



Una revisión de literatura sobre estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria

A literature review about teaching strategies for algebraic expressions in secondary school

Tatiana María Serna Agudelo*  Eliana Isabel Cardona Cortés** 
Jaime Andrés Carmona-Mesa*** 

Resumen

Investigaciones resaltan la importancia de ampliar en estudios que permitan fundamentar y orientar la toma de decisiones de los docentes en la enseñanza de las expresiones algebraicas. En ese sentido, el objetivo de la presente revisión de literatura fue caracterizar las estrategias que se han diseñado para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria y su respectiva fundamentación teórica. Para ello, se analizaron 22 documentos publicados durante los últimos 10 años (2010-2020), que fueron agrupados en dos categorías: recursos tecnológicos empleados en las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria y fundamentos teóricos de las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria. Entre las conclusiones se informa la necesidad de profundizar en torno a los diferentes recursos que son utilizados, de manera especial, con respecto a recursos tecnológicos porque, a pesar de que se encuentran en auge, se identifican limitados principalmente al uso de software.

Tipo de artículo:

Informe de investigación y ensayos inéditos

Doi: 10.17533/udea.unipluri.348601

Cómo citar este artículo:

Serna Agudelo, T. M., Cardona Cortés, E. y Carmona-Mesa, J.A. (2021). Una revisión de literatura sobre estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria. *Uni-Pluriversidad*, 21(2), 1–13. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.348601>

Palabras clave:

estrategias de enseñanza, expresiones algebraicas, educación secundaria, recursos digitales.

Recibido: 2021-08-17 / Aprobado: 2021-12-30

* Profesora de la Institución Educativa Cocorná. E-mail: tmaria.serna@udea.edu.co

** Profesora de la Institución Educativa Entreríos. E-mail: eisabel.cardona@udea.edu.co

*** Profesor de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. E-mail: jandres.carmona@udea.edu.co



Keywords:

teaching strategies, algebraic expressions, secondary school, digital resources.

Abstract

Research highlights the importance of expanding studies that allow to support and guide teachers' decision making in the teaching of algebraic expressions. In this sense, the objective of this literature review was to characterize the strategies that have been designed for teaching algebraic expressions in secondary education and their respective theoretical foundations. For this purpose, 22 papers published during the last 10 years (2010-2020) were analyzed, grouped into two categories: technological resources used in teaching strategies for teaching algebraic expressions in secondary education and theoretical foundations of teaching strategies for teaching algebraic expressions in secondary education. Among the conclusions, it is reported the need to deepen around the different resources, especially with respect to technological resources because, although they are booming, they are identified as limited mainly to the use of software.

Introducción

El interés por el contexto en educación matemática ha permitido identificar la necesidad de implementar estrategias de enseñanza donde el estudiante tenga la posibilidad de reconstruir, argumentar y socializar conceptos y propiedades matemáticas, donde el rol del docente sea el de mediar las interacciones del estudiante con el contexto (Malara, 2012). Las estrategias de enseñanza se pueden constituir como una de las tareas cognitivas más importantes que se desarrolla en las aulas y pueden diseñarse con el fin de que el estudiante haga frente a diversas situaciones de su cotidianidad al darle significado a las matemáticas, de tal manera que le sea posible reflexionar y verbalizar los procedimientos elegidos en la representación de situaciones y llegar a la generalización (Malara, 2012; Sánchez et al. 2019; Warren et al., 2016). Al respecto, Socas (2011) argumenta que la generalización hace parte del pensamiento algebraico y constituye un proceso característico del lenguaje algebraico.

En consecuencia, el centrar la atención en las estrategias de enseñanza para favorecer la representación de situaciones y la generalización en procesos que articulan lo cotidiano con lo abstracto, sugiere un análisis a partir de las expresiones algebraicas. Las estrategias de enseñanza para el desarrollo del pensamiento algebraico deben favorecer en los estudiantes habilidades para enfrentarse a los problemas actuales de una sociedad que está cambiando de forma constante, lo que lleva a reconocer la necesidad de articular estos procesos con diferentes situaciones de la vida cotidiana (Castillo y Gamboa, 2013; García-

Lastra, 2013). Es por esto que autores como Muchoko et al. (2019) y Zayyadi et al. (2019) resaltan la necesidad de buscar estrategias para fomentar el pensamiento algebraico, que reconozcan los desafíos de su enseñanza y que se consideren diferentes acciones por parte del profesor en relación con el análisis del contenido disciplinar y el diseño de alternativas que permitan dar respuesta a las diferentes situaciones que se presenten (Anijovich y Mora, 2010).

De acuerdo con Anijovich y Mora (2010), las estrategias de enseñanza se definen “como el conjunto de decisiones que toma el docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus alumnos” (p. 23). Por lo tanto, es importante disponer de investigaciones que permitan fundamentar y orientar la toma de decisiones de los docentes frente a las estrategias para enseñar las expresiones algebraicas, que posibiliten el dotar a los alumnos de conocimientos, habilidades y destrezas para afrontar situaciones realistas y de su cotidianidad (Sánchez et al. 2019). En ese sentido, se reconoce la necesidad de identificar el conjunto de decisiones que toman diversos autores para la enseñanza de las expresiones algebraicas en secundaria, donde se describan los principales desafíos y oportunidades que se encuentran en dichas decisiones. Por lo tanto, se desarrolló una revisión de literatura con el objetivo de *caracterizar las estrategias que han sido diseñadas para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria y su respectiva fundamentación teórica.*



Metodología

Este trabajo se elaboró bajo un enfoque de revisión crítica de literatura que, de acuerdo con Grant y Booth (2009) y Guirao (2015), permite ampliar la visión de un problema por medio de una comprensión más profunda a través del análisis y síntesis de material de diversas fuentes. Para ello se desarrolló un trabajo dividido en cuatro fases: primero se delimitó el problema a estudiar; luego se estableció el mecanismo de búsqueda de los documentos de interés para el problema; posteriormente, se hizo una organización y análisis descriptivo de la documentación; por último, se desarrolló un análisis crítico y profundo que posibilitó responder el objetivo de investigación.

De acuerdo con el objeto de búsqueda propuesto en esta revisión, se emplearon como fuentes para el mecanismo de búsqueda las bases de datos Scopus, Redalyc y Scielo, por ser reconocidas en cuanto a su arbitraje y proveer una visión tanto global como un énfasis en Latinoamérica alrededor de la temática. En estas se ubicó un primer conjunto de documentos por medio de ecuaciones de búsqueda definidas a partir de las características de cada base de datos (Tabla 1) y úni-

camente se consideraron aquellos documentos publicados durante los últimos 10 años (2010-2020). La búsqueda se realizó en el mes de mayo del 2020.

Luego, para la organización, selección y análisis descriptivo del conjunto de documentos que permitieran alcanzar el objetivo de la investigación, se excluyeron los registros duplicados en las diferentes bases de datos y los que en el título, palabras clave y resumen no se encontraban relacionados con las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria. Finalmente, se consideraron 22 artículos para una lectura profunda que permitirá responder al objetivo de la investigación. El análisis crítico y profundo de los 22 artículos, permitió identificar elementos convergentes en las decisiones en cuanto a las estrategias de enseñanza informadas en los diferentes documentos. Por lo tanto, se establecen dos categorías y cuatro subcategorías que posibilitaron agrupar las convergencias en las estrategias para la enseñanza de las expresiones algebraicas en secundaria (Tabla 2). Los resultados de este análisis se presentan en la siguiente sección.

Tabla 1. Base de datos, ecuaciones de búsqueda y documentos seleccionados.

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Cantidad de documentos	Cantidad de documentos con criterios de inclusión y exclusión
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("algebraic reasoning") OR ("algebraic expressions") OR ("algebraic thinking")) AND TITLE-ABS-KEY (education)	135	50
Redalyc	"razonamiento algebraico" OR "expresiones algebraicas" OR "pensamiento algebraico" + filtro Educación	130	26
Scielo	((razonamiento algebraico) OR (expresiones algebraicas) OR (pensamiento algebraico)) AND (educación)	12	5



Tabla 2. Categorías y subcategorías

Categorías	Subcategorías
1. Recursos tecnológicos empleados en las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria.	1.1. El lenguaje como recurso para la enseñanza de las expresiones algebraicas. 1.2. Recursos concretos para la enseñanza de las expresiones algebraicas. 1.3. Recursos digitales para la enseñanza de las expresiones algebraicas.
2. Fundamentos teóricos de las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria.	2.1. Fundamentos de las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas. 2.2. La estructura como fundamento conceptual para la enseñanza de las expresiones algebraicas.

Resultados

Las estrategias para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria son caracterizadas a partir de las dos categorías y cuatro subcategorías de la Tabla 2. Esta caracterización agrupa las decisiones que reportan los autores de los 22 artículos para orientar sus procesos de enseñanza y dotar a los alumnos de conocimientos, habilidades y destrezas para afrontar situaciones realistas y de su cotidianidad; en esa línea, se describen a continuación las principales oportunidades y desafíos vinculadas a las decisiones que son reportadas en los documentos analizados.

1. Recursos tecnológicos empleados en las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria.

Entre las decisiones tomadas por los diferentes autores para la enseñanza de las expresiones algebraicas, uno de los elementos fundantes refiere a los recursos utilizados como apoyo. Al respecto, en esta revisión de literatura se adjetiva como recursos tecnológicos a una visión que trasciende la concepción de recursos aislados de un contexto o una praxis y transforma lo que es cognoscible y la manera en que algo puede ser conocido

(Carmona-Mesa et al., 2018); es decir, tanto el lenguaje como los dispositivos móviles son recursos tecnológicos que contribuyen en la enseñanza del conocimiento disciplinar. Por lo tanto, en esta categoría se presentan los diferentes recursos que se identificaron en las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas propuestas en cada una de las investigaciones. Se identificaron recursos mediados por el lenguaje, como la comunicación verbal y escrita; por material concreto, como actividades con lápiz y papel entre las cuales se encuentran las pruebas escritas, la construcción de cómics y dibujos animados; y recursos digitales como softwares.

1.1. El lenguaje como recurso para la enseñanza de las expresiones algebraicas.

Hablar, leer, escuchar y escribir son habilidades del lenguaje que posibilitan la comunicación del ser humano, las cuales han sido consideradas en algunas investigaciones con el fin de dar significado a las diferentes construcciones en torno a las expresiones algebraicas (Rüede, 2012; Tabach y Friedlander, 2017; Zayyadi et al., 2019). De esta manera, el diálogo se presenta como una alternativa para vincular dichas habilidades, al facilitar que los estudiantes expresen con sus argumentos los procedimientos necesarios para la



enseñanza de una expresión algebraica a partir del discurso, donde se evidencian los diversos argumentos a planteamientos que se pueden dar de forma individual (Rüede, 2012). En ese sentido, se resalta el papel de la semántica para la solución de problemas en diferentes contextos, al considerar que factores como la cantidad de palabras y su multiplicidad de significados puede cambiar la forma en que se interpreta una situación; esta puede convertirse en una estrategia empleada por el docente con el fin de fortalecer el pensamiento creativo en los estudiantes al ser partícipes en la solución de situaciones realistas y de su cotidianidad (Tabach y Friedlander, 2017).

Por último, las habilidades comunicativas son necesarias para favorecer en el estudiante la construcción e identificación de relaciones a partir de representaciones visuales y escritas en la solución de situaciones del cotidiano. Dichas habilidades son consideradas en diferentes investigaciones para el diseño de estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas, con el fin de contribuir a la creación de estructuras con sentido, donde el contexto de la situación juega un papel importante, al permitir crear vínculos entre la vida real y las expresiones algebraicas (Zayyadi et al., 2019).

1.2. Recursos concretos para la enseñanza de las expresiones algebraicas.

Los recursos tecnológicos concretos se asumen como aquellos objetos o elementos físicos usados para apoyar la enseñanza del conocimiento disciplinar, a través de las experiencias que son logradas al manipular materiales sencillos y de fácil uso en la enseñanza de las expresiones algebraicas. Los recursos concretos usualmente se encuentran acompañados de actividades de lápiz y papel como pruebas escritas, que son condicionadas en su desarrollo a un tiempo determinado y contienen preguntas de selección múltiple, abiertas y algunas consideran situaciones de la vida real (Lepak et al., 2018).

Estos recursos son implementados con el fin de analizar e identificar los diferentes conceptos que los estudiantes poseen en relación con las expresiones algebraicas, como diagnóstico para identificar las dificultades y obstáculos que pueden presentar los estudiantes con respecto a la temática; además, permiten establecer una comparación entre el antes y el después de la implementación de la estrategia de enseñanza (Popayán y Castillo, 2017). Una de las limitaciones de este tipo de recursos es la facilidad con la cual son olvidados los contenidos, algunos estudios reportan que es ocasionado por una preparación para el momento de la actividad y no para su formación integral (Marquina, 2014; Wilkie, 2016).

En esta línea, se encontraron actividades acompañadas con lápiz y papel correspondientes a diferentes tareas y cuestionarios donde los estudiantes emplearon procedimientos y propiedades matemáticas y, de esta forma, consideraron tanto las representaciones numéricas como la construcción con significado de expresiones. En las diferentes tareas y cuestionarios se tiene en cuenta representaciones gráficas (López, 2010); generalización de patrones y problemas de palabras (DeWolf et al., 2016; Gasco-Txabarri, 2017; Jupri et al., 2014); construcción de ecuaciones (DeWolf et al., 2016; Jupri et al., 2014); representación de variables en diferentes contextos (Wilkie, 2016); y lecturas propias, notas de enseñanza y solución de problemas (Mustaffa et al., 2018).

Dentro de las diferentes decisiones que toma el docente con propósitos formativos, en esta categoría se halla una tendencia porque el estudiante realice interpretaciones y construcciones de las expresiones algebraicas a partir de las relaciones que establece entre la representación de figuras geométricas y situaciones de la vida cotidiana, donde dichas construcciones se logran, en algunos casos, a partir de la generalización de patro-



nes (Apsari et al., 2020; López, 2010; Wilkie, 2016). Por otro lado, se reporta que, aunque con esta estrategia los estudiantes son capaces de construir expresiones algebraicas, en ocasiones se identifica que no tienen claridad acerca del papel que cumplen las letras, dado que en algunas situaciones la enseñanza del álgebra se presenta en forma algorítmica y no permite comprender el significado de dichas expresiones (Jupri et al., 2014; López, 2010).

También se encontraron investigaciones que presentan los comics y dibujos animados como alternativa para apoyar la enseñanza de las expresiones algebraicas y sus operaciones básicas; en estos recursos se hace énfasis en el papel de los conceptos en situaciones de la vida cotidiana y en el desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico (Hidayah y Fathimatuzaahra, 2019; Şengül y Üner, 2010). Una de estas investigaciones presenta los cómics para el estudio de las expresiones algebraicas en el mundo real y sus operaciones, los cuales son presentados a los estudiantes para su diseño en forma de historia de vida de personajes ficticios (Hidayah y Fathimatuzaahra, 2019). Otra investigación propone los dibujos animados para la enseñanza de las expresiones algebraicas y el mejoramiento de las habilidades del pensamiento lógico por medio de proyecciones en el aula de clase, con el fin de mejorar la comprensión de las expresiones en el álgebra al integrar recursos que le son de su interés (Şengül y Üner, 2010).

1.3. Recursos digitales para la enseñanza de las expresiones algebraicas.

Los recursos digitales pueden orientar el proceso de enseñanza de las expresiones algebraicas a partir del uso de herramientas como softwares. Al respecto, investigaciones como la de Demo (2010) reportan el uso de un software de programación donde los estudiantes, por medio de la escritura de una expresión algebraica, definieron una ruta a ser descrita por un robot, con el fin de esquivar

un objeto determinado mediante sensores que detectaban la proximidad. De esta manera, los estudiantes plantearon una generalización para la ruta del robot.

Por otro lado, se encuentra el software Cabri-Géométré, que permite a los estudiantes construir expresiones algebraicas a partir de la visualización, exploración, manipulación e interpretación de representaciones gráficas. El estudio de Benítez (2010) evidencia que dichas representaciones favorecen la identificación de la relación entre las variables involucradas en la construcción de las expresiones algebraicas. Por último, se halla la investigación de Walkington et al. (2015) en la que se emplea un programa denominado Cognitive Tutor Algebra (diseñado exclusivamente para trabajar expresiones algebraicas). Este plantea la resolución de problemas a partir de la representación simbólica de situaciones que involucran personas, lugares y objetos; los estudiantes identifican variables dependientes e independientes y escriben una expresión que las relacione. Esta investigación permite concluir que el uso de diversas palabras en las situaciones propuestas favorece o genera dificultades en la comprensión de la resolución de problemas cuando los estudiantes realizan una representación simbólica (Walkington et al., 2015).

2. Fundamentos teóricos de las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria.

En esta categoría se presentan como fundamentos teóricos los sustentos conceptuales que se emplean para la enseñanza de las expresiones algebraicas y la estructura matemática como elemento importante en su construcción e interpretación. Al respecto, en la literatura se encuentra diversidad de enfoques como la educación matemática realista, el aprendizaje basado en problemas, la resolución de problemas y el constructivismo; en



cuanto a elementos matemáticos, se resalta la estructura y la semántica.

2.1. Fundamentos de las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas.

En esta subcategoría se dan a conocer los referentes teóricos considerados en las investigaciones que abordan la enseñanza de las expresiones algebraicas en la educación secundaria. Marquina et al. (2014) informa que se encuentran apuestas en donde el aprendizaje del álgebra se da desde el aspecto cognitivo (Piaget), desde la interacción social (Vygotsky) y se concibe los conocimientos previos del estudiante como la representación que posee de su realidad en un momento determinado (Ausubel). Por otro lado, se encuentra la teoría de la carga cognitiva, la cual es una perspectiva psicocognitiva que contempla la carga cognitiva externa, intrínseca y pertinente en relación con las demandas de procesamiento para las tareas de aprendizaje que realiza el estudiante (Walkington et al., 2015).

Otro referente reportado en la literatura es la educación matemática realista, que permite presentar las matemáticas de manera significativa para los estudiantes, a través de un proceso guiado en el que construyen de forma activa su propia comprensión conceptual (Jupri et al., 2019). En esta teoría se proponen tres principios didácticos para el diseño de secuencias de aprendizaje: el principio de realidad, el cual parte de problemas contextuales que pueden ser traducidos en problemas de álgebra simbólica; el principio de nivel, que proporciona un paso entre lo informal y formal de las matemáticas a través de representaciones; y por último, el principio de entrelazamiento, en el cual se plantea que los problemas requieren de diferentes conceptos matemáticos para su comprensión y solución (Apsari et al., 2020; Jupri et al., 2019).

El aprendizaje basado en problemas se reconoce como un enfoque que da prioridad al

desarrollo del pensamiento a través de problemas del mundo real y favorece en los estudiantes la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades de razonamiento. Dichos problemas se deben abordar desde diferentes áreas del conocimiento para favorecer la interdisciplinariedad (Mustaffa et al., 2018). Por otro lado, se presenta la resolución de problemas como una alternativa que favorece la autonomía y la iniciativa personal en el proceso de aprendizaje de los estudiantes a través de tres competencias como lo son la planificación, la gestión de recursos y la evaluación. Se reporta que los estudiantes emplean diferentes estrategias que varían de acuerdo al tipo de problema, a la comprensión y habilidades de quien los resuelve (Gasco-Txabarri, 2017).

2.2. La estructura como fundamento conceptual para la enseñanza de las expresiones algebraicas.

La estructura matemática se considera un elemento importante en la interpretación de las expresiones algebraicas ya que estas adquieren un significado individual que tiene en cuenta las relaciones que se establecen entre sus partes y llevan a diversas formas de aprendizaje y pensamiento, entre las cuales se encuentra el desarrollo del pensamiento algebraico (Rüede, 2012). La estructura matemática permite describir relaciones entre expresiones algebraicas, las cuales tienen un papel relevante en otros conceptos matemáticos, por lo que se considera importante su estudio y su uso en la vida cotidiana, donde son necesarios en su construcción elementos como la semántica, la estructura y su sentido (Hidayah y Fathimatuzzahra, 2019).

El sentido estructural de una expresión algebraica hace referencia a la capacidad del estudiante de realizar transformaciones para hacer uso eficiente de diferentes técnicas algebraicas (Vega-Castro et al., 2012), de tal manera que se considera que las representaciones matemáticas no se pueden entender de forma aislada, dado que todas están relacionadas entre sí (Wilkie, 2016). Además, la



literatura reporta que el uso de estructuras matemáticas favorece el sentido y el significado que le atribuyen los estudiantes a las representaciones, a través de la identificación

de relaciones entre las unidades que constituyen la expresión algebraica (Benítez, 2010; Lepak et al., 2018).

Análisis y Discusión

Los resultados de este estudio reportan diferentes estrategias que se han empleado para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria, en las cuales se considera tanto el uso de recursos tecnológicos emergentes como referentes teóricos de tradición que las sustentan. Al respecto, esta revisión busca presentar un panorama a los docentes e investigadores del área, de manera que puedan orientar y fundamentar sus decisiones para la enseñanza de las expresiones algebraicas y futuras investigaciones sobre el tema, donde se considere la necesidad de que el estudiante argumente y reconstruya conceptos matemáticos para que dé respuesta a las diferentes situaciones que se presenten en los procesos académicos que se llevan a cabo en entornos escolares (Malara, 2012).

En cuanto a los recursos tecnológicos, los resultados del presente estudio convergen con revisiones temáticas como las de Kieran (2006) y Warren et al. (2016) en cuanto a reconocer un número importante de decisiones centradas en recurrir a recursos como el lenguaje y material físico de fácil manipulación (recursos concretos). Además, ambas investigaciones hacen un llamado a considerar la evidencia empírica que informa del papel protagónico que tienen los recursos digitales, al influir positivamente en el uso del lenguaje algebraico.

Si bien se registraron investigaciones como la Demo (2010) y Walkington et al. (2015) que consideran los recursos tecnológicos digitales con potencial para favorecer la visualización de diferentes representaciones,

exploración, conjetura, explicación y justificación de diversos procesos; argumentos que convergen con lo planteado en investigaciones similares, pero en otros niveles de formación (p. ej. Laborde et al., 2016; Villa-Ochoa y Suárez-Téllez, 2021). Los resultados del presente estudio permiten informar que las decisiones orientadas al uso de recursos digitales son limitadas; además, las investigaciones disponibles se centran principalmente en la enseñanza de las expresiones algebraicas por medio de software no exclusivos en la temática (Benítez, 2010).

En particular, se identificaron estudios que, si bien no plantean una estrategia para la enseñanza de las expresiones algebraicas con recursos digitales, evocaban el potencial de su integración en los procesos de enseñanza (p. ej. Boles et al., 2018; Hadjerrouit, 2011); esto demuestra que a pesar de existir un interés no se materializan acciones en alternativas que favorezcan la enseñanza a través del uso de recursos como calculadoras, hojas de cálculo, gamificaciones, entornos virtuales, entre otros. Un posible ejemplo de investigación en la cual se trasciende el simple interés es el trabajo de Serna et al. (2021), en donde se describen los alcances y desafíos de una propuesta para la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas en estudiantes de grado octavo, al usar el lenguaje de programación por bloques de Scratch.

Respecto a las dificultades y obstáculos que presentan los estudiantes tanto en la construcción de expresiones algebraicas como en su interpretación y aplicación, al



emplear estrategias de enseñanza como actividades con lápiz y papel (pruebas, diagnósticos, tareas), cómics, dibujos animados, entrevistas, problemas de palabras y recursos digitales, corresponde con lo mencionado por Vega-Castro et al. (2012) en cuanto a que dichas dificultades se pueden presentar al realizar interpretaciones en ausencia de un conocimiento conceptual. De acuerdo con lo anterior, las estrategias a partir de la visualización, exploración, manipulación e interpretación de diferentes representaciones deben favorecer la construcción de dichas expresiones, donde el uso de las palabras juega un papel relevante al momento de resolver problemas que impliquen la transformación del lenguaje cotidiano a una representación simbólica (Walkington et al., 2015; Warren et al., 2016).

Respecto a los fundamentos teóricos que soportan las estrategias, en la presente revisión se reportan elecciones como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la educación matemática realista; estos buscan favorecer los procesos de enseñanza a través de problemas del mundo real y el desarrollo de habilidades de razonamiento. Sin embargo, en los estudios encontrados no se observa la relación entre el aprendizaje de las expresiones algebraicas y el esfuerzo cognitivo que se requiere, aspecto reportado como fundante en el estudio Kieran (2016). Si bien el ABP y las matemáticas realistas evidencian cierta novedad, se registra convergencia con los fundamentos teóricos como el constructivismo y la perspectiva sociocultural reportada previamente en revisiones temáticas (p. ej. Kieran, 2006).

Por otra parte, la presente revisión ratifica el considerar la estructura como un elemento importante para interpretar expresiones algebraicas y considerar que el significado atribuido por cada persona está mediado por las relaciones que se establecen entre las partes de la expresión, ambos elementos analizados en el estudio de Kieran (2006). De igual

forma, el plantear que la construcción de dichas expresiones implica el reconocimiento de diferentes variables, lo cual es reportado en la literatura como una dificultad por parte de los estudiantes al momento de escribir una expresión algebraica relacionada con un problema (Rüede, 2012; Warren et al., 2016).

Las investigaciones registradas en la revisión de este estudio, coinciden en que uno de los desafíos que existe en relación con la enseñanza de las expresiones algebraicas está vinculado con la capacidad de construir expresiones en lenguaje algebraico a partir del análisis de situaciones cotidianas, donde se reporta el uso de palabras con diversos significados y conceptos matemáticos desconocidos para los estudiantes como dificultades al momento de resolver un problema (Benítez Pérez, 2010; Marquina et al., 2014). Si bien el anterior desafío ratifica lo informado por Kieran (2006) en cuanto a la importancia de reconocer el contexto en las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas, las decisiones al respecto no se identificaron con protagonismo en los 22 artículos; los documentos analizados presentaban mayor énfasis en el apartado teórico.

Por lo tanto, es importante ampliar en futuras investigaciones la influencia de las condiciones contextuales en la elección de las estrategias de enseñanza, de manera que evidencie cómo favorece conocimientos matemáticos para los estudiantes desde su propia realidad (DeWolf et al., 2016; Marquina et al., 2014; Mustafa et al., 2018). En esta línea, uno de los desafíos reportados en esta revisión de literatura se relaciona con la resolución de problemas de palabras que implican la traducción de situaciones problema del lenguaje cotidiano al lenguaje algebraico; la dificultad está relacionada con el uso de palabras polisémicas, comparativas y vocabulario matemático. Por lo tanto, puede considerarse como alternativa el uso de problemas que estén relacionados con personas,



eventos y acciones de la vida cotidiana, de manera que se fomente la creatividad, las habilidades cognitivas y el desarrollo de habilidades orales y escritas (Arevalillo-Herraez et

al., 2017; Lepak et al., 2018; Setiawati et al., 2017; Walkington et al., 2015; Zayyadi et al., 2019).

Conclusiones

El presente estudio tenía como objetivo caracterizar las estrategias que han sido diseñadas para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria y su respectiva fundamentación teórica. Lo anterior, con el deseo de ampliar en información que permita orientar la toma de decisiones de los docentes en la enseñanza de las expresiones algebraicas. Al respecto, se concluye que en el periodo analizado existe una notoria convergencia con revisiones previas en cuanto al uso de recursos como el lenguaje y material tangible, sin embargo, es importante ampliar en experiencias que argumentan las decisiones, oportunidades y desafíos afrontados frente a la integración de recursos digitales. Además, las dificultades y obstáculos que presentan los estudiantes tanto en la construcción de expresiones algebraicas como en su interpretación y aplicación parecen mantenerse en el tiempo, al respecto revisiones temáticas (p. ej. Kieran, 2006) informan que esta situación posiblemente puede ser atendida al considerar las oportunidades educativas que brindan los recursos digitales.

Respecto a los fundamentos teóricos que soportan las estrategias, se concluye que existe una apertura a alternativas que buscan favorecer los procesos de enseñanza a través de problemas del mundo real como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y la educación matemática realista, sin que ello implique que apuestas relacionadas con el constructivismo y la perspectiva sociocultural no se retomen regularmente. Por otro lado, la presente revisión ratifica que en las decisiones docentes la estructura es un elemento importante considerado en la interpretación de expresiones algebraicas y considerar que el significado atribuido por cada persona está mediado por las relaciones que se establecen entre las partes de la expresión. Finalmente, es importante reconocer que, si bien se consideraron bases de datos relevantes y reconocidas por sus procesos de revisión, la presente investigación tiene como limitante un énfasis en Latinoamérica y las conclusiones deben ser generalizadas con prudencia.

Referencias

- Anijovich, R., y Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza otra mirada al quehacer en el aula*. Editorial Aique.
- Apsari, R. A., Putri, R. I. I., Sariyasa, Abels, M., y Prayitno, S. (2020). Geometry representation to develop algebraic thinking: A recommendation for a pattern investigation in pre-algebra class. *Journal on Mathematics Education, 11*(1), 45-58. <https://doi.org/10.22342/jme.11.1.9535.45-58>
- Arevalillo-Herraez, M., Arnau, D., Ferri, F. J., y Santos, O. C. (2017). GUI-driven Intelligent Tutoring System with affective support to help learning the algebraic method. *2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC*, 2867-2872. <https://doi.org/10.1109/SMC.2017.8123062>
- Benítez Pérez, A. (2010). Estudio numérico de la gráfica para construir su expresión algebraica: El caso de los polinomios de grado 2 y 3. *Educación matemática, 22*(1), 5-29.
- Boles, K., Macedo, L., Proctor, C., y Blikstein, P. (2018). Manipul8: An interactive experience to inspire pattern-based algebraic thinking and representational fluency. *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*, 501-504. <https://doi.org/10.1145/3202185.3210763>



- Carmona-Mesa, J. A., Flores Salazar, J. V., y Villa-Ochoa, J. A. (2018). Uso de calculadoras simples y videojuegos en un curso de formación de profesores. *Uni-Pluriversidad*, 18(1), 13-24. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.18.1.02>
- Castillo, M., y Gamboa, R. (2013). Desafíos de la educación en la sociedad actual. *Diálogos Educativos*, 12(24), 55-69.
- Demo, G. B. (2010). From mini rover programs to algebraic expressions. *10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2010.95>
- DeWolf, M., Bassok, M., y Holyoak, K. J. (2016). A set for relational reasoning: Facilitation of algebraic modeling by a fraction task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 152, 351-366. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.06.016>
- García-Lastra, M. (2013). Educar en la sociedad contemporánea. Hacia un nuevo escenario educativo. *Convergencia*, 20(62), 199-220.
- Gasco-Txabarri, J. (2017). La resolución de problemas aritmético - algebraicos y las estrategias de aprendizaje en matemáticas. Un estudio en educación secundaria obligatoria (ESO). *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 20(2), 1-24. <https://doi.org/10.12802/relime.17.2022>
- Grant, M. J., y Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26, 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Guirao, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene*, 9(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- Hadjerrouit, S. (2011). Using the interactive learning environment aplusix for teaching and learning school algebra: A research experiment in a middle school. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 384-389.
- Hidayah, I. N., y Fathimatuz Zahra. (2019). Development of Math Comic Learning Media on the Subject of Algebraic Expressions for Seventh Grade of Junior High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*. Jupri, A., Usdiyana, D., y Sispiyati, R. (2019). Designing an algebra learning sequence: The case of operations on algebraic expressions. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/4/042038>
- Jupri, A., Drijvers, P., y van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014). Difficulties in initial algebra learning in Indonesia. *Mathematics Education Research Journal*, 26, 683-710. <https://doi.org/10.1007/s13394-013-0097-0>
- Kieran, C. (2016). Cognitive neuroscience and algebra: Challenging some traditional beliefs. En *And the Rest is Just Algebra* (pp. 157-172). https://doi.org/10.1007/978-3-319-45053-7_9
- Kieran, C. (2006). Research on the learning and teaching of algebra. In A. Gutiérrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 11-50). Sense Publishers
- Laborde, C., Brady, C., Dalton, S., Siller, H.-S., Michal, T., Trgalova, J., y Moreno-Armella, L. (2016). Uses of Technology in Upper Secondary Mathematics Education. En *Uses of Technology in Upper Secondary Mathematics Education*.
- Lepak, J. R., Wernet, J. L. W., y Ayieko, R. A. (2018). Capturing and characterizing students' strategic algebraic reasoning through cognitively demanding tasks with focus on representations. *Journal of Mathematical Behavior*, 50, 57-73. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.01.003>
- López, A. (2010). Interpretación de estudiantes de bachillerato sobre la identidad de la variable en expresiones algebraicas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4), 161-176.
- Malara, N. A. (2012). Processi di generalizzazione nell'insegnamento/apprendimento dell'algebra. *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, 4(4), 13-35. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15160/2038-1034/570>
- Marquina, J., Moreno, G., y Acevedo, A. (2014). Transformación del lenguaje natural al lenguaje algebraico en educación media general. *Educere, Investigación Arbitrada*, 18(59), 119-132.
- Muchoko, C., Jupri, A., y Prabawanto, S. (2019). Algebraic visualization difficulties of students in junior high school.



- Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032108>
- Mustaffa, N., Said, M., Ismail, Z., y Tasir, Z. (2018). *Framework of integrating algebraic thinking in problem-based learning via online environment for school students*. 372-378. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615390>
- Popayán, Y., y Castillo, V. (2017). Situación didáctica y enseñanza del pensamiento variacional. *Educere*, 21(70), 571-579.
- Rüede, C. (2012). Strukturieren eines algebraischen Ausdrucks als Herstellen von Bezügen. *Journal fur Mathematik-Didaktik*, 33(1), 113-141. <https://doi.org/10.1007/s13138-012-0034-x>
- Sánchez Barbero, B., Calatayud, M., y Chamoso, J. M. . (2019). Análisis de la interacción de maestros cuando resuelven problemas realistas conjuntamente con sus alumnos en aulas de primaria, teniendo en cuenta su experiencia docente. *Uni-Pluriversidad*, 19(2), 40–59. <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.19.2.03>
- Sánchez, F. (2016). ABP como estrategia para desarrollar el pensamiento lógico matemático en alumnos de educación secundaria. *Sophía, colección de Filosofía de la Educación*, 2(21), 209-224. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.09>
- Şengül, S., y Üner, I. (2010). What is the impact of the teaching «Algebraic Expressions and Equations» topic with concept cartoons on the students' logical thinking abilities? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5441-5445. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.887>
- Serna, T., Cardona, E., y Carmona-Mesa, J. A. (2021). Propuesta para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria mediante la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico integrando la tecnología digital Scratch. En E. Serna (Ed.), *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI (4a ed.) (Vol. I)* (pp. 452–470). Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación.
- Setiawati, S., Herman, T., y Jupri, A. (2017). Investigating middle school students' difficulties in mathematical literacy problems level 1 and 2. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012063>
- Socas, M. (2011). La enseñanza del Álgebra en la Educación Obligatoria. Aportaciones de la investigación. *NÚMEROS, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 5-34. Recuperado de <http://www.sinewton.org/numeros>
- Tabach, M., y Friedlander, A. (2017). Algebraic procedures and creative thinking. *ZDM - Mathematics Education*, 49(1), 53-63. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0803-y>
- Villa-Ochoa, J. A., y Suárez-Téllez, L. (2021). Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry for Mathematical Thinking. In: M. Danesi (Ed.), *Handbook of Cognitive Mathematics* (pp. 1–27). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44982-7_36-1
- Vega-Castro, D., Molina, M., y Castro, E. (2012). Sentido estructural de estudiantes de bachillerato en tareas de simplificación de fracciones algebraicas que involucran igualdades notables. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 15(2), 233-258.
- Warren E., Trigueros M., Ursini S. (2016) Research on the Learning and Teaching of Algebra. In: Gutiérrez Á., Leder G.C., Boero P. (eds) *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-561-6_3
- Walkington, C., Clinton, V., Ritter, S. N., y Nathan, M. J. (2015). How readability and topic incidence relate to performance on mathematics story problems in computer-based curricula. *Journal of Educational Psychology*, 107(4), 1051-1074. <https://doi.org/10.1037/edu0000036>
- Wilkie, K. J. (2016). Students' use of variables and multiple representations in generalizing functional relationships prior to secondary school. *Educational Studies in Mathematics*, (93), 333-361. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9703-x>
- Zayyadi, M., Nusantara, T., Subanji, Hidayanto, E., y Sulandra, I. M. (2019). A commognitive framework: The process of solving mathematical problems of middle school students. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(2), 89-102. <https://doi.org/10.26803/ijlter.18.2.7>

