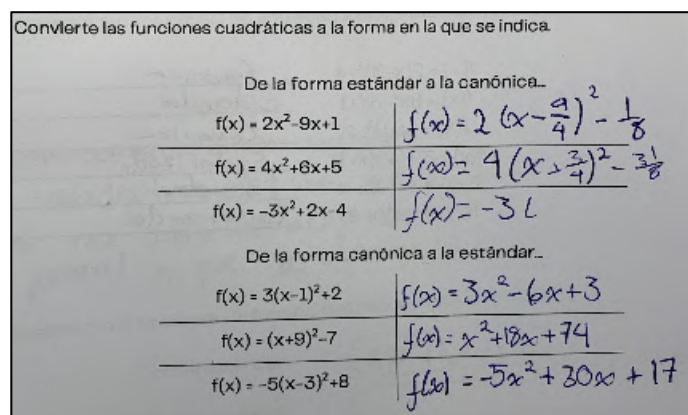


Figura 14. Respuesta de aprendizaje proposicional en cuestionario.

Los datos del experimento se obtuvieron a partir de dos fuentes: la primera corresponde a la evaluación de las respuestas del pretest y postest del cuestionario incluido en el REA, y la segunda proviene de la encuesta aplicada al finalizar el experimento y respondida por los estudiantes participantes. Los resultados del pretest y del postest se presentan en la Tabla 1.

| Los alumnos: | Pretest | Postest |
|--|---------|---------|
| Distinguen la notación en la forma canónica, estándar y factorizada | 13% | 100% |
| Cambiaron la forma canónica a estándar | 65% | 100% |
| Cambiaron la forma estándar a canónica | 22% | 94% |
| Construyeron la gráfica usando la tabla de valores | 61% | 84% |
| Identificaron componentes de la función cuadrática utilizando la gráfica | 82% | 100% |
| Escribieron la función cuadrática correspondiente a la gráfica propuesta | 61% | 70% |
| Resolvieron el problema real | 78% | 94% |

Tabla 1. Resultados de pretest y postest.

Se observa que, tras el trabajo con el REA, los estudiantes mejoraron sus conocimientos en diversos aspectos.

El cuestionario aplicado al final del experimento indica que el recurso fue bien aceptado por los estudiantes. El 100 % de los participantes manifestó que le agrada utilizar recursos digitales como herramienta de estudio, tanto en el hogar como en la escuela, en futuras clases de matemáticas.

Conclusiones

El objetivo de la investigación fue evaluar el impacto de la aplicación del REA, fundamentado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, en el tipo de aprendizaje que evidencian los estudiantes. Al respecto, en este trabajo se presentaron los resultados y las evidencias del efecto positivo obtenido.

El 94% de los estudiantes que participaron en la investigación evidenció un nivel proposicional de aprendizaje, mientras que el 6% se ubicó en el nivel conceptual.

Mediante la implementación del REA, los estudiantes desarrollaron su comprensión del concepto matemático de función, aprendieron la clasificación básica de las funciones y sus representaciones gráficas, distinguieron las diferentes formas de notación de la función cuadrática, analizaron la influencia de los coeficientes en la parábola correspondiente, practicaron la evaluación de la función cuadrática en un punto dado, identificaron los elementos principales de la función cuadrática y, finalmente, aplicaron los conocimientos adquiridos en un problema contextualizado de la vida cotidiana.

La implementación de las actividades del REA proporcionó a los estudiantes materiales de estudio en formato de texto, audio y video, así como juegos para la autoevaluación del conocimiento adquirido con retroalimentación inmediata, lo cual resulta fundamental para evitar malentendidos, fortalecer las conexiones entre los nuevos conceptos y los conocimientos previos, y favorecer el desarrollo del aprendizaje proposicional. Asimismo, el recurso permitió que tanto por los estudiantes que participaron en forma individual, como los que lo hicieron en equipos avanzara a su propio ritmo de estudio. El uso de la teoría del aprendizaje significativo en el diseño de las actividades promovió un razonamiento profundo y el aprendizaje proposicional en los estudiantes en el tema de la función cuadrática.

Aunque el REA fue diseñado para el aprendizaje individual, los estudiantes que trabajaron en equipos de dos personas señalaron que el trabajo colaborativo contribuyó al desarrollo del proceso de aprendizaje a través del diálogo, la discusión y la argumentación en la resolución de problemas.

Finalmente, el uso de applets de GeoGebra en el REA facilitó el proceso de construcción de parábolas, ya que este

software cuenta con diversas herramientas que permiten interactuar con las funciones. Mediante estos applets, los estudiantes pudieron analizar y comparar los desplazamientos y comportamientos de las parábolas al modificar los valores de los coeficientes de las funciones propuestas en las actividades. Asimismo, se favoreció la identificación de los elementos de la función, como el vértice de la parábola. En consecuencia, este tipo de herramientas contribuye al aprendizaje de los estudiantes al simplificar el análisis mediante la manipulación del software de acuerdo con las necesidades de cada alumno.

Referencias

1. Alpízar, M., Fernández, H., Morales, J. L., & Quesada, S. (2019). Limitaciones de aprendizaje que evidencian estudiantes de educación secundaria en el estudio de la función cuadrática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 32(1), 121-130.
2. Ausubel, D.P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1998). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
3. Endara, E. F. (2021). *Las estrategias metodológicas y funciones cuadráticas* [Tesis de maestría]. Universidad Técnica de Ambato.
4. Lozano, M. E., Haye, E. E., Montenegro, F. y Córdoba, L. M. (2015). Dificultades de los alumnos para articular representaciones gráficas y algebraicas de funciones lineales y cuadráticas. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 11(41), 20-38.
5. Moreira, M.A., Caballero, M.C. & Rodríguez, M.L. (1997). Aprendizaje Significativo: Un Concepto Subyacente. *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. 19-44.
6. Torres, T. V. (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. *Universidades*, (26), 37-43.
7. Tovar, T., Pitalua, L.F. y Sarmiento, M. (2020). Khan Academy como recurso didáctico para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Miradas y perspectivas de la educación matemática: desde la formación, la inclusión y la tecnología* (pp. 128-145). Sello Editorial Coruniamericana.
8. Villada, A. P. (2013). *Diseño e implementación de curso virtual como herramienta didáctica para la enseñanza de las funciones cuadráticas para el grado noveno en la institución educativa Gabriel García Márquez utilizando Moodle* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL.

Artículo recibido: 6 marzo 2026

Dictaminado: 23 abril 2026

Aceptado: 12 mayo 2026