



Enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria a partir del lenguaje cotidiano y de la tecnología digital Scratch

Eliana Isabel Cardona Cortés

Tatiana María Serna Agudelo

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Educación

Asesor

Jaime Andrés Carmona Mesa, Magíster (MSc) en Educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Maestría en Educación

Medellín, Antioquia, Colombia

2021

Cita	(Cardona Cortés & Serna Agudelo, 2021)
Referencia	Cardona Cortés, E., & Serna Agudelo, T. (2021). <i>Enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria a partir del lenguaje cotidiano y de la tecnología digital Scratch</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Maestría en Educación, Cohorte V.

Grupo de Investigación Formación e Investigación en Educación Matemática (MATHEMA).

Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Wilson Antonio Bolívar Buriticá.

Jefe departamento: Ruth Elena Quiroz Posada

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

“El agradecimiento es la memoria del corazón”.

Lao Tsé

Agradecemos a cada una de las personas que se hicieron partícipes para que este proyecto llegara a feliz término.

Damos gracias a Dios por el regalo de la vida y por permitirnos alcanzar nuestras metas por medio de nuestra vocación, ser docentes.

A nuestros padres y familiares, quienes fueron un apoyo y motivación diaria en este camino.

A nuestro asesor Jaime Andrés Carmona Mesa, Magíster en Educación, quien con su acompañamiento incondicional no nos permitió desfallecer.

Al grupo de investigación MATHEMA, por abrirnos las puertas y acompañar nuestro proceso formativo.

A la Institución Educativa, por permitirnos llevar a cabo nuestro trabajo de investigación.

A cada uno(a) de los(as) estudiantes del grado 8° que fueron partícipes en la investigación, agradecemos su compromiso, dedicación y entrega.

A la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, por brindarnos elementos valiosos en nuestro quehacer docente.

A nuestros amigos, quienes siempre estuvieron prestos a ayudarnos.

En fin, mil gracias a cada una de las personas que aportaron para el desarrollo de nuestro trabajo, sin su presencia no hubiese sido posible lograr nuestro objetivo.

¡Muchas gracias!

Tabla de contenido

Introducción	1
Capítulo 1	3
Planteamiento del problema	3
1.1 Objetivos	6
1.1.1 Objetivo General.....	6
1.1.2 Objetivos específicos	6
Capítulo 2	8
Marco teórico	8
2.1 Expresiones algebraicas	8
2.2 Las expresiones algebraicas, entre el lenguaje cotidiano y formal	9
2.3 Estrategias para la enseñanza de las expresiones algebraicas	11
2.3.1 Recursos para la enseñanza de las expresiones algebraicas a partir del lenguaje.....	11
2.3.2 Recursos concretos para la enseñanza de las expresiones algebraicas	12
2.3.3 Recursos digitales para la enseñanza de las expresiones algebraicas	13
2.4 Integración de tecnología en estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas	14
Capítulo 3	17
Metodología	17
3.1 Intervención.....	20
Capítulo 4	26
Análisis de datos y resultados	26
4.1 Asociaciones entre lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas	26
4.2 Papel de la tecnología digital Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas	33

4.2.1 Relaciones establecidas a partir de Scratch entre las representaciones numéricas, algebraicas y gráficas en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas	33
4.2.2 Procesos de retroalimentación e interacciones favorecidas por Scratch en las asociaciones del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas.....	38
4.2.3 Potencialidades y limitaciones del Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas	43
Capítulo 5	50
Conclusiones	50
Capítulo 6	51
Recomendaciones.....	51
Referencias	53
Anexos.....	59
Anexo 1: Preguntas entrevista semiestructurada.....	59
Anexo 2: Consentimiento informado	60
Anexo 3: Formato de evidencias	62
Anexo 4: Desafíos	65

Lista de tablas

Tabla 1. Categorías de análisis	198
Tabla 2. Síntesis de la propuesta de intervención	232
Tabla 3. Síntesis niveles de asociación	265
Tabla 4. Diálogo sostenido durante el encuentro #5	409
Tabla 5. Respuestas dadas por los estudiantes durante la entrevista.....	432

Lista de figuras

Figura 1. Respuesta dada por E3 al desafío 1 (encuentro #3).....	276
Figura 2. Respuestas encuentro #4.....	298
Figura 3. Respuestas desafío 2 (encuentro #3).....	310
Figura 4. Respuesta dada por E2 al desafío 2 (encuentro #3).....	321
Figura 5. Respuesta dada por E2 (encuentro #4)	321
Figura 6. Programación por bloques construida por E1	343
Figura 7. Interfaz de la animación de E1	354
Figura 8. Animación propuesta a los estudiantes, encuentro #2	365
Figura 9. Programación por bloques correspondiente a la pregunta realizada por la investigadora	376
Figura 10. Modificación de animación construida por los estudiantes	465
Figura 11. Animación construida por E1	487

Resumen

El álgebra ha sido señalada como un área que involucra diferentes habilidades del pensamiento matemático y su enseñanza en muchas ocasiones se ha dado de forma descontextualizada, lo cual hace que sea considerada de mayor dificultad en el sistema escolar y, por ende, limita a los estudiantes en la asociación de expresiones del lenguaje cotidiano y del lenguaje algebraico. Por esta razón, el presente trabajo de investigación analiza el diseño e implementación de una estrategia de enseñanza que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas en estudiantes de grado octavo, por medio de la integración de tecnología, al emplear recursos digitales como Scratch.

Este trabajo se fundamenta en una investigación cualitativa como práctica interpretativa, a partir de un estudio de caso y de la recolección de datos desde múltiples fuentes de información como observaciones, producción manuscrita (física y digital) de los estudiantes y entrevistas. Estas fuentes se analizan por medio de la categorización, codificación, triangulación de la información y análisis de documentos. Los resultados del estudio permiten concluir que las múltiples representaciones que posibilita el uso del recurso digital Scratch y las retroalimentaciones dadas entre estudiante-estudiante y estudiante-docente favorecen la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico.

Palabras clave: estrategias de enseñanza, expresiones algebraicas, educación secundaria, recursos digitales, Scratch, lenguaje cotidiano, lenguaje algebraico.

Abstract

Algebra has been identified as an area that involves different mathematical thinking skills, and many times it has been taught in a decontextualized way. For that reason, it is considered harder in the school system, and subsequently, as limiting students in the association between expressions of everyday language and those of algebraic language. Therefore, this research analyzes the design and implementation of a teaching strategy that favors the association between everyday language and algebraic expressions in eighth-grade students by integrating technology when Scratch as a digital resource is used.

This study is grounded in a qualitative research as interpretive practice based on a case study and data collection from multiple sources of information such as observation, students handwritten production (physical and digital), and interviews. These sources are analyzed by using the categorization, coding, triangulation of information and document analysis. Study results allowed to conclude that the association between everyday language and algebraic language is promoted due to multiple representations provided by the digital resource Scratch and the feedback given between student-student and student-teacher.

Keywords: teaching strategies, algebraic expressions, secondary education, digital resources, Scratch, everyday language, algebraic language.

Introducción

El álgebra ha sido señalada como una de las áreas de mayor dificultad en el sistema escolar porque involucra diferentes habilidades del pensamiento matemático y, en ocasiones, su enseñanza se da de forma descontextualizada. Este aspecto limita a los estudiantes cuando asocian una expresión del lenguaje cotidiano y del lenguaje algebraico, situación que coarta su desarrollo de competencias, habilidades o conocimientos necesarios para relacionar situaciones de su cotidianidad con las matemáticas. Por lo cual, la presente investigación propone analizar la implementación de una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico, por medio de estrategias que integran tecnologías digitales como Scratch.

Este trabajo se fundamenta en una investigación cualitativa como práctica interpretativa que permite visualizar los significados que constituyen a los sujetos y sus contextos, en particular, un estudio de caso que dispone de diversas fuentes para el registro de datos como observaciones, producción manuscrita (física y digital) de los estudiantes y entrevistas. Estas fuentes se analizan por medio de la categorización, codificación, triangulación de la información y análisis de documentos. Para este trabajo de investigación se ha construido e implementado una estrategia de enseñanza que integra tecnología digital, específicamente Scratch, en una propuesta que favorezca asociaciones del lenguaje cotidiano con las expresiones algebraicas por parte de estudiantes de grado octavo. La enseñanza de esta temática en la educación colombiana tiene un papel relevante en el desarrollo del pensamiento variacional y los sistemas algebraicos y analíticos.

Los resultados del presente trabajo de investigación están dados a partir de dos categorías denominadas: *asociaciones entre lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas* y *el papel de la tecnología digital Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas*. Con respecto a los resultados, se identificaron cuatro tipos de asociaciones que permiten afirmar que existe un vínculo entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico, en el que el lenguaje juega un papel fundamental en la asociación que el estudiante establece; por otro lado, se reporta que Scratch como recurso digital en la enseñanza de las expresiones algebraicas permite visualizar situaciones por medio de diferentes representaciones que, mediante la programación por bloques, favorecen la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas.

Este trabajo está organizado en seis capítulos los cuales presentan los elementos que hacen parte de esta investigación. En el primer capítulo se encuentra el planteamiento del problema, donde se indican los aspectos que llevaron a la formulación de la pregunta de investigación y los objetivos que orientaron el diseño e implementación de la estrategia de enseñanza. En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, donde se describen referentes relacionados con las expresiones algebraicas, el lenguaje cotidiano y formal, las estrategias para la enseñanza de las expresiones algebraicas y la integración de tecnología como recurso en la enseñanza de las expresiones algebraicas.

En el tercer capítulo, correspondiente a la fundamentación metodológica, se presenta la metodología de investigación y la propuesta de intervención de la estrategia de enseñanza, además de dar a conocer el tipo de investigación, el contexto en el que se desarrolla y los instrumentos de recolección y análisis de la información. En el cuarto capítulo se analizan y discuten los resultados obtenidos al implementar la estrategia de enseñanza, en relación con los objetivos de la investigación y del marco teórico en el que se fundamenta. En el quinto capítulo se presentan las conclusiones de acuerdo con el análisis de los resultados. En el sexto capítulo se dan a conocer algunas recomendaciones para tener en cuenta en futuras investigaciones y durante el desarrollo de la propuesta en otros contextos. Para finalizar, se presentan las referencias que fundamentan el presente trabajo y anexos que se relacionan con los instrumentos empleados durante el desarrollo de la propuesta.

Capítulo 1

Planteamiento del problema

La investigación en Educación Matemática reporta la necesidad de emplear diversas estrategias de enseñanza que favorezcan el desarrollo de habilidades cognitivas y de pensamiento abstracto para la solución de situaciones problema relacionadas con la vida cotidiana (Schoenfeld, 2016), al tiempo que se consideren las características y necesidades específicas de los estudiantes (Sánchez, 2016). Al tener en cuenta que la cultura se constituye y transforma dependiendo de las interacciones e intereses de las personas, es necesario resaltar el contexto en el desarrollo de habilidades y conocimientos, al considerar que la matemática se encuentra inmersa en cada cultura a partir de las particularidades, costumbres, formas y recursos que utiliza para comunicarse y expresarse (Radford, 2016, 2017).

Estudiar el contexto en Educación Matemática permite identificar la necesidad de implementar estrategias de enseñanza donde el estudiante tenga la posibilidad de reconstruir, argumentar y socializar conceptos y propiedades matemáticas mientras se propicia una mediación de las interacciones del estudiante con la cultura en la cual está inmerso (Malara, 2012). De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2002), estas estrategias de enseñanza han de enmarcarse en un proceso orientado a la adquisición de habilidades y destrezas que respondan a diferentes demandas globales y nacionales, como una educación para todos, la diversidad y la interculturalidad.

En coherencia, es necesario que las estrategias de enseñanza involucren procesos cognitivos que le permitan al estudiante comprender, analizar, plantear y solucionar diversas situaciones problema de la cotidianidad, por medio de procesos de pensamiento matemático como la exploración de casos y ejemplos, la formulación de conjeturas e hipótesis, la generalización de conceptos o reglas y la argumentación (MEN, 1998). Dichos procesos de pensamiento se pueden dar de forma amplia en el aprendizaje del lenguaje algebraico, en el cual se presentan los conceptos de variables, ecuaciones, gráficas y expresiones algebraicas que se emplean para la representación y solución de situaciones de la vida diaria.

En la educación colombiana se plantea la enseñanza de las expresiones algebraicas como un elemento esencial para el desarrollo del pensamiento variacional y los sistemas algebraicos y analíticos; esto se puede evidenciar en diferentes áreas del conocimiento y contenidos de

matemáticas en la educación secundaria y media donde se usan para el planteamiento de ciertas situaciones. En este contexto, investigaciones señalan que los estudiantes poseen una concepción del álgebra exclusivamente procedimental, se presenta un desconocimiento en el uso de las variables y de significado en situaciones problema y hace falta un conocimiento conceptual que apoye dichos procedimientos (Vega-Castro, Molina y Castro 2012, Ordóñez-Ortega, Gualdrón-Pinto, y Germán Amaya-Franky, 2019).

El álgebra en las matemáticas posee un papel referencial. Al respecto, Socas (2011) considera la enseñanza de las expresiones algebraicas desde sus múltiples facetas donde se involucran elementos como el lenguaje y los procesos de pensamiento algebraico, de tal manera que se favorezca en los estudiantes dichas habilidades para enfrentarse a los problemas actuales de una sociedad que está cambiando de manera constante (Castillo y Gamboa, 2013; García-Lastra, 2013). En este sentido, se da relevancia a la enseñanza del álgebra desde la vida cotidiana en el grado octavo (en el sistema educativo de Colombia), pues en este grado se comienza a enfatizar en las expresiones algebraicas que son determinantes para los grados posteriores.

En esta misma línea, Ordóñez-Ortega et al. (2019) señalan que “las expresiones algebraicas tienen su papel preponderante en el aprendizaje de las matemáticas escolares, en la medida que se establezcan relaciones entre unas y otras; estas relaciones pueden ser: operaciones entre expresiones algebraicas, transformaciones, representaciones, planteamiento de ecuaciones e inecuaciones” (p. 351). Esta idea se refleja en los derechos básicos de aprendizaje, al señalar que un estudiante al finalizar el grado octavo “propone, compara y usa procedimientos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas en diversas situaciones o contextos” (MEN, 2016, p. 63).

A pesar de reconocerse la importancia y potencial de la enseñanza del álgebra en el sistema escolar, se registra la necesidad de ampliar en investigaciones sobre aspectos como el esfuerzo cognitivo que se demanda, la interpretación y construcción de expresiones algebraicas por parte de los estudiantes y el significado que adquieren las letras en la solución de una situación problema (Demo, 2010; DeWolf, Bassok y Holyoak, 2016; Kieran, 2016; Macgregor y Stacey, 1997; Ordóñez-Ortega et al., 2019; Van Stiphout, Drijvers y Gravemeijer, 2013; Wilkie, 2016; Zayyadi, Nusantara, Subanji, Hidayanto y Sulandra, 2019). Al respecto, Kieran (2016) señala que el aprendizaje del álgebra requiere un esfuerzo cognitivo centrado en la atención, derivado posiblemente de las múltiples representaciones y relaciones simultáneas que el álgebra demanda

(Ordóñez-Ortega et al., 2019); lo cual se evidencia en su estudio mediante la activación de diferentes áreas cerebrales.

Por su parte, Macgregor y Stacey (1997) reportan que los estudiantes limitan las interpretaciones de las expresiones algebraicas a la intuición y no logran representar una situación a partir de la construcción de una expresión algebraica, como consecuencia de asumir que las letras en las expresiones simbolizan palabras y no números. Estas interpretaciones pueden provenir de la ausencia de un conocimiento conceptual que permita ir más allá de lo procedimental y considerar el uso de las variables con significados en situaciones concretas (Vega-Castro, Molina y Castro 2012); es decir, una asociación del lenguaje cotidiano con el algebraico. De igual forma, Kieran (2006) destaca que los estudiantes construyen más fácil una ecuación que una expresión algebraica, afirmación corroborada por la investigación de Wagner, Rachlin y Jensen (1984), “who noted that students tried to add “= 0” to any expression they were asked to simplify” (p.14). Además, Muchoko, Jupri y Prabawanto (2019) y Zayyadi et al. (2019) resaltan la necesidad de buscar estrategias y alternativas para fomentar el pensamiento algebraico que reconozcan los desafíos de su enseñanza reportados por las diferentes investigaciones.

Reflexionar sobre el tipo de estrategias lleva a pensar una enseñanza de las expresiones algebraicas en donde el estudiante alcance de forma gradual múltiples representaciones y relaciones, que permitan una asociación del lenguaje cotidiano con el lenguaje algebraico (Ordóñez-Ortega et al., 2019). Al respecto, algunos autores plantean que los desafíos implícitos en las múltiples relaciones y representaciones en la enseñanza del álgebra se pueden alcanzar por medio de la integración de tecnología, al favorecer la reflexión y el debate de situaciones en diversos contextos relacionados con las expresiones algebraicas que permitan trascender lo procedimental; en particular, se destacan los diseños dinámicos, interesantes y motivadores de la tecnología que fomentan tanto una actitud positiva como la enseñanza del álgebra (Hanč, Lukáč, Sekerák y Šveda, 2011; Warren, Trigueros y Ursini, 2016).

Los antecedentes que se hallaron en la literatura y se presentaron de forma previa evidencian que, a pesar de la importancia y el potencial de la enseñanza del álgebra, existe la necesidad de ampliar la investigación acerca de la enseñanza de las expresiones algebraicas en términos de sus representaciones y la asociación del lenguaje cotidiano con el algebraico, aspecto que también se destaca como una problemática en el contexto colombiano (Ordóñez-Ortega et al., 2019; Vega-Castro et al., 2012). Además, y a pesar de encontrar investigaciones que contribuyen al objeto de

estudio propuesto en esta investigación, aún se encuentran preguntas abiertas relacionadas con la implementación de estrategias. En particular, para esta investigación, la tecnología se considera como una alternativa con posibilidades para atender los desafíos registrados en la enseñanza del álgebra (Jupri, Drijvers y Van den Heuvel-Panhuizen, 2014), no obstante, se reconoce la ausencia de precisión en relación con el tipo de tecnología y la estrategia de integración que se requiere para lograr atender estos desafíos (Warren et al., 2016).

En consecuencia, la presente investigación busca comprender algunos factores de la tecnología digital Scratch que pueden influir en la asociación del lenguaje cotidiano con las expresiones algebraicas en educación secundaria (específicamente en el grado octavo). Por lo tanto, el presente trabajo está orientado a responder la pregunta de investigación: ¿Cuál es el aporte de una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Analizar el aporte de una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch.

1.1.2 Objetivos específicos

Delimitar las estrategias reportadas en la literatura como relevantes para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria.

Identificar el papel de la tecnología como recurso que favorece la asociación del lenguaje cotidiano con el algebraico en la enseñanza de las expresiones algebraicas.

Diseñar e implementar una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch.

Analizar las producciones de los estudiantes de grado octavo, durante su participación en la implementación de la propuesta.

Capítulo 2

Marco teórico

Este apartado hace alusión a la fundamentación teórica que apoya la presente investigación. De forma específica se establecen los referentes que reporta la literatura en relación con las expresiones algebraicas, el lenguaje cotidiano, las estrategias para la enseñanza de las expresiones algebraicas y el papel de la tecnología en estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas.

2.1 Expresiones algebraicas

El álgebra se presenta como un sistema del pensamiento variacional, mediante el cual es posible representar y describir fenómenos de variación y cambio donde se hace uso de diferentes elementos como variables, parámetros, constantes, términos, entre otros (MEN, 2002). Es así como el álgebra favorece la construcción, comprensión e interpretación de relaciones abstractas al constituirse en una herramienta que permite modelar situaciones que involucran el uso de la variable y sus diferentes significados en las expresiones algebraicas -igualdad, ecuación, función, entre otras- (DeWolf et al., 2016; MEN, 1998).

En la literatura es posible encontrar diferentes enfoques del concepto de expresión algebraica. En particular, el presente escrito desarrolla las concepciones en las que se plantea como una combinación de letras y números relacionadas por medio de las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división, potenciación y radicación), de tal manera que se asume como una estructura de símbolos que permite establecer valores para características específicas de una situación por analizar (Ordóñez-Ortega et al., 2019; Seng, 2010). En este sentido, la expresión algebraica involucra cantidades que se expresan mediante variables, constantes y signos operativos (Seng, 2010).

Las expresiones algebraicas se abordan en la perspectiva propuesta por Stacey y MacGregor (1999), quienes las caracterizan operacional y estructuralmente, donde dichas caracterizaciones son complementarias al considerar que lo operacional hace referencia a los procesos y precede a lo estructural (Sfard y Linchevski, 1994); y el aspecto procesal y el aspecto estructural, donde el primero refiere a los procedimientos aritméticos en las expresiones algebraicas que dan como resultado un valor numérico (Kieran, 1992). Por otra parte, la estructura de una expresión

algebraica juega un papel fundamental en su comprensión y manipulación; su naturaleza abstracta hace necesario tener en cuenta aspectos como la sintaxis a través del orden de las operaciones. La sintaxis puede ocasionar interpretaciones confusas sino se describen las relaciones entre las variables y las constantes (Koedinger, Alibali, y Nathan, 2008).

Al establecer relaciones entre estructuras simbólicas, las expresiones algebraicas cumplen un papel relevante, ya que dichas estructuras adquieren sentido en la medida en que se evidencian en ellas relaciones como “igual que”, “menor que”, de manera que puedan considerarse una generalización del número (Rojas, Rodríguez, Romero y Mora, 1999). Las expresiones algebraicas son necesarias en diferentes conceptos de las matemáticas al poseer vínculos con funciones, ecuaciones y desigualdades (Sfard y Linchevski, 1994); lo cual las convierte en un referente en la enseñanza de las matemáticas en el contexto escolar. Lo anterior se evidencia en la construcción de relaciones abstractas que tienen sentido en el conocimiento conceptual y procedimental, por medio del lenguaje algebraico y la interpretación del mismo (DeWolf et al., 2016; Hidayah y Fathimatuzzahra, 2019; Ordóñez-Ortega et al., 2019; Vega-Castro et al., 2012).

En el contexto escolar, el lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico desempeñan una función como mediadores de la comunicación (Rojas et al., 1999), dado que el docente orienta los procesos de enseñanza y aprendizaje del álgebra a partir de la contextualización conceptual del uso de la letra, por lo tanto, la interpretación que realice el estudiante comparte significados con la interpretación del docente (Rojas et al., 1999). De acuerdo con lo anterior, el lenguaje entendido como una forma de representación permite transformar acciones en objetos abstractos (Cobb, Yackel y McClain, 2000). Esto constituye un elemento esencial para el aprendizaje del álgebra, en particular, de las expresiones algebraicas, dado que favorece o limita los procesos escolares al ser un medio de representación y comunicación entre estudiantes y docentes (Lager, 2006).

2.2 Las expresiones algebraicas, entre el lenguaje cotidiano y formal

En el presente trabajo se denomina lenguaje cotidiano a las diferentes variaciones registradas en la literatura como lenguaje natural, lenguaje común y lenguaje ordinario, los cuales difieren en denominación, pero mantienen el mismo significado. De igual forma, se equipara el lenguaje formal y el lenguaje algebraico; en particular, el lenguaje algebraico evoca las expresiones algebraicas.

Entre la matemática y el lenguaje se presenta una relación en la enseñanza y el aprendizaje del álgebra, donde es necesario considerar la relación del lenguaje cotidiano con el lenguaje algebraico; esta relación se ha visto desligada al considerar que el primero es vago y ambiguo, mientras que el segundo es preciso e inequívoco (Lager, 2006). Además, es importante considerar que el lenguaje cotidiano es el primer lenguaje que el ser humano aprende y es un medio de comunicación, lo cual significa que se aprende antes del lenguaje algebraico y a través de la interacción con otros (Koedinger et al., 2008). Por ello, algunos autores lo reconocen como informal y que no posee la rigurosidad de otros lenguajes simbólicos como el álgebra, para este trabajo en particular las expresiones algebraicas (Koedinger et al., 2008).

La relación del lenguaje cotidiano y algebraico se ha visto desligada por las diferentes concepciones que tienen los docentes y estudiantes, ya que se cree que todo lo expresado en palabras puede representarse por medio de expresiones algebraicas, pero no se consideran elementos como la secuencia temporal y las reglas formales de las operaciones (Stacey y MacGregor, 1997). Por tanto, se ocasiona un uso erróneo de algunos conceptos y la falsa creencia de que la enseñanza y el aprendizaje del álgebra no guardan relación con el uso del lenguaje (Lager, 2006; Rojas et al., 1999). Esto se observa en algunas situaciones del lenguaje cotidiano, por ejemplo, variables cualitativas como colores, preferencias, género, entre otras, que no pueden ser descritas en el lenguaje matemático por medio de expresiones algebraicas, dado que el lenguaje matemático es polisémico, contextual y depende de la interpretación y representación que cada persona hace del entorno (García, 2015).

En la enseñanza del álgebra no debe desconocerse el significado de los conceptos matemáticos que el estudiante posee a partir del lenguaje cotidiano, ya que es fundamental como herramienta de comunicación de ideas abstractas (Socas, Camacho y Hernández, 1998). Lo anterior permite vincular situaciones reales que involucren cantidades y relaciones entre ellas, sin desconocer que el lenguaje algebraico posee una semántica y sintaxis propias que lo diferencian del lenguaje cotidiano (Rojas et al., 1999). La relación entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico se debe reconocer en las estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas con la intención de fortalecer una comprensión conceptual de las variables y el papel que juega el contexto, al hacer énfasis en los diferentes usos de los símbolos literales en álgebra (Philipp, 2015).

2.3 Estrategias para la enseñanza de las expresiones algebraicas¹

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). Dichas estrategias en la enseñanza de la matemática pueden estar enfocadas a partir de tres aspectos: emplear la matemática como herramienta para resolver problemas cotidianos, adquirir habilidades para solucionar problemas nuevos y crear una matemática novedosa a través de la aplicación de modelos conocidos en situaciones nuevas (Gutiérrez (2000) citado en Ordóñez-Ortega et al., 2019).

En particular, la presente investigación tiene como uno de sus objetivos reconocer las estrategias reportadas para la enseñanza de las expresiones algebraicas donde se ha dado relevancia a aquellas estrategias que han sido diseñadas o implementadas para la educación secundaria. Al respecto, se identificaron estrategias relacionadas con *recursos mediados por el lenguaje*, como la comunicación verbal y escrita; *recursos concretos*, 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.

2.3.1 Recursos para la enseñanza de las expresiones algebraicas a partir del lenguaje

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 resolución de una expresión algebraica por medio del discurso, donde se evidencian las diversas soluciones a planteamientos que se pueden

¹ Este apartado corresponde a una síntesis de un estudio complementario denominado “una revisión de literatura sobre estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria”, que delimita como objetivo caracterizar las estrategias que han sido diseñadas para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria y se desarrolla como una revisión crítica de literatura. Por lo tanto, al delimitar procedimientos metodológicos particulares articulados al problema de interés específico, la revisión no se incorpora en su totalidad al trabajo por la forma y estructura en la que se realiza; el artículo se encuentra en evaluación en la Revista Educación Matemática.

dar de forma individual (Rüede, 2012). De la misma forma, 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 construcción de problemas (Tabach y Friedlander, 2017).

Las habilidades comunicativas son necesarias para que el estudiante construya e identifique relaciones a partir de representaciones visuales y escritas en la solución de diferentes situaciones problema. Dichas habilidades son consideradas en las 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).

2.3.2 Recursos concretos para la enseñanza de las expresiones algebraicas

Los recursos que se emplean en la enseñanza de las expresiones algebraicas evidencian que las actividades con lápiz y papel son frecuentes. Entre ellos se encuentran las 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, Wernet y Ayieko, 2018). Las pruebas de lápiz y papel son diseñadas 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 prueba y no para su formación integral (Marquina, Moreno y Acevedo, 2014; Wilkie, 2016).

En esta línea, se encuentran actividades con lápiz y papel correspondientes a diferentes tareas y cuestionarios donde los estudiantes emplearon procedimientos y propiedades matemáticas, en las cuales se 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, Bassok y Holyoak, 2016; Gasco-Txabarri, 2017; Jupri, Drijvers y van den Heuvel-Panhuizen, 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, Said, Ismail y Tasir, 2018).

Dentro de las diferentes decisiones que toma el docente con propósitos formativos, 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, desde la generalización de patrones (Apsari, Putri, Sariyasa, Abels y Prayitno, 2020; López, 2010; Wilkie, 2016). Por otro lado, aunque los estudiantes son capaces de construir expresiones algebraicas, se reporta que no tienen claridad acerca del papel que cumplen las letras en estas, dado que en ocasiones 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 cómics y dibujos animados como alternativa para la comprensión de 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 Fathimatuzzahra, 2019; Şengül y Üner, 2010). Una de estas investigaciones presenta los cómics para el estudio de las expresiones algebraicas y sus operaciones en el mundo real, los cuales son presentados en forma de historia de la vida diaria de personajes a través de la construcción por parte de los estudiantes partícipes de la investigación de dos libros en blanco y negro (Hidayah y Fathimatuzzahra, 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).

2.3.3 Recursos digitales para la enseñanza de las expresiones algebraicas

Los recursos digitales pueden orientar el proceso de enseñanza de las expresiones algebraicas mediante el 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 evidencia que dichas representaciones favorecen la identificación de la relación entre las variables involucradas en la construcción de las expresiones algebraicas (Benítez Pérez, 2010). Por último, se halla una investigación en la que se emplea un programa denominado Cognitive Tutor Algebra, que plantea la resolución de problemas por medio 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. La investigación concluye 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, Clinton, Ritter, y Nathan, 2015).

A pesar de encontrar investigaciones en la literatura que contribuyen al objeto de estudio propuesto en esta investigación, aún existen preguntas abiertas relacionadas no sólo con las estrategias de enseñanza que se han desarrollado e implementado, sino con las dificultades que presentan los estudiantes para la interpretación y comprensión de las expresiones algebraicas, cuando no encuentran un sentido en ellas y relación con situaciones de su vida cotidiana. Este hecho evidencia la necesidad de continuar con la investigación acerca de la enseñanza de las expresiones algebraicas.

2.4 Integración de tecnología en estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas

En los últimos años, la tecnología se ha incorporado en las clases de matemáticas por su capacidad para favorecer una ejecución rápida y precisa de procedimientos, la participación activa y el aprendizaje interactivo, lo que genera nuevas formas de abordar la enseñanza y el aprendizaje al desarrollar entornos pedagógicos orientados a favorecer el pensamiento algebraico (Cedillo, 2006; Kieran y Drijvers, 2006; van den Heuvel-Panhuizen, Kolovou y Robitzsch, 2013). Por lo

tanto, la tecnología ayuda a dar sentido a las expresiones algebraicas al permitir el trabajo con experiencias prácticas y teóricas que propicien la reflexión y el debate entre los estudiantes, además, permite que ellos exploren y conjeturen en una variedad de representaciones de los conceptos matemáticos (Warren et al., 2016).

En el diseño de estrategias que integran tecnología es fundamental las decisiones en torno al tipo de tecnologías a emplear, la forma en que los estudiantes pueden interactuar con ellas y los diversos contenidos del álgebra que se desea enseñar (Cedillo, 2006). En ese sentido, es importante reconocer que en la enseñanza del álgebra existen diferentes tecnologías (CAS, manipuladores virtuales, animaciones, sensores, entre otros) que favorecen la visualización de representaciones numéricas, algebraicas y gráficas (Cedillo, 2006; Cobb et al., 2000; Mustaffa, Ismail, Said y Tasir, 2017). El tránsito entre las diferentes visualizaciones posibilita una asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico, al comparar, construir y tomar decisiones que se fundamentan en el conocimiento conceptual que fomenten el uso de variables con significados en situaciones cercanas a sus contextos (Cobb et al., 2000).

La tecnología en los procesos educativos escolares se encuentra presente en diferentes escenarios o contextos e interviene en la comunicación oral y escrita en el proceso educativo, por ello, favorece la asociación entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico mediante los procesos de retroalimentación entre estudiante-estudiante y estudiante-docente que comparten significados en torno a un mismo concepto matemático (Drijvers, Kieran y Mariotti, 2010; Rojas et al., 1999). Dicha retroalimentación e interacciones favorecen la asociación entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico al fortalecer una comprensión conceptual de las variables y su papel en el contexto (Drijvers et al., 2010; Philipp, 2015; van den Heuvel-Panhuizen et al., 2013).

En síntesis, es posible afirmar que el papel de la tecnología en estrategias de enseñanza de las expresiones algebraicas es mediar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos a través de las múltiples visualizaciones, representaciones e interacciones, que posibilitan asignar un significado conceptual y situado a problemáticas contextuales (Ordóñez-Ortega et al., 2019). Es así como integrar tecnología permite a los estudiantes explorar conceptos como las expresiones algebraicas, a partir de la interacción con recursos que favorecen la asociación del lenguaje cotidiano y algebraico (Demo, 2010).

En el presente trabajo se toma como referente para la integración de tecnología el pensamiento computacional, considerado como un proceso desde el cual se hace uso de

herramientas y técnicas de la informática con el fin de resolver y plantear problemas de la vida real (Weintrop et al., 2016; Wing, 2017). En el pensamiento computacional se emplea la aplicación *Scratch* como un recurso digital que se basa en lenguaje de programación por bloques y permite programar animaciones y juegos; es un software libre que puede ser usado de forma online, en dispositivos móviles u ordenadores. A partir de esta aplicación, los estudiantes pueden resolver problemas al hacer uso de la programación por bloques y la construcción de algoritmos en ella (Gurises Unidos y Fundación Telefónica de Uruguay, 2017; Weintrop et al., 2016); en el presente estudio se asume que este potencial favorece el aprendizaje del álgebra.

Capítulo 3

Metodología

La presente investigación tiene por objetivo analizar el aporte de una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch. Por lo tanto, se desarrolla una investigación cualitativa que permite visualizar los significados que establecen los sujetos y sus contextos al comprender que cada uno tiene una forma de ver el mundo, su entorno y los fenómenos que se presentan y desarrollan en este (Hernandez, Fernández, y Baptista, 2014). En consecuencia, las interacciones de los estudiantes con el recurso tecnológico digital Scratch serán el fenómeno de interés, porque permitirán reconocer y visibilizar las diferentes asociaciones entre el lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas logradas.

La investigación se lleva a cabo bajo una metodología cualitativa con un enfoque interpretativo y naturalista, es decir, el investigador está inmerso en situaciones relacionadas con la vida cotidiana de los participantes en un entorno particular; para este caso concreto en una Institución Educativa de carácter público ubicada en el oriente de Antioquia-Colombia en la cual se invitó a los estudiantes a participar en el estudio de forma voluntaria y fuera de la jornada escolar. Este proceso investigativo da relevancia a las acciones de los involucrados, desde su experiencia, relatos y conocimientos, con el fin de interpretar los significados y asociaciones que otorgan a las expresiones algebraicas a partir del lenguaje cotidiano (Gialdino, 2006).

Por lo tanto, se desarrolla un estudio de caso que Stake (2007) define como “el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes” (p.11). Se usa el estudio de caso porque permite que la investigación se encuentre en un contexto específico, donde se hace uso de múltiples fuentes de datos con el fin de tener una visión holística del fenómeno analizado (Alves-Mazzotti, 2006).

El estudio de caso requiere de una recolección rigurosa de datos ya que, como lo propone Yin (citado en Creswell, 2007), se puede hacer uso de “documentación, archivos, observaciones directas, entrevistas, observaciones participantes y artefactos físicos” (p.47) para la comprensión de un fenómeno estudiado desde la exploración de su contexto. De forma específica, se elige el estudio de caso instrumental, dado que el interés de la investigación radica en un problema

conceptual, donde se eligieron cuatro estudiantes que aportan desde las características propias del caso (Gialdino, 2006; Stake, 2007) al análisis de esta propuesta.

Por otra parte, en la investigación cualitativa se dispone de diversas fuentes para el registro de datos como observaciones, entrevistas y producción manuscrita (física y digital). En particular, la presente investigación integra la *observación* como un complemento de las entrevistas que permite la recopilación de información a través de la observación de acciones que ocurren en un entorno específico, dando relevancia al comportamiento de los individuos y de aquellos que presentan dificultades para verbalizar sus ideas. De forma específica, se emplea la observación participante, donde el investigador asume un papel en el que es partícipe de las actividades de la implementación de la propuesta, además, graba vídeos y notas de voz de las actividades de los estudiantes para analizarlas de forma posterior (Creswell, 2012).

De igual forma, se integra la *entrevista semiestructurada* como un proceso en el que el investigador realiza preguntas y registra las respuestas, en este caso, de los cuatro participantes de este estudio, con el fin de indagar y comprender sus experiencias (anexo 1). Las preguntas se encuentran mediadas por las diferentes intervenciones de los participantes. Además, la *entrevista semiestructurada* permite la triangulación con las *observaciones* y los *documentos*, los cuales corresponden a la producción manuscrita (física y digital) de los estudiantes (Creswell, 2012; Flick, 2015, 2018).

Respecto a la recolección de datos de los participantes, es necesario tener presente los aspectos éticos en la investigación con el fin de evitar cualquier acción que atente contra la integridad de las personas (Creswell, 2012; Gialdino, 2006). Por lo tanto, dentro del componente ético de la presente investigación se hace uso del consentimiento informado (anexo 2), ya que es importante informar sobre el propósito del estudio, los métodos de recolección de la información y la confidencialidad de las personas que colaboran, con la intención de mostrar transparencia en todo el proceso (Creswell, 2012). Además, se realiza un cuestionario previo a la implementación de la propuesta con el fin de conocer las inquietudes y disposición de los estudiantes y acudientes para participar de la investigación.

El análisis de la información es un proceso fundamental que busca la comprensión del fenómeno. Al respecto, como lo mencionan Hernandez et al. (2014), tener presente la interacción entre la recolección y el análisis de datos facilita mayor flexibilidad para valorar dichos datos y adaptabilidad en la elaboración de las conclusiones del estudio. En consecuencia, para llevar a cabo

este análisis se hará uso de diversos procedimientos como *categorización*, *codificación*, *triangulación de los datos* y *análisis de contenido*.

A continuación, se presentan algunos aspectos relacionados con dichos procedimientos. *Categorizar* y *codificar* son procesos del análisis que se desarrollan de manera conjunta con el fin de dar relevancia a los conceptos que surgen de las observaciones, producción manuscrita (física y digital) y entrevistas semiestructuradas; estos conceptos pueden ser nombrados por categorías de acuerdo con sus atributos o variaciones (Gialdino, 2006). La *codificación* da sentido a los datos, estos son segmentados de acuerdo con ciertos códigos para analizar similitudes o diferencias y llegar a temas generales (Creswell, 2012).

El proceso de *triangulación* provee una comprensión amplia y completa del objeto de estudio a partir de los datos recolectados por medio de las fuentes de información (Creswell, 2012; Flick, 2018). Por otro lado, el *análisis de contenido* se basa en una descripción detallada del material por medio de las observaciones y las transcripciones de las diferentes entrevistas con el propósito de incluir la información en diferentes categorías que se construyen buscando puntos comunes y disjuntos (Flick, 2014).

A continuación, se desarrolla con mayor detalle las categorías con sus respectivos códigos, las cuales surgen de los objetivos de esta investigación (Tabla 1). En particular, se presentan las categorías que corresponden al objetivo general y al tercer objetivo específico en términos de delimitar el espectro de las estrategias utilizadas en la enseñanza de las expresiones algebraicas.

Tabla 1.
Categorías de análisis

OBJETIVO GENERAL	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	INSTRUMENTOS
Analizar el aporte de una propuesta para la enseñanza de expresiones	1. Asociaciones entre lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas.		Observación participante, producción manuscrita (física y digital) de los

<p>algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch.</p>	<p>2. Papel de la tecnología digital Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas.</p>	<p>2.1 Relaciones establecidas a partir de Scratch entre las representaciones numéricas, algebraicas y gráficas en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas.</p> <p>2.2 Procesos de retroalimentación e interacciones favorecidas por Scratch en las asociaciones del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas.</p> <p>2.3 Potencialidades y limitaciones del Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas.</p>	<p>estudiantes, entrevista semiestructurada, participación y socialización por parte de los estudiantes.</p>
--	--	---	--

3.1 Intervención

La implementación de la estrategia de enseñanza de la presente investigación considera la integración de tecnología en una propuesta que favorezca asociaciones del lenguaje cotidiano con las expresiones algebraicas por parte de estudiantes de grado octavo. En particular, se desarrolla a partir de Scratch como recurso, en el marco del Pensamiento Computacional, que favorece en los estudiantes un uso tecnológico eficiente y consciente al solucionar situaciones que involucran la construcción de animaciones por medio del lenguaje de programación por bloques.

La estrategia de enseñanza se desarrolla en cinco sesiones de aproximadamente dos horas cada una, para un tiempo de intervención de mes y medio (una sesión por semana). Si bien el

estudio es desarrollado por dos investigadoras, la intervención es realizada sólo por una de ellas. Se aclara que los registros del proceso se modifican para garantizar el anonimato de los estudiantes mediante un código asignado a cada uno (E1, E2, E3, E4). En cada una de las sesiones se asigna un compromiso que los estudiantes envían de forma previa con el fin de tener avances de su trabajo individual y una preparación sobre los elementos a analizar en los encuentros (<https://n9.cl/r51198>).

En la primera sesión se lleva a cabo una actividad diagnóstica por medio de la aplicación de un cuestionario en Google Docs y un mural interactivo. El cuestionario diagnóstico es resuelto de forma individual y tiene una duración de 45 minutos. En este se proponen diez situaciones a partir de enunciados verbales y representaciones gráficas, geométricas y numéricas con el objetivo de identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca de las expresiones algebraicas (<https://forms.gle/1CYcc7jHbbz29ez76>). Para el mural interactivo se emplea un padlet con el fin de que los estudiantes compartan las aplicaciones que conocen de las expresiones algebraicas, para esto es posible el uso de imágenes, vídeo o texto (<https://padlet.com/eisabelcardona/c1gfny08k03oec80>). Para finalizar la primera sesión, se comparte una línea del tiempo en la cual se presentan diversos personajes matemáticos que han sido relevantes en el desarrollo del álgebra (<https://n9.cl/6g9za>).

La segunda sesión inicia con la retroalimentación del cuestionario diagnóstico donde se da relevancia al concepto de expresión algebraica, el cual es complementado mediante las diferentes actividades propuestas para la sesión. Luego, se da espacio a una lluvia de ideas a través de un recurso digital de carácter interactivo donde los estudiantes definen, a partir de sus propias palabras, que entienden por expresión algebraica y cuáles son los elementos que la componen (<https://ideaboardz.com/for/Tatiana%20Mar%C3%ADa/3407112>). Por último, se propone una interacción con Scratch (<https://scratch.mit.edu/projects/427099536/>) con el fin de familiarizar a los estudiantes con el recurso por medio de situaciones propuestas en la animación para las cuales deben escribir la expresión algebraica correspondiente; dichas respuestas, además de ser ingresadas en la animación, deben registrarlas en un material impreso dispuesto para tal fin (anexo 3).

En esta misma sesión se realiza la socialización del compromiso previo a este encuentro, donde los estudiantes tienen la oportunidad de observar un vídeo con elementos introductorios a la programación por bloques y a la construcción de una animación mediante el uso de Scratch, la cual deben replicar siguiendo los pasos propuestos en el vídeo. Para finalizar la sesión, se realiza una explicación por parte de la investigadora sobre el uso de Scratch y la programación por bloques,

con el fin de que los estudiantes puedan construir una corta animación para el siguiente encuentro, donde se evidencie el uso de los bloques y donde propongan una pregunta cuya respuesta sea la construcción de una expresión algebraica.

En la tercera sesión se inicia con la socialización de la animación construida por cada estudiante como compromiso. Se les propone unas acciones a realizar con el fin de modificar algunos elementos de dicha animación para observar el algoritmo (relacionado con la programación por bloques) propuesto por los estudiantes para la realización de cada acción (<https://n9.cl/q8ib2>). Luego, se propone dos desafíos a partir de enunciados que contienen información verbal, gráfica, numérica y geométrica; los estudiantes deben construir las expresiones algebraicas correspondientes y compartirlas. Para ello, deben escribir las expresiones en un mural interactivo con el objetivo de conocer las relaciones que establecen entre los enunciados y la construcción de expresiones algebraicas (anexo 4). Por último, se da a conocer el compromiso para la siguiente sesión en el cual deben construir un menú de comida al tener en cuenta ciertas características e indicar el precio de cada producto usado para la preparación.

La cuarta sesión comienza con la socialización de los menús de comida propuestos por los estudiantes y se construye uno general que sirve de insumo para el trabajo de la sesión. A partir de las diferentes opciones del menú, se hacen diversas preguntas por parte de la investigadora y de los estudiantes, de tal forma que ellos planteen expresiones algebraicas que permitan, de manera general, relacionar el costo de cada producto con la cantidad, donde se tenga presente que dicha cantidad puede variar. Por último, cada estudiante vincula algunas de las preguntas y sus respectivas expresiones algebraicas en la construcción de la animación final al hacer uso de la programación por bloques, de tal manera que otras personas puedan interactuar con dicha animación, de igual forma, se les propone que en la animación se construya un algoritmo (relacionado con la programación por bloques). De acuerdo con Wing (2017), un algoritmo es un proceso mediante el cual se ejecutan una secuencia de pasos para llegar a un objetivo. En este caso, dicho algoritmo refleja de forma implícita una expresión algebraica que debe informar el costo total a pagar después de comprar cierta cantidad de productos diferentes.

En la quinta y última sesión se realiza la socialización de la animación construida por los estudiantes y se da un espacio para preguntas o comentarios relacionados con la construcción de expresiones algebraicas, sus diferentes elementos y la programación por bloques. Para finalizar, los estudiantes expresan en un padlet sus percepciones en torno a la estrategia de enseñanza, con

el fin de destacar aspectos positivos y susceptibles de mejora para futuras investigaciones (<https://padlet.com/tmariaserna/z6anck4rte7gs6rd>).

De manera particular, en la estrategia se considera el uso de Scratch por la versatilidad de la plataforma para su uso en línea o por medio de aplicaciones disponibles para computador y dispositivos móviles. En la investigación se fomenta su uso para favorecer las asociaciones del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico a partir de diferentes desafíos. Además, y conforme lo plantean algunas de las investigaciones analizadas por Weintrop et al. (2016), el estudio del lenguaje de programación por medio de manipuladores virtuales y animaciones es reportado con potencial para desafiar a los estudiantes el explicitar conceptos matemáticos (en este caso la asociación del lenguaje cotidiano con el algebraico) y favorecer el análisis de dicho proceso por medio de los registros digitales que son explicitados en el algoritmo (relacionado con la programación por bloques). La propuesta de intervención se sintetiza en la tabla 2.

Tabla 2.

Síntesis de la propuesta de intervención

ENCUENTRO /FECHA Y DURACIÓN	OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD	ACTIVIDADES Y RECURSOS
#1 Octubre 16 de 2020 1 hora 46 minutos	Identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca de las expresiones algebraicas.	Cuestionario diagnóstico. Mural interactivo (padlet).
	Conocer los principales aportes al álgebra a lo largo de la historia por medio de diferentes personajes.	Línea del tiempo.
#2 Octubre 22 de 2020 1 hora 41 minutos	Identificar los elementos y características de una expresión algebraica. Construir expresiones algebraicas a partir de los diferentes enunciados verbales propuestos en la animación	Lluvia de ideas mediante un mural interactivo (ideaboardz). Interacción con animación en Scratch.

	relacionados con situaciones de la vida cotidiana.	
	Conocer y diferenciar los elementos básicos involucrados en la programación por bloques a través del uso de Scratch.	Socialización tarea y explicación programación por bloques.
#3 Octubre 29 de 2020 1 hora 44 minutos	Establecer relaciones entre el uso de diversos bloques y las acciones que puede realizar un objeto al programar una animación en Scratch en la que se involucren las expresiones algebraicas.	Socialización tarea.
	Construir expresiones algebraicas a partir de enunciados que contienen información verbal, gráfica, numérica y geométrica relacionadas con situaciones de la vida cotidiana.	Desafíos.
#4 Noviembre 6 de 2020 1 hora 20 minutos	Construir expresiones algebraicas de forma general que permitan establecer las relaciones entre el costo de cada producto y su cantidad, al tener presente que dicha cantidad puede variar.	Elaboración de menú grupal desde la tarea previa al encuentro. Construcción de expresiones algebraicas a partir de preguntas relacionadas con el menú.
	Establecer relaciones entre las preguntas del menú y sus respectivas expresiones algebraicas en la construcción de una animación en Scratch a través del uso de la programación por bloques.	Construcción de animación en Scratch.

	Construir una animación final donde se vinculen situaciones de la vida cotidiana con las expresiones algebraicas.	Socialización y retroalimentación de la animación construida.
#5 Noviembre 13 de 2020 1 hora 33 minutos	Establecer relaciones entre la programación por bloques, situaciones de la vida cotidiana y sus respectivas expresiones algebraicas de acuerdo con determinadas características y condiciones.	
	Conocer las percepciones de los estudiantes sobre la implementación de la estrategia de enseñanza.	Percepciones de la estrategia (padlet).

Capítulo 4

Análisis de datos y resultados

Para llevar a cabo el análisis de los datos recolectados durante el desarrollo de la investigación, se tiene en cuenta las categorías y subcategorías que se mencionan en la tabla 1. El análisis de cada categoría se realiza a partir de diversos instrumentos como la observación participante, producción manuscrita (física y digital) de los estudiantes y actividades implementadas en la propuesta de intervención (Tabla 2). Se tiene en cuenta las diferentes respuestas, socializaciones y entrevistas de los cuatro estudiantes que hacen parte del estudio de caso: dos mujeres y dos hombres. A cada uno se le asignó un código para el desarrollo del análisis, así: E1 (estudiante 1), E2 (estudiante 2), E3 (estudiante 3) y E4 (estudiante 4).

Como punto de partida, se retoman algunos de los resultados obtenidos en la actividad diagnóstica, donde se evidencia que los estudiantes no tienen claridad con respecto a los elementos que componen una expresión algebraica, dado que hacen uso indiscriminado de números y letras y no vinculan las operaciones básicas con enunciados de situaciones para construirlas. También se observa que algunos estudiantes no relacionan las dimensiones de cuerpos y figuras geométricas con variables de una expresión algebraica, a pesar de identificar elementos para calcular su área o volumen.

A continuación, se desarrollan los análisis de cada una de las categorías y sus correspondientes subcategorías.

4.1 Asociaciones entre lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas

En el análisis de esta categoría, se establecen diferentes niveles de asociación al tener en cuenta las relaciones establecidas en la construcción de expresiones algebraicas por parte de los estudiantes. En la tabla 3 se encuentra la descripción de cada nivel de asociación.

Tabla 3.
Síntesis niveles de asociación

ASOCIACIÓN	DESCRIPCIÓN
------------	-------------

Asociación básica	Los estudiantes realizan asociaciones de la letra inicial del objeto utilizado en la construcción de la expresión algebraica de acuerdo con la situación.
Asociación intermedia	Los estudiantes establecen relaciones entre las palabras que representan cantidad con la parte numérica de la expresión algebraica.
Asociación avanzada	Los estudiantes establecen relaciones con el enunciado verbal o representación gráfica y las operaciones o símbolos matemáticos involucrados en la construcción de la expresión algebraica.
Asociación superior	Los estudiantes establecen una relación entre los datos indeterminados o desconocidos con la idea de variable al momento de construir la expresión algebraica.

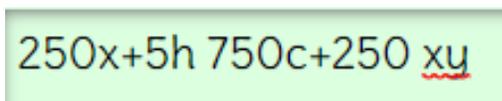
En la *asociación básica*, los estudiantes, en ocasiones, hacen la elección de la letra a partir de la inicial de la palabra a representar y que está relacionada con la situación planteada, como puede observarse en el siguiente fragmento de entrevista realizada a E3 y E4 y en la figura 1 que relaciona la producción manuscrita del episodio evocado por E3:

I: ¿Cuáles serían esos símbolos para ti?

E4: “*Las iniciales de los ingredientes*” (E4, entrevista, 02/12/2020).

I: ¿En qué te basabas para elegir la letra? ¿Había algo en particular en lo que te basaras o podías poner cualquier letra?

E3: “*No, me basaba por ejemplo en huevo ponía la h, o frijoles ponía la f*” (E3, entrevista, 02/12/2020).



$$250x+5h \quad 750c+250 \underline{xy}$$

Figura 1. Respuesta dada por E3 al desafío 1 (encuentro #3)

En la figura 1 se presenta la expresión algebraica construida por E3 durante uno de los desafíos propuestos, donde se debía representar una situación relacionada con los ingredientes de

un menú para la elaboración de una bandeja típica del contexto. En esta expresión se observa que el estudiante hace uso de las letras “h” para representar huevos y “c” para representar chicharrón. Además, se observa que hace uso de las variables “x” y “y” de forma indiscriminada; esto coincide con lo reportado por Jupri et al. (2014) y López (2010) cuando señalan que los estudiantes no tienen claridad en algunos momentos acerca del papel que cumplen las letras en las expresiones algebraicas.

Lo anterior deja en evidencia lo planteado por García (2015), quien afirma que el lenguaje matemático es polisémico, contextual y depende de la interpretación y representación que cada persona hace del entorno, dado que los estudiantes realizan la elección de la letra que representa la variable de la expresión algebraica, a partir de la interpretación de la situación planteada. Este nivel de asociación puede ser problemático dado que, si se presenta una situación donde hay varias palabras con la misma inicial, se tendría que tomar nuevas decisiones para saber que letra se elegirá para representar las variables y, por lo tanto, dicho criterio no sería válido. En este sentido, se coincide con lo propuesto por Macgregor y Stacey (1997) cuando señalan que los estudiantes limitan las interpretaciones de las expresiones algebraicas a la intuición y asumen que las letras representan palabras y no números.

La *asociación intermedia* es la relación que establecen los estudiantes entre las palabras que representan cantidad (p. ej., costo, cantidad de elementos...) y la parte numérica de la expresión algebraica, es decir, reconocen que hay una cantidad que está vinculada con la variable y que puede modificarse dependiendo de la situación. En esta asociación se identificó que los estudiantes reconocen la existencia de dicha parte numérica, pero no la llaman con su respectivo nombre (coeficiente). De manera particular, en el encuentro #4 se propone una actividad donde deben construir una expresión algebraica que permita calcular el valor total que paga una persona si lleva cierta cantidad de cada producto. Para ello, durante el encuentro se construye un menú a partir de productos que ellos mismos proponen y a cada uno se le asignan productos diferentes con los cuales construir la expresión (<https://n9.cl/147w8>). Los estudiantes plantean las expresiones a través de la suma de los costos de los productos involucrados, sin tener presente que cada costo está relacionado con un producto en particular y, por ende, con una variable diferente. Lo anterior se evidencia en la dificultad que presentan al establecer relaciones entre las variables y las cantidades numéricas de las situaciones, como se observa en fragmentos de entrevistas y producción manuscrita (figura 2).

I: Cuando tú vas a escribir la expresión algebraica, ¿qué debes tener en cuenta para escribirla?

E2: “Debo tener en cuenta los números, la cantidad de ingredientes que me piden y también las medidas que había del terreno, porque ahí había unas medidas” (E2, entrevista, 30/11/2020).

E4: “Tener en cuenta las cifras que nos daban en el problema y los diferentes símbolos para ahí sí formar la expresión” (E4, entrevista, 02/12/2020).

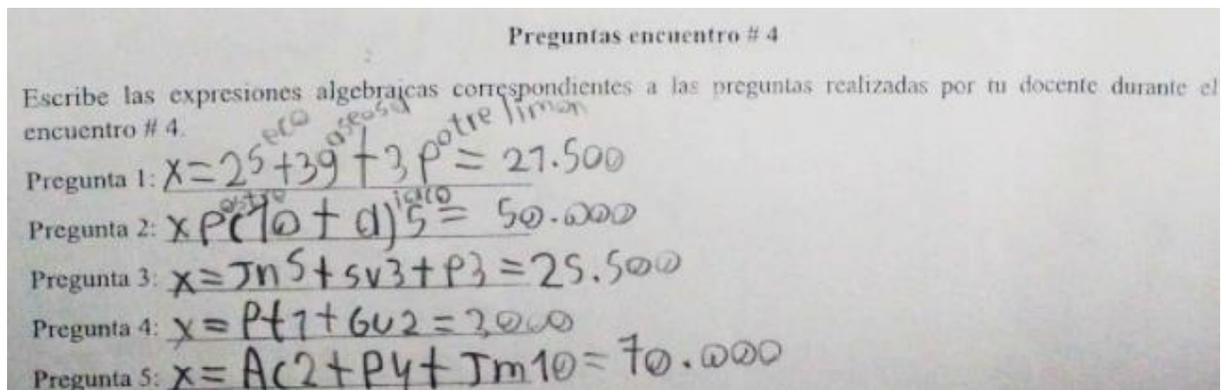
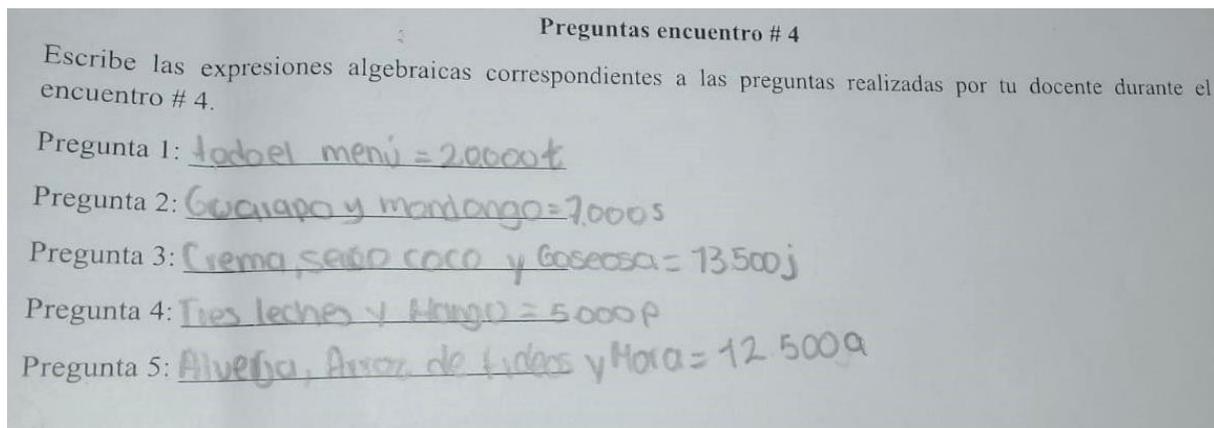


Figura 2. Respuestas encuentro #4

Nota: La figura corresponde a las expresiones algebraicas construidas por E1 (imagen superior) y E3 (imagen inferior) en el encuentro #4 alusivas a las preguntas formuladas a partir del menú donde, de forma general, debían establecer las relaciones entre el costo de cada producto y su cantidad (<https://n9.cl/147w8>).

Por otro lado, la *asociación avanzada* está vinculada con el enunciado verbal (en el caso de las situaciones propuestas en el cuestionario diagnóstico) o con la representación gráfica (en el caso del desafío 2 del encuentro #3) y las operaciones o símbolos matemáticos involucrados en la

construcción de la expresión algebraica. De acuerdo con esta asociación, Lager (2006) plantea que el lenguaje es un elemento esencial dado que favorece o limita el aprendizaje del álgebra al ser un medio de representación y comunicación. Esto se refleja cuando los estudiantes ven la importancia de tener un enunciado claro y preciso a partir del uso del lenguaje cotidiano, de tal manera que favorezca en ellos la comprensión y construcción de la expresión algebraica correspondiente a la situación. Lo anterior, coincide con lo evocado por E1 en la entrevista al reconocer el papel del lenguaje:

Sí, porque a veces pues uno lee textos y uno no entiende nada y va a responder las preguntas, pero como uno no entendió nada, entonces más difícil responderlo así [la estudiante hace alusión al encuentro #4 en el cual debían construir expresiones algebraicas a partir de preguntas relacionadas con el menú], entonces siempre creo que es necesario como tener razonamiento lógico en las preguntas, para que no sea tan complicado responderlas, para que sea como más fácil como de encontrar... ¡ah! bueno, entonces aquí necesito sumar ¡ah!... y aquí necesito restar o multiplicar o poner esa variable acá, siempre creo que es importante como la forma de la pregunta (E1, entrevista, 30/11/2020).

Además, los estudiantes asocian ciertas palabras del lenguaje cotidiano con símbolos matemáticos como el igual y las operaciones básicas, pero de forma muy puntual, es decir, dentro de una situación más compleja o con un vocabulario más especializado se les hace más difícil establecer la asociación, por lo cual, de acuerdo con Socas et al. (1998), no debe desconocerse el significado de los conceptos matemáticos que el estudiante posee desde el lenguaje cotidiano. Lo anterior se refleja en la construcción de las expresiones algebraicas propuestas en el desafío 2 del encuentro #3 (figura 3) y en uno de los diálogos sostenidos durante el encuentro #2 en la socialización del cuestionario diagnóstico, como se observa a continuación.

I: ¿Qué operación podría estar relacionada con 6 veces un número? ¿La suma, la resta, la multiplicación o la división?

E1: “La multiplicación”.

I: Y si hablamos de disminuir, ¿A qué operación hace referencia el disminuir?

E2: “A la resta”.

I: Cuando ustedes dicen que algo equivale a otra cosa, ¿a qué se refieren por ejemplo?, ¿cómo podríamos asumir ese equivaler?, si yo digo que algo es equivalente con otra cosa, ¿qué signo matemático nos podría representar esa equivalencia?

E1: “El igual”.

Figura 3. Respuestas desafío 2 (encuentro #3)

Nota: Respuestas dada por E1 (imagen izquierda), E3 (imagen superior derecha) y E4 (imagen inferior derecha), donde se observa que hacen uso de símbolos matemáticos como el igual y las operaciones en la construcción de las expresiones algebraicas.

Por último, en la *asociación superior* hay una relación de la idea de variable con los datos indeterminados o desconocidos, la cual es difícil de identificar al momento de representarla en la expresión algebraica a partir de la situación planteada. Lo anterior, corresponde con los planteamientos de Koedinger et al. (2008), quienes indican que la naturaleza abstracta de las expresiones algebraicas hace necesario tener en cuenta aspectos como la sintaxis, la cual puede ocasionar interpretaciones confusas si no se describen las relaciones entre las variables y las constantes. Al respecto, en la entrevista realizada a E1, se evidencia la complejidad que implica la naturaleza abstracta cuando se pregunta acerca de los elementos necesarios para construir una expresión algebraica:

Las variables... son la letras que representan un número indeterminado (...) de los retos que nos pusiste siempre me pareció un poco difícil encontrar algunas variables (...) yo siempre consideraba que la variable era lo más importante porque era el número indeterminado de la cantidad de huevos en este caso, entonces, yo decía, no, pues p es la cantidad de huevos que necesito multiplicado por los huevos, o sea, sí, era como más la variable lo que yo miraba ahí, como necesito una variable para poder hacer esto porque como es una cantidad indefinida, entonces, fijo necesito una variable (E1, entrevista, 30/11/2020).

Además, se identifica que los estudiantes asumen que las variables ya no son necesarias cuando una situación está compuesta por constantes. Esto se observa en la figura 4 relacionada con la producción manuscrita, en la socialización de las expresiones construidas para el desafío 2

(encuentro #3) y en las preguntas realizadas por la investigadora: ¿Por qué en el desafío uno había letras y en el desafío dos ya no hay letras? ¿Qué cambia para que desaparezcan las letras? E2 responde: “profe, es que en el desafío dos no le vi tanta necesidad de colocarle las letras porque ahí decía, pues, obviamente es base por altura e hice las operaciones”; y E3 complementa: “porque yo pensé que poniendo letras, o sea, para representar los vegetales, era para representar con los números no como en el primero que eran unos poquitos alimentos”.

$$\begin{aligned} 78 \cdot 25 &= 19,50 \\ 25 \cdot 3 &= 75 \\ 25 \cdot 78 &= 19,50 \\ 25 + 78 + 3 &= 106 \end{aligned}$$

Figura 4. Respuesta dada por E2 al desafío 2 (encuentro #3)

Dentro de la *asociación superior*, es importante indicar que algunos estudiantes relacionan las expresiones algebraicas como una igualdad donde, además de representar la situación a partir de una expresión, asumen que esta debe equivaler a un valor numérico que no está dado en la situación. Esto coincide con lo propuesto por Kieran (2006), quien destaca que los estudiantes construyen más fácil una ecuación que una expresión algebraica. Lo anterior se visualiza en la construcción de las expresiones algebraicas realizadas por E2 en el encuentro #4 (figura 5).

Preguntas encuentro # 4

Escribe las expresiones algebraicas correspondientes a las preguntas realizadas por tu docente durante el encuentro # 4.

Pregunta 1: $a=4$ $b=10$ $x=6$ $y=2$ $18ab$

Pregunta 2: $x=2m$ $b=2m$ $=4m \times b$

Pregunta 3: $a=6$ $+ b=8$ $c=2m$ $16mab$

Pregunta 4: $x=3$ $y=2$ $5m \times y$

Pregunta 5: $a=1m$ $b=1m$ $2mab$

Figura 5. Respuesta dada por E2 (encuentro #4)

4.2 Papel de la tecnología digital Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y expresiones algebraicas

En la presente categoría se abordan las relaciones establecidas desde las diferentes representaciones y los procesos de retroalimentación favorecidos por el uso de la tecnología digital Scratch en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas. Además, se presentan las potencialidades y limitaciones de Scratch como recurso digital dentro de la estrategia de enseñanza.

4.2.1 Relaciones establecidas a partir de Scratch entre las representaciones numéricas, algebraicas y gráficas en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas

En el desarrollo de esta subcategoría se considera que las expresiones algebraicas construidas por los estudiantes a partir de Scratch involucran *asociaciones avanzadas y superiores* (tabla 3). En este sentido, se encuentra que la tecnología digital posibilita visualizar una misma situación por medio de diferentes representaciones. Este es el caso de Scratch cuando, mediante la programación por bloques, los estudiantes establecen relaciones desde lo gráfico, algebraico o numérico en la representación de una situación problema asociada con la vida cotidiana.

Desde la programación por bloques empleada en la construcción de la animación, el estudiante tiene presente cada uno de los colores y características de los bloques para construir un algoritmo que le sea funcional, lo cual, en este caso, correspondería con las representaciones gráficas que el recurso provee, a su vez, el estudiante hace uso de enunciados verbales y respuestas de carácter algebraico o numérico en dicha programación (figura 6). Es así como se puede dar cuenta que, por medio del uso de los bloques (representaciones gráficas), se da el tránsito del lenguaje cotidiano al algebraico al tener presente la situación cotidiana y la construcción de la expresión algebraica que la representa. Además, en la interfaz de la animación con la cual el estudiante interactúa, se observan relaciones desde lo algebraico, lo numérico y lo verbal, a partir de la lectura de los enunciados propuestos y las respuestas dadas, a través de un comando generado en la animación para tal fin (figura 7).

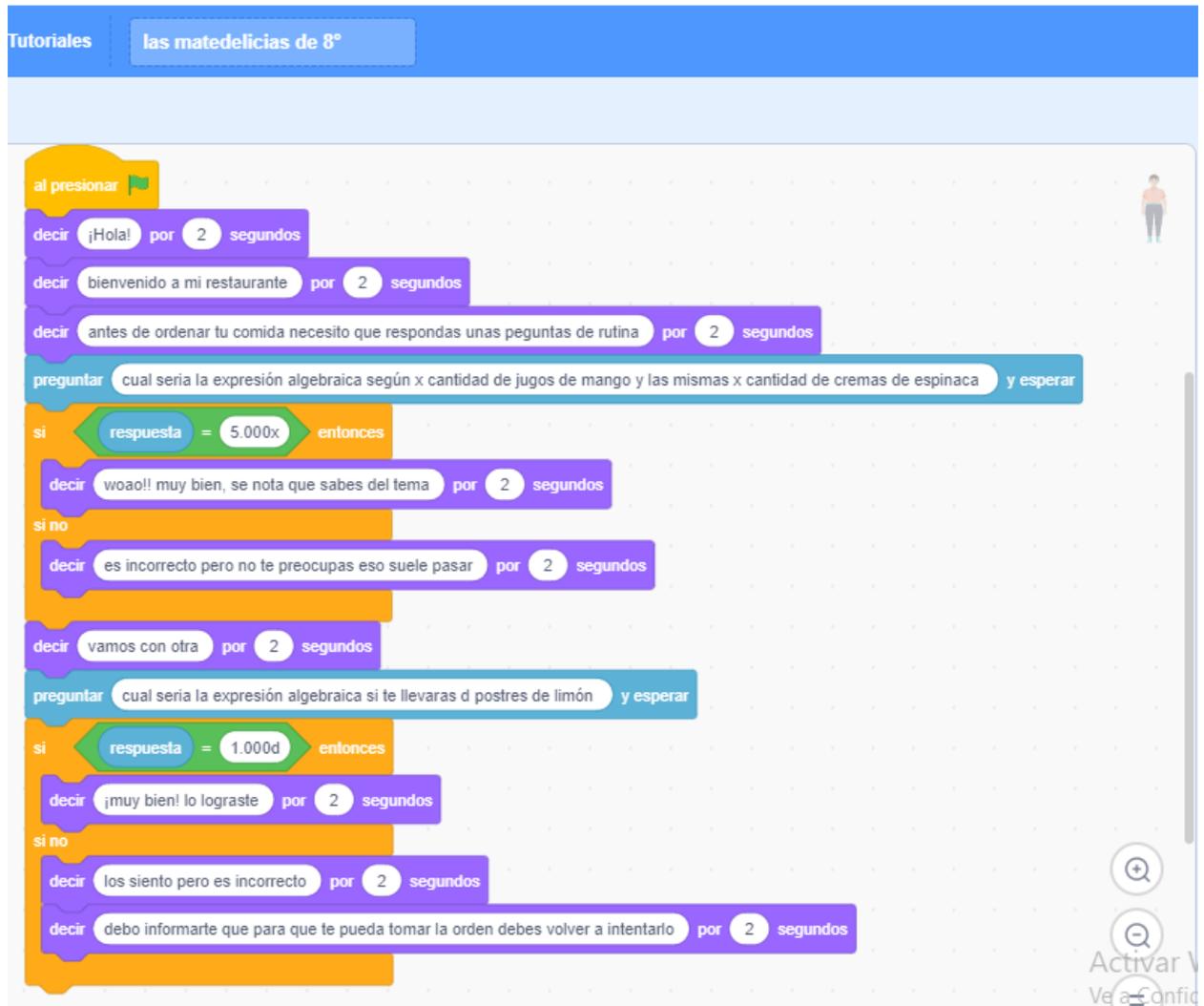


Figura 6. Programación por bloques construida por E1

Nota: La imagen corresponde a la programación por bloques realizada por E1 en la construcción de la animación. Se aclara que la primera expresión algebraica construida es incorrecta y se analizará en un episodio posterior.



Figura 7. Interfaz de la animación de E1

Nota: La imagen corresponde a la interfaz de la interacción con la animación, donde se observa una posible respuesta a la pregunta. Se indica que las respuestas pueden variar de acuerdo con la persona que interactúa con la animación y, por ende, la interpretación de la situación.

Por otro lado, el estudiante tiene la posibilidad de examinar una situación a través de la interacción con animaciones realizadas en Scratch, esta situación puede ser dada desde una representación verbal, numérica o algebraica donde a partir de la lectura, análisis y comprensión de la situación puede construir la expresión algebraica correspondiente. Así mismo, el recurso posibilita una retroalimentación en tiempo real; el estudiante escribe la expresión algebraica a la situación planteada y conoce de manera inmediata si su respuesta es correcta o no (figura 8).

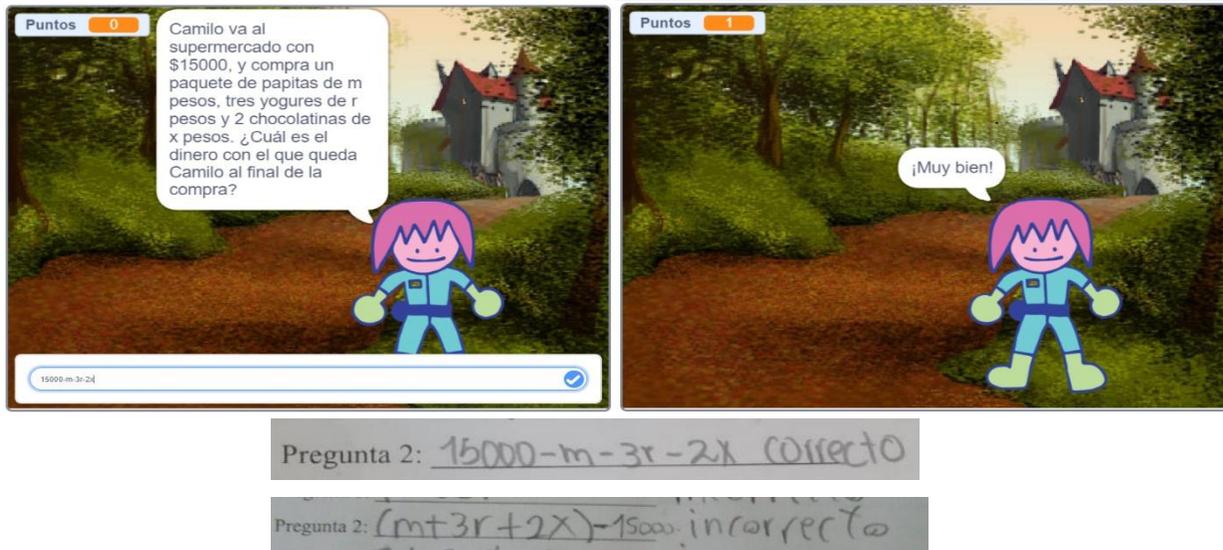


Figura 8. Animación propuesta a los estudiantes, encuentro #2

Nota: En la imagen superior izquierda se observa el enunciado propuesto en la animación y una posible respuesta, mientras que en la imagen superior derecha se presenta la retroalimentación realizada por el recurso (la animación indica si la respuesta es correcta o incorrecta). Las imágenes inferiores corresponden a las expresiones algebraicas construidas por E1 (arriba) y E3 (abajo) y su respectiva valoración a partir de la interacción con la animación.

Lo anterior coincide con lo propuesto con Warren et al. (2016), cuando señalan que la tecnología ayuda a dar sentido a las expresiones algebraicas al permitir el trabajo con experiencias prácticas (al programar por bloques en la construcción de la animación) y teóricas (interacción con animaciones construidas por las investigadoras) que propician la reflexión y permiten a los estudiantes explorar diferentes representaciones (gráficas, verbales, algebraicas, numéricas). A continuación, se presenta un fragmento de uno de los diálogos sostenidos durante el encuentro #5 con los estudiantes en la creación de una animación en Scratch (figura 9); se evidencian las relaciones que se establecen entre la situación planteada y la construcción de las expresiones algebraicas a través del algoritmo propuesto en la programación por bloques:

I: Yo quiero que el muñeco me pregunte ¿Cuántos jugos de mango desea llevar? Se supone que la persona me va a responder con números, entonces la pregunta es ¿Cómo hacer que la animación le diga cuánto debe pagar a la persona por estos jugos de mango?

Profe, pues, se supone que la pregunta debe ser respondida con una expresión algebraica también, entonces, se supone que la respuesta se basa también de acuerdo al menú que nosotros hicimos, entonces, se supone que la x es la variable de la expresión algebraica,

entonces, nosotros teníamos que ir a mirar cuánto costaba el jugo de mango (...) entonces sí se supone que debíamos hacer como multiplicar la x por los precios, pues, de cada uno para saber cuánto era en expresión algebraica (E1, encuentro #5, 13/11/2020).



Figura 9. Programación por bloques correspondiente a la pregunta realizada por la investigadora

En la programación por bloques que se presenta en la figura 9 se observa un bloque llamado “respuesta”, el cual corresponde con una cantidad numérica que ingresa la persona que interactúa con la animación. De este valor depende el costo a pagar por los jugos que se desea llevar: si la cantidad ingresada excede los 100 jugos, la animación indicará que “no es posible atender el pedido” y arrojará un costo de \$0; en cambio, si la cantidad ingresada es menor a 100, la animación indicará el total a ser cancelado. En este sentido, la expresión algebraica implícita en la animación corresponde con los bloques “Jugo de mango * Precio jugo de mango”, donde la variable (creada en Scratch) está representada por el bloque “Jugo de mango” (que varía de acuerdo con la cantidad numérica ingresada) y la constante por “Precio jugo de mango” (el precio de jugo siempre es 3000) y ambos bloques están relacionados por medio de la operación multiplicación.

Para finalizar, se encontró que algunos estudiantes reconocen las relaciones existentes entre la construcción de expresiones algebraicas y las situaciones cotidianas planteadas desde diferentes representaciones favorecidas por la tecnología usada. Estas relaciones se evidencian en las respuestas dadas por E4 durante la entrevista, cuando se dialoga en torno a los vínculos que pueden

darse entre las expresiones algebraicas y Scratch. El estudiante señala: “creo que por medio de los problemas (...) podíamos hacer una expresión algebraica y así responder las preguntas que nos hacían las animaciones” (E4, entrevista, 02/12/2020). En este caso, E4 hace referencia al hecho de que a través de la programación por bloques se pueden construir algoritmos que permiten representar situaciones de la vida cotidiana por medio de la construcción de expresiones algebraicas.

4.2.2 Procesos de retroalimentación e interacciones favorecidas por Scratch en las asociaciones del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas

En esta subcategoría se consideran diferentes procesos de retroalimentación relacionados con el recurso digital (Scratch) y los diálogos presentados en los encuentros y entrevistas entre estudiantes e investigadora. Se señala que dichos procesos favorecen que los estudiantes construyan expresiones algebraicas donde se vean reflejadas las *asociaciones avanzada y superior* (Tabla 3). En este sentido, se establecen dos tipos de retroalimentación, la *retroalimentación autónoma* que se da a partir de la relación tecnología-estudiante, y la *retroalimentación colectiva* que considera las relaciones entre estudiante-estudiante y estudiante-docente.

En relación con la *retroalimentación autónoma* se observa que, mediante el uso del recurso digital (Scratch), el estudiante puede llevar a cabo este proceso a partir del conocimiento de la programación por bloques que hay detrás de la construcción de la animación, además de detallar paso a paso la respectiva programación, puede conocer las respuestas a cada una de las preguntas propuestas en la interacción y establecer relaciones entre las expresiones algebraicas que construye y las de la animación. A continuación, se presenta el diálogo sostenido con E3 durante la entrevista, donde se evidencia la retroalimentación que el estudiante hace a partir de la interacción con el recurso y que le permite ampliar la comprensión conceptual en torno a la importancia de la sintaxis en la construcción de expresiones algebraicas:

I: ¿Qué podrías destacar de la relación que existe entre los problemas que había en la animación y lo que tu debías responder?

E3: “Yo no sé si es que escribí mal las preguntas, o sea, que las puse al revés, porque la animación en todas me dijo negativo, pero después, cuando vi la animación por dentro [el

algoritmo construido y relacionado con la programación por bloques] vi que las respuestas eran correctas solo que las letras las había puesto mal”.

I: ¿Cómo así mal? ¿Al contrario? ¿En otra posición?

E3: “En otra posición” [El estudiante hace alusión a un episodio ocurrido en una de sus respuestas a la animación donde escribe $(m + 3r + 2x) - 15000$ y la respuesta correcta era $15000 - m - 3r - 2x$] (E3, entrevista, 02/12/2020).

Desde la estrategia de enseñanza se observa que la *retroalimentación colectiva* permite mejores comprensiones y asociaciones para la construcción de expresiones algebraicas a partir del lenguaje cotidiano, dado que, por medio de las socializaciones y participaciones, cada uno de los estudiantes puede reconocer sus errores y aciertos. Lo anterior coincide con lo propuesto por Drijvers et al. (2010), cuando señalan que la tecnología interviene en la comunicación oral y escrita a través de los procesos de retroalimentación que se dan entre estudiante-estudiante y estudiante-docente, y lo indicado por Rojas et al. (1999), cuando señala que el lenguaje permite compartir significados en torno a un mismo concepto matemático, lo que favorece la asociación entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico.

Dicha *retroalimentación colectiva* se ve reflejada en la respuesta de E2 durante la entrevista cuando señala: “Como E1 tenía conocimiento de eso y ustedes también, yo escuchaba y entre los encuentros, las tareas que mostrábamos, que presentábamos, yo tenía en cuenta, yo analizaba y de ahí entendí y uní Scratch con las expresiones algebraicas” (E2, entrevista, 30/11/2020). Lo indicado por E2 hace referencia a las interacciones ocurridas durante la socialización del trabajo con algunos de los recursos digitales, por medio de los diálogos sostenidos entre estudiante-estudiante y estudiante-docente.

El siguiente apartado (tabla 4) corresponde a algunos diálogos sostenidos durante el encuentro #5 en la retroalimentación de una de las animaciones construidas por E1, donde se evidencia la transformación conceptual que se da luego de las interacciones entre estudiantes e investigadora, a través de diversas preguntas que se plantean y desde la modificación de los algoritmos propuestos en la programación por bloques, con el fin de obtener una animación que permita la asociación del lenguaje cotidiano con el lenguaje algebraico:

Tabla 4.*Diálogo sostenido durante el encuentro #5*

DIÁLOGO	ANOTACIONES
<p>I: Vamos a pensar entre todos las preguntas que nos propone E1 y ya enseguida, entonces, miramos lo demás. Nos dice: <i>Hola, bienvenido a mi restaurante, antes de ordenar tu comida necesito que respondas unas preguntas de rutina. ¿Cuál sería la expresión algebraica según x cantidad de jugos de mango y las mismas x cantidad de crema de espinaca?</i> [Enunciado propuesto en la animación de E1] No sé si alguno quiere intentar responderla y ahorita E1 nos cuenta cómo la planteó y cuál sería entonces la respuesta.</p> <p>E2: Depende del número que sea, porque ahí x no se sabe qué número es.</p>	<p>Se observa que la estudiante que propone la animación no hace uso adecuado de las variables, puesto que utiliza la misma variable “x” para representar dos productos diferentes.</p>
<p>I: ¿Cómo se te ocurre que podrías escribir la expresión algebraica para responder esa pregunta, o que haría falta para poder responder la pregunta según lo que dices?</p>	
<p>E2: Para mí haría falta los números porque x es un número, pero no dice cuál.</p>	
<p>I: Hago una pregunta no sólo para E1 sino para todos y es, si una persona llega al restaurante y desea llevar solamente dos cremas de espinaca y tres jugos de mango, ¿cómo podemos diferenciar eso en la expresión algebraica? digamos, si me dicen son $5000x$ [Respuesta propuesta en la animación construida por E1] y la persona no lleva la misma cantidad de jugos y de cremas de espinaca, ¿cómo haríamos para saber cuánto le vamos a cobrar?, ¿qué tendría que cambiar? (...) estoy dando un número concreto, pero recordemos que el ejercicio es pensar ¿cómo escribir una expresión que nos permita siempre calcular el valor que debe pagar la persona sin importar cuántas cosas lleva de cada producto? En este</p>	<p>Los estudiantes realizan en un primer momento representaciones numéricas desde lo que propone la investigadora, y por medio de dichas representaciones y del diálogo se llega a las representaciones algebraicas.</p>

caso vamos a trabajar con lo que E1 nos está proponiendo, ella nos propone los jugos de mango y la cantidad de cremas de espinaca [La investigadora comparte un jamboard a los estudiantes] (...) ¿Cómo podríamos escribir una expresión algebraica que nos permita calcular cuánto pagaría una persona si desea llevar cierta cantidad de jugo de mango y cierta cantidad de crema de espinaca? ¿Qué sería lo primero que ustedes podrían o deberían definir para poder escribir la expresión algebraica? [El jugo de mango cuesta \$3000 y la crema de espinaca \$2000]

E2: Yo sumaría esos dos valores que me darían 5000 y para decirlo, bueno, $5000x$, un ejemplo.

I: Si yo sumo y digo que es 5000 como ustedes lo proponen, ¿será que me funciona si una persona llega y compra, por ejemplo, tres jugos de mango y cuatro cremas de espinaca? Vamos a pensarlo primero con números concretamente, si yo les digo a ustedes voy a vender dos jugos de mango y tres cremas de espinaca, ¿cuánto pagaría la persona por esa compra?

E1: Se podría multiplicar los valores aparte, se multiplicaría solo, por ejemplo, si yo vendo tres jugos, multiplico cuánto sería llevar tres jugos y si llevan dos de espinaca, pues yo digo que multiplico cuántos de espinaca.

I: Vamos a hacer una multiplicación por aparte, entonces 3000 [escribe en el jamboard] y ese 3000, ¿qué le multiplicarías?

E1: La cantidad de jugos que pidieron.

I: ¿Cómo vas a llamar esa cantidad de jugos?

E1: Sería una variable.

I: ¿Qué variable quieres ponerle?

E1: “y”.

Los estudiantes reconocen la necesidad de utilizar variables en la construcción de expresiones algebraicas a partir de una situación cotidiana, dando cuenta de una asociación superior.

I: Entonces ahí, ya calculamos la cantidad de jugos de mango, ahora a ese valor tenemos que agregarle también lo que valgan las cremas de espinaca, ¿cómo calcularías cuánto pagarían las personas por las cremas de espinaca?

E1: Igual.

I: [Escribe 2000 en el jamboard] ¿Por qué valor multiplicarías ese 2000?

E1: También por la cantidad, sería con otra variable distinta (...) “n”

I: ¿Qué hacemos con esas dos expresiones, si yo tengo que dar un total a la persona que está comprando?

E1: Yo creo que se podrían sumar esas dos expresiones.

I: [Escribe en el jamboard $3000y + 2000n$] ¿Qué hay de diferente en lo que propones acá [$3000y + 2000n$] y en la pregunta que hacías acá [señala la pregunta de la animación]?

E1: En la animación usé la misma variable para los dos productos.

I: ¿Qué tenemos que tener en cuenta ahí?

E1: Ahí tocaría cambiar la variable de una de las dos y hacer la misma operación de multiplicar la cantidad con las variables y después, por separado, después, sumarlas para tener una cantidad, como un precio, un total.

Se observa que a través de la retroalimentación colectiva los estudiantes construyen expresiones algebraicas al reconocer el uso de varias variables a partir de una situación cotidiana dada.

El apartado presentado en la tabla 4 permite concluir que la retroalimentación estudiante-estudiante y estudiante-docente es un eje transversal que favorece las *asociaciones superiores* entre el lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas. A través de la *retroalimentación colectiva* los estudiantes comparten significados y construyen o establecen relaciones entre las representaciones gráficas, numéricas y algebraicas mediante la interacción con Scratch, la cual no solo se da desde la animación ya construida, sino también desde la programación por bloques, donde se puede evidenciar la construcción de expresiones algebraicas a partir de situaciones cotidianas.

4.2.3 Potencialidades y limitaciones del Scratch como recurso en la asociación del lenguaje cotidiano y las expresiones algebraicas

En esta subcategoría se analiza el papel de Scratch como recurso digital en la estrategia de enseñanza a partir de sus potencialidades y limitaciones. Las potencialidades están determinadas por la identificación de situaciones donde, mediante el recurso (programación por bloques), el estudiante establece relaciones entre el lenguaje cotidiano y el algebraico, a partir de la creación y modificación de variables relacionadas con situaciones de la vida cotidiana; a su vez, se indican algunas limitaciones en torno a la sintaxis de los algoritmos (relacionado con la programación por bloques) involucrados en la construcción de animaciones.

Se observa que las animaciones construidas pueden ser flexibles y cambiantes, lo cual le permite al estudiante tener una mayor interacción con el recurso, de manera que una situación problema pueda ser representada a través de diferentes algoritmos. Es así como dichas características generan en los estudiantes experiencias positivas que los motivan a hacer uso del recurso, a crear diferentes alternativas de solución, a proponer el uso de diversos personajes y, por ende, a reflexionar sobre situaciones relacionadas con las expresiones algebraicas. De acuerdo con Hanč et al. (2011) y Warren, Trigueros y Ursini (2016), esto permite trascender lo procedimental por medio de diseños dinámicos, interesantes y motivadores de la tecnología; lo anterior puede observarse en algunas de las respuestas dadas durante la entrevista (tabla 5).

Tabla 5.
Respuestas dadas por los estudiantes durante la entrevista

PREGUNTA	RESPUESTA
¿De qué manera consideras que esta propuesta de investigación te permitió vincular las expresiones algebraicas con Scratch?	E1: Porque uno en Scratch pregunta por ejemplo eso de las... [la estudiante hace alusión a los bloques empleados dentro de la construcción de la animación que permiten la retroalimentación autónoma] para que uno responda y que el muñeco le diga que si o que no, para mí eso, yo nunca lo había visto, entonces yo me quedé como “guau” (E1, entrevista, 30/11/2020).

E3: Bueno, con esta investigación yo aprendí más, aprendí más de las expresiones algebraicas y el Scratch, cuando junté la animación (...) para hacer las preguntas para el Scratch, yo ahí noté que era diferente escribirlo en un cuaderno a escribirlo en un computador porque uno siente más diferente eso, uno aprende más [El estudiante se refiere al hecho de que la animación es dinámica y permite interacción, lo cual no es posible llevar a cabo en la escritura en un cuaderno] (E3, entrevista, 02/12/2020).

¿Qué elementos resaltarías de Scratch?

E1: Me gustó mucho porque es una cosa que uno nunca piensa que va a poder usar así, porque es prácticamente un juego en el que uno aprende a programar. Me gustó, por ejemplo, yo soy una persona que le gusta mucho las matemáticas y me gusta tener que usarlas en otras cosas que no sea solo, pues, para el colegio y más para algo que me guste, entonces, en sí me gustó todo el trabajo, como las maneras como uno tiene que conectar una cosa con la otra. Por ejemplo, para que el muñeco respondiera, que fue tan difícil para mí que el muñeco pudiera responder una pregunta sin importar pues la cantidad que nosotros le dijéramos, o sea, por ejemplo, nosotros decirle cuánto cuesta tantos jugos de banano y que él diga la respuesta [la estudiante hace alusión a la animación construida para el encuentro 5] y que nosotros podamos programar, eso para mí fue algo muy impresionante porque nunca pensé que eso sería posible a esta edad (E1, entrevista, 30/11/2020).

E3: Los movimientos y para hacer que el personaje dijera algo, eso hacía que la animación fuera más

humana, por así decirlo, que la animación fuera mejor, poníamos una cosita aquí y eso hacía que el personaje hablara como una personita.

E4: Se ve como algo tecnológico, todos esos comandos para que se logre hacer una animación [El estudiante hace referencia a los diferentes bloques empleados en la creación de las animaciones, lo cual es llamativo para él] (E4, entrevista, 02/12/2020).

En la estrategia de enseñanza, el uso de Scratch se convierte en un recurso que favorece la solución de situaciones cotidianas a través de la programación por bloques, donde las condiciones que se establecen en los algoritmos para la construcción de las animaciones se relacionan con circunstancias que pueden presentarse en situaciones de la vida real, lo cual implica el uso del pensamiento computacional. De acuerdo con Weintrop et al. (2016) y Wing (2017), es un proceso que permite resolver y plantear problemas de la vida real por medio del uso de herramientas y técnicas de la informática. A continuación, se presenta un episodio ocurrido durante el encuentro #5 en la construcción de una animación, donde la investigadora realiza una serie de preguntas que los estudiantes deben tener presente para establecer las condiciones que deben considerar en los algoritmos a emplear en la programación por bloques.

I: ¿Cómo podríamos condicionar la respuesta en la animación, para que el valor ingresado por la persona que interactúa no exceda una determinada cantidad? Por ejemplo, si este es tu restaurante, ¿cuántos jugos de mango esperas venderte al día?

E1: Profe, tal vez, como máximo 100, pues, o sea, contando que la gente venga con la familia.

I: Ya sabemos que el restaurante no va a vender más de 100 jugos, si llego a 101 ya no tengo 101 jugos porque ya se acabaron, se debe poner una condición y es que la cantidad de jugos tiene que ser menor a 101. Cuando la persona responda en la animación, me van a preguntar ¿Cuántos jugos desea llevar?, si la persona me da una respuesta más grande que 100, entonces, yo le voy a decir, por ejemplo, que no es posible atender el pedido [se invita a los estudiantes a pensar en los bloques que puedan emplearse para poner dicha condición]. También quiero que pensemos entre todos, si la persona me pide 99 jugos, ¿cómo hacer

para que la animación le diga a la persona cuánto va a pagar por esos 99 jugos? [Los estudiantes deben establecer condiciones para que la animación le indique a la persona el valor a cancelar si su pedido no excede los 100 jugos].

De acuerdo con el episodio anterior, se señala como potencialidad del Scratch la posibilidad de crear y modificar variables por medio de la programación por bloques (variables relacionadas con las expresiones algebraicas) que estén en sintonía con las condiciones que cada problema establece. En este sentido, se resalta que el recurso permite modificar los bloques y algoritmos de una animación innumerable cantidad de veces, es decir, quien la crea puede hacer cambios constantes, según las necesidades que requiera atender (figura 10); estas necesidades pueden incluir la creación de variables que son un elemento fundamental de las expresiones algebraicas; si las relaciones entre las variables y constantes no se describen de forma correcta, se puede ocasionar interpretaciones confusas (Koedinger et al., 2008).

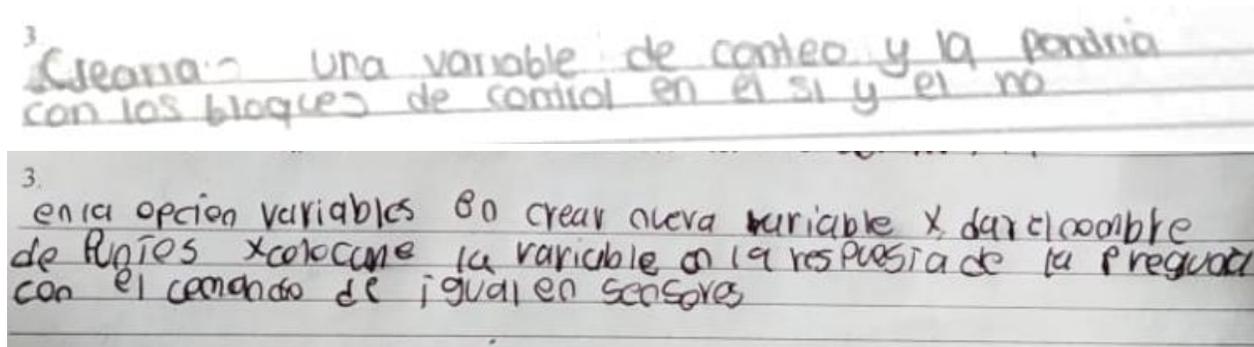


Figura 10. Modificación de animación construida por los estudiantes

Nota: La figura presenta la modificación que realizan los estudiantes (E1 arriba, E4 abajo) a una animación durante el encuentro #3, cuando se les propone realizar la siguiente acción: “Agrega el recuadro que permita llevar el conteo de la puntuación”.

Con respecto a la creación de variables a través de Scratch para la construcción de animaciones, el estudiante debe tener claridad en los valores que varían dentro de la expresión algebraica en relación con la situación problema a resolver para adjetivarlos dentro del recurso. Dicha situación puede observarse al dar continuidad al episodio presentado en el apartado anterior ocurrido durante el encuentro #5, cuando se habla de las condiciones para la construcción de los algoritmos (relacionado con la programación por bloques), lo cual conlleva a la necesidad de la creación de variables que permitan dar respuesta a una situación de la vida cotidiana.

I: ¿Cómo podemos ponerle a la animación para que ella nos diga cuánto tiene que pagar la persona si lleva 99 jugos de mango?

E1: Profe, no veo, así, como ningún bloque, tal vez podríamos es crear uno, es como una idea, pero tampoco sé que poner en ese bloque o para que sirva.

I: Podríamos crear uno, sí, esa podría ser una alternativa, ¿cómo podríamos llamar ese bloque?, ¿qué es lo que la persona va a pagar?

E2: Profe, ¿no sería como una variable?

I: Pensemos en darle un nombre a esa variable (en Scratch).

E1: La cuenta, eso sería como el precio, ¿no?

I: La cuenta, listo, como un total. Entonces, podríamos crear un bloque que se llame total, ahora, la pregunta es ¿para qué nos sirve ese bloque?

E2: Profe, nos sirve para saber cuánto debe de pagar la persona.

I: ¿Cómo podemos hacer para crear eso en la animación?

E2: Sería crear bloques o crear variables (en Scratch).

Por otro lado, al hablar de las limitaciones de Scratch como recurso digital en la estrategia de enseñanza se puede señalar la sintaxis de los algoritmos (relacionado con la programación por bloques) involucrados en la construcción de las animaciones, el uso de diferentes signos para la representación de las operaciones aritméticas, como es el caso de la multiplicación y la división que se representan de diferentes formas (multiplicación representada como \cdot \times $*$ y división representada como $/$ $:$ \div) y la escritura de los números donde se hace uso del punto para indicar, por ejemplo, unidades de mil ($2000 = 2.000$). Por lo tanto, es importante verificar que quien interactúa (estudiantes) con la animación tenga claridad al momento de dar la respuesta sobre cómo debe ser la escritura del número o el signo que debe emplearse de acuerdo con la operación, para garantizar que la escritura de las respuestas coincida con la programación de la animación. Lo anterior se evidencia en una conversación dada a partir de la animación construida por E1 en el encuentro #5, donde la investigadora indaga acerca de una pregunta propuesta en dicha animación:

I: ¿Aquí sería 1000d? [escribe 1000d en la animación], ¿tú lo colocaste cómo?, ¿cómo representas el “por” en la animación, con un punto?

E1: Con un asterisco.

I: [Escribe $1000*d$ en la animación] ¿Así? [la animación indica que es incorrecta].

E1: [viendo la animación] Ahí es $1000d$.

I: ¿ 1000 con el punto o sin el punto?

E1: Sin el punto, sin nada.

I: [Escribe $1000d$ en la animación] ¿Así? [la animación indica que es incorrecta] ¿Cuál sería la respuesta que tengo que colocar acá?

E1: $1000d$

I: Pero me dice que es incorrecto.

E1: Es porque tiene que poner el punto del 1000 .

I: [Muestra el interior de la animación, donde están los bloques y comprueba que el 1000 tiene el punto] (figura 11).

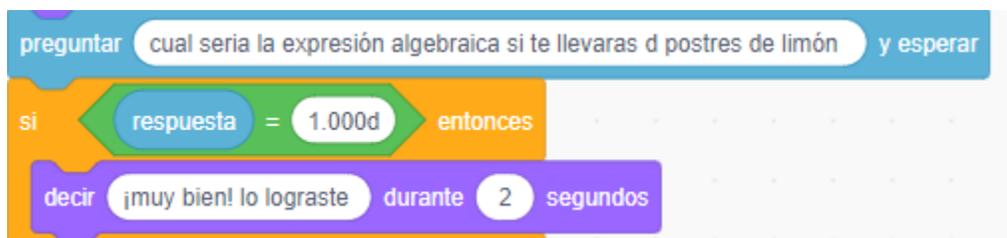


Figura 11. Animación construida por E1

Por otra parte, la escritura de las expresiones algebraicas dentro de la programación por bloques juega un papel importante, dado que la expresión algebraica que puede darse como respuesta en la interfaz de la animación no necesariamente corresponde con el orden propuesto dentro de la construcción de la animación de acuerdo con los algoritmos programados y, por ende, el recurso la considera como una respuesta errónea sin ser necesariamente incorrecta (al considerar operaciones como la suma y la multiplicación que cumplen con la propiedad conmutativa). En este sentido, Koedinger, Alibali y Nathan (2008) señalan que la sintaxis juega un papel fundamental en la estructura de una expresión algebraica, donde se hace necesario tener en cuenta aspectos como el orden de las operaciones para su comprensión y manipulación, y las relaciones que se dan entre las variables y las constantes.

Por último, otra limitación está dada por la lógica de quien programa al hacer uso de los diferentes bloques en la construcción de la animación, dado que, al no ubicar estos bloques de manera correcta en los algoritmos que se programan, las acciones que se pretenden evidenciar no

se ven reflejadas en la interfaz de la animación cuando es ejecutada por un usuario. E4 menciona esta situación durante la entrevista, cuando se le pregunta acerca de los desafíos presentados al momento de construir la animación final:

Había algunas veces que yo ponía que el muñequito dijera algo, pero no lo decía, yo ponía los bloques, y yo, para rectificar que todo estuviera quedando bien, le daba para que iniciara y a veces decía o se saltaba muchas partes que no debería saltarse y yo me quedaba, pero qué, no sé qué hacer porque no sé por qué se está saltando tantos pasos (E4, entrevista, 30/11/2020).

Con respecto a la limitación y situación presentada se considera importante que el recurso digital Scratch cuente con un verificador de algoritmos (relacionado con la programación por bloques), de tal manera que le permita a quien construye la animación comprobar que la organización de los bloques es adecuada para una correcta ejecución de la animación.

Capítulo 5

Conclusiones

En la literatura internacional se reporta que, a pesar de la importancia y el potencial de la enseñanza del álgebra, existe la necesidad de ampliar la investigación acerca de la enseñanza de las expresiones algebraicas en términos de sus representaciones y la asociación del lenguaje cotidiano con el algebraico. Por lo tanto, esta investigación plantea como objetivo analizar el aporte de una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch.

En consecuencia, se concluye a partir de la literatura que las estrategias relacionadas con recursos mediados por el lenguaje, recursos concretos y recursos digitales son reconocidas como relevantes para la enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria. En particular, se identifica que el papel de la tecnología como recurso de enseñanza se centra en mediar la comprensión de conceptos matemáticos abstractos a través de las múltiples visualizaciones, representaciones e interacciones, que posibilitan asignar un significado conceptual y situado a problemáticas contextuales.

En relación con el análisis de la propuesta que integra la tecnología digital Scratch, se identifican cuatro tipos de asociaciones entre las expresiones algebraicas y las situaciones cotidianas planteadas, a saber: básica, intermedia, avanzada y superior. Al respecto, se concluye que la tecnología digital Scratch involucra principalmente asociaciones avanzadas y superiores, al favorecer (1) la mediación entre representaciones numéricas, algebraicas y gráficas (programación por bloques) y (2) una retroalimentación tanto autónoma como colectiva.

Por otra parte, se concluye que al integrar Scratch se logran animaciones dinámicas, flexibles y cambiantes, al permitir representar una situación a través de diferentes algoritmos (relacionado con la programación por bloques), los cuales pueden ser modificados indeterminada cantidad de veces, de acuerdo con la necesidad y la creación de variables que se constituye en un elemento primordial de las expresiones algebraicas.

Capítulo 6

Recomendaciones

A partir del desarrollo y de los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, se presentan algunas recomendaciones para futuras investigaciones. En primer lugar, es importante reconocer que si bien en la intervención se consideran opciones alternas como dispositivos móviles, el desarrollo de la estrategia de enseñanza requiere de una infraestructura tecnológica mínima en la cual se tenga acceso a un computador con buena conexión a internet, de tal manera que los estudiantes puedan hacer uso de las diferentes aplicaciones (Google Docs, murales interactivos, vídeos de YouTube) y del recurso digital Scratch. Además, es necesario que los estudiantes que participen de la propuesta posean una cuenta de correo electrónico activa que permita crear un usuario en Scratch, dado que esto hace posible que las animaciones construidas sean compartidas y visibilizadas en la web.

En segundo lugar, en el desarrollo de la estrategia se evidencia como limitante que en la configuración del algoritmo a través de la programación por bloques varios estudiantes no logran la ejecución de algunas acciones que se esperaban o se tenían en mente para la animación, por lo cual la carga cognitiva se centra en el algoritmo y pasa a un segundo plano el razonamiento matemático que se quiere priorizar. Por lo tanto, es importante que en futuras investigaciones se preste mayor atención a los conocimientos previos mínimos en el uso de la programación por bloques en Scratch, de tal manera que el estudiante pueda centrar su atención en el análisis matemático y las condiciones técnicas no sesguen el desarrollo de la estrategia.

En tercer lugar, se recomienda llegar a acuerdos previos relacionados con los símbolos matemáticos que pueden ser empleados en la construcción de los algoritmos o crear algoritmos más complejos que involucren todas las posibles respuestas que puedan darse a una pregunta, de tal forma que se eviten confusiones al momento de insertar una respuesta durante la interacción con la animación, dado que operaciones como la multiplicación y la división pueden ser representadas de diversas maneras. Por último, y si bien este estudio amplía la evidencia empírica existente relacionada con el uso de recursos digitales para la enseñanza de las expresiones algebraicas, se recomienda a futuro generar investigaciones donde se contrasten las características de la población que participa, tanto en aspectos culturales como de procesos cognitivos diferenciados. De igual forma, se recomienda considerar en futuros trabajos los alcances de la

tecnología digital Scratch para la enseñanza de otros conceptos matemáticos y los desafíos que se afrontan en dicho proceso.

Referencias

- Alves-Mazzotti, A. J. (2006). Usos e abusos dos estudos de caso. *Cadernos de Pesquisa*, 36(129), 637-651. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742006000300007>
- 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., & 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>
- 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.
- Castillo, M., y Gamboa, R. (2013). Desafíos de la educación en la sociedad actual. *Diálogos Educativos*, 12(24), 55-69.
- Cedillo, T. E. (2006). La enseñanza de las matemáticas en la escuela secundaria. Los sistemas algebraicos computarizados. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(28), 129-153.
- Cobb, P., Yackel, E., & McClain, K. (2000). *Symbolizing and Communicating in Mathematics Classrooms: Perspectives on Discourse, Tools, and Instructional Design*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Creswell, J. W. (2007). *Investigación cualitativa y diseño investigativo*.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research : planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4.^a ed.; K. Mason, Ed.). Pearson Education.
- Demo, G. B. (2010). From mini rover programs to algebraic expressions. *Proceedings - 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2010*, 336-340. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2010.95>
- DeWolf, M., Bassok, M., & 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>
- Drijvers, P., Kieran, C., & Mariotti, M.-A. (2010). Integrating technology into mathematics education: theoretical perspectives. En C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146->

0

- Flick, U. (2014). *The sage Handbook of Qualitative Data Analysis* (Uwe Flick, Ed.). SAGE Publications.
- Flick, U. (2015). *El diseño de investigación cualitativa*. Ediciones Morata, S.L.
- Flick, U. (2018). *The sage handbook of Qualitative Data Collection* (M. Steele, Ed.). SAGE Publications.
- García-Lastra, M. (2013). Educar en la sociedad contemporánea. Hacia un nuevo escenario educativo. *Convergencia*, 20(62), 199-220.
- García, J. Á. (2015). El lenguaje ordinario: La clave para el aprendizaje de las matemáticas basado en problemas. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 15(1), 1-24. <https://doi.org/dx.doi.org/10.15517/aie.v15i1.17591> José
- 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>
- Gialdino, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa* (1.^a ed.). Gedisa, S.A.
- Gurises Unidos, y Fundación Telefónica de Uruguay. (2017). Programación con Scratch. En *Pensamiento computacional: Un aporte para la educación de hoy* (pp. 44-51). Recuperado de <http://www.eduteka.org/pdfdir/PensamientoComputacionalIlustrado.pdf>
- Hanč, J., Lukáč, S., Sekerák, J., & Šveda, D. (2011). Geogebra - A complex digital tool for highly effective math and science teaching. *9th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*. <https://doi.org/10.1109/ICETA.2011.6112601>
- Hernandez, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hidayah, I. N., & Fathimatuzzahra. (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*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012029>
- Jupri, A., Drijvers, P., & Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2014). Student difficulties in solving equations from an operational and a structural perspective. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 9(1), 39-55.
- Jupri, Al, Drijvers, P., & 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. (1992). The Learning and Teaching of School Algebra. En D. Grows (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 390-420). Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics Reston,.
- Kieran, C. (2006). Research on the Learning and Teaching of Algebra. En A. Gutiérrez (Ed.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education Past, Present and Future* (pp. 11-51). Sense Publishers.
- 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., & Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: A study of cas use in secondary school algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(2), 205-263. <https://doi.org/10.1007/s10758-006-0006-7>
- Koedinger, K. R., Alibali, M. W., & Nathan, M. J. (2008). Trade-offs between grounded and abstract representations: Evidence from algebra problem solving. *Cognitive Science*, 32, 366-397. <https://doi.org/10.1080/03640210701863933>
- Lager, C. A. (2006). Types of mathematics-language reading interactions that unnecessarily hinder algebra learning and assessment. *Reading Psychology*, 27(2-3), 165-204. <https://doi.org/10.1080/02702710600642475>
- Lepak, J. R., Wernet, J. L. W., & 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.
- Macgregor, M., & Stacey, K. (1997). Students' understanding of algebraic notation:11-15. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 1-19.
- Malara, N. A. (2012). *Processi di generalizzazione nell'insegnamento/apprendimento dell'algebra*.

- 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.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares de matemáticas*. Recuperado de http://cms.colombiaaprende.edu.co/static/cache/binaries/articles-339975_recurso_5.pdf?binary_rand=710
- MEN. (2002). *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/0037913471ffa29e02a31>
- MEN. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje V.2*. Recuperado de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_Matemáticas.pdf
- Muchoko, C., Jupri, A., & 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. B., Ismail, Z. B., Said, M. N. H. B. M., & Tasir, Z. B. (2017). A review on the development of algebraic thinking through technology. *Journal of computational and Theoretical Nanoscience*, 23(4), 151-155. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.7615>
- Mustaffa, N., Said, M., Ismail, Z., & 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>
- Ordóñez-Ortega, O., Gualdrón-Pinto, E., y Amaya-Franky, G. (2019). Pensamiento variacional mediado con baldosas algebraicas y manipuladores virtuales. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 9(2), 347-362. <https://doi.org/10.19053/20278306.v9.n2.2019.9180>
- Philipp, R. (2015). Many Uses of Algebraic Variables. *The Mathematics Teacher*, 85(7), 557-561.
- Popayán, Y., y Castillo, V. (2017). Situación didáctica y enseñanza del pensamiento variacional. *Educere*, 21(70), 571-579.
- Radford, L. (2016). The theory of objectification and its place among sociocultural research in mathematics education. *RIPEM*, 6(2), 187-206.
- Radford, L. (2017). A Teoria da Objetivação e seu lugar na pesquisa sociocultural em educação matemática. En V. Dias Moretti & W. Lima Cedro (Eds.), *Educação Matemática e a Teoria Histórico-Cultural: um Olhar Sobre as Pesquisas* (pp. 229-261). Mercado de Letras.
- Rojas, P., Rodríguez, J., Romero, J., y Mora, L. (1999). *La transición aritmética-álgebra* (2.^a ed.). Gaia.

- Rüede, C. (2012). Strukturieren eines algebraischen Ausdrucks als Herstellen von Bezügen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 33(1), 113-141. <https://doi.org/10.1007/s13138-012-0034-x>
- 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>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Research in Mathematics Education. En *Review of Research in Education* (Vol. 40, pp. 497-528). <https://doi.org/10.3102/0091732X16658650>
- Seng, L. K. (2010). Análisis de los errores de alumnos del primer curso de educación Secundaria en la simplificación de expresiones algebraicas. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(20), 139-162.
- Şengül, S., & 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>
- Sfard, A., & Linchevski, L. (1994). The Gains and the Pitfalls of Reification : The Case of Algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 26(2-3), 191-228. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/3482784>
- 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>
- Socas, M., Camacho, M., y Hernández, J. (1998). Análisis didáctico del lenguaje algebraico en la Enseñanza Secundaria. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (32), 73-86.
- Stacey, K., & MacGregor, M. (1997). Ideas about Symbolism That Students Bring To Algebra. *Mathematics Teacher*, 90(2), 110-113. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/27970090>
- Stacey, K., & MacGregor, M. (1999). Learning the Algebraic Method of Solving Problems. *The Journal of Mathematical Behavior*, 18(2), 149-167. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(99\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(99)00026-7)
- Stake, R. (2007). *Investigación con estudio de casos* (4.^a ed.). Ediciones Morata.
- Tabach, M., & Friedlander, A. (2017). Algebraic procedures and creative thinking. *ZDM - Mathematics Education*, 49(1), 53-63. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0803-y>

- Van den Heuvel-Panhuizen, M., Kolovou, A., & Robitzsch, A. (2013). Primary school students' strategies in early algebra problem solving supported by an online game. *Educational Studies in Mathematics*, (84), 281-307. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9483-5>
- Van Stiphout, I., Drijvers, P., & Gravemeijer, K. (2013). The development of students' algebraic proficiency. *International Electronic Journal of Mathematics Education-ΙΣJMΣ*, 8(2-3), 62-80.
- 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.
- Walkington, C., Clinton, V., Ritter, S. N., & 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>
- Warren, E., Trigueros, M., & Ursini, S. (2016). Research on the learning and teaching of algebra. En *The second handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 73-108). Sense Publishers.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, (25), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- 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>
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7-14. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Zayyadi, M., Nusantara, T., Subanji, Hidayanto, E., & 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>

Anexos

Anexo 1: Preguntas entrevista semiestructurada

1. ¿Cuáles son los aprendizajes que más resaltas de la participación en la propuesta y cuáles fueron los desafíos que te marcaron?
2. ¿Qué elementos resaltarías de scratch que te permitieron desarrollar las actividades propuestas? Menciona un episodio que te haya llamado la atención con el uso de scratch e indica por qué.
3. A partir de la interacción con scratch propuesta en el encuentro #2, ¿qué podrías destacar de la relación entre los problemas presentados en el recurso y la información que debías ingresar?
4. ¿Cuáles consideras que fueron los desafíos al momento de construir la animación de tal manera que al formular las preguntas los compañeros lograran dar la respuesta?
5. Cuando plantearon las expresiones algebraicas en los desafíos del encuentro # 3, donde debían construir expresiones algebraicas relacionadas con un terreno y una bandeja paisa, ¿Cuáles fueron los elementos que tuviste en cuenta para dichas construcciones?
6. En el encuentro donde se construyó la carta con los menús y luego debían elaborar preguntas donde fuera necesario construir una expresión algebraica ¿qué fue lo que más te costó al construir las preguntas y sus respectivas expresiones?
7. ¿De qué manera la propuesta te permitió vincular scratch con las expresiones algebraicas? Narra cómo fue tu proceso de construcción de la animación presentada en el encuentro #5

Anexo 2: Consentimiento informado

Participación en el proyecto de investigación “Enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria a partir del lenguaje cotidiano y de la tecnología digital Scratch”.

Se adelanta una investigación en la Maestría en Educación, modalidad virtual que busca analizar el aporte de una propuesta para la enseñanza de expresiones algebraicas en educación secundaria, que favorezca la asociación del lenguaje cotidiano y el lenguaje algebraico por medio de una estrategia que integra la tecnología digital Scratch. Para el desarrollo de esta, se invita a los estudiantes de los grados 8 de la Institución Educativa para que participen a través de las interacciones que se dan entre estudiantes, profesores y conocimiento disciplinar. En ese sentido, los datos que serán importantes para el análisis en la investigación son:

- Videos que se registran en algunas de las sesiones de clase importantes para la investigación.
- Diálogos, producción manuscrita (física y digital) y demás recursos que se utilicen en clase y sean elaborados por los participantes.
- Audios y videgrabaciones de entrevistas.

Por lo anterior, les solicitamos su colaboración y respaldo autorizando el registro de esta investigación a través de los medios anteriormente mencionados, con el fin de que posteriormente sea analizada en función de los objetivos del proyecto. Sobre la participación en el proyecto informamos que:

1. La participación en el proyecto es voluntaria.
2. Los estudiantes se pueden retirar de la investigación en cualquier momento sin que eso represente un perjuicio para ellos.
3. La participación en la investigación no tendrá efectos sobre la calificación (notas) de los desempeños de los estudiantes.
4. Los estudiantes no tendrán incentivos económicos por su participación en el proyecto.
5. Toda la información obtenida será archivada en papel y medio electrónico. El archivo se guardará en la Universidad de Antioquia bajo la responsabilidad del equipo de trabajo.
6. La información recolectada solo se utilizará para fines académicos. En caso de requerir usar alguna imagen o transcripción para algún informe de investigación se hará guardando la identidad de los participantes.

Agradecemos su aporte a la comunidad científica y educativa del país, con certeza permitirán ampliar los desarrollos y comprensiones que se tienen sobre los ambientes que propician un aprendizaje de la matemática.

Manifiesto que no he recibido presiones verbales, escritas y/o mímicas para participar en el estudio; que dicha decisión la tomo en pleno uso de mis facultades mentales, sin encontrarme bajo efectos de medicamentos, drogas o bebidas alcohólicas, consciente y libremente.

He leído y escuchado satisfactoriamente las explicaciones sobre la participación en esta investigación. Así mismo, se me brinda copia del consentimiento informado y he tenido la oportunidad de hacer preguntas a las cuales se me han respondido satisfactoriamente, por lo que estoy de acuerdo en participar en ella y autorizo el uso de la información obtenida para los propósitos planteados en el apartado introductorio del presente consentimiento.

Firma de estudiante

Nombre:

Número de identificación:

Tel:

Fecha:

Firma de acudiente

Nombre:

Número de identificación:

Tel:

Fecha:

Eliana Isabel Cardona Cortés

Investigadora

Correo: eisabel.cardona@udea.edu.co

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia

Tatiana María Serna Agudelo

Investigadora

Correo: tmaria.serna@udea.edu.co

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia

Jaime Andrés Carmona Mesa

Asesor del proyecto de maestría

Correo: jandres.carmona@udea.edu.co

Facultad de Educación – Universidad de Antioquia

Anexo 3: Formato de evidencias**Enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria a partir del lenguaje cotidiano y de la tecnología digital Scratch****Investigadoras****Eliana Isabel Cardona Cortés****Tatiana María Serna Agudelo****Maestría en Educación, modalidad virtual****Nombre estudiante:** _____**Fecha:** _____**Institución educativa:** _____**Encuentro # 2****Interacción con Scratch**

Escribe cada una de las respuestas dadas a la animación propuesta en Scratch.

Pregunta 1: _____

Pregunta 2: _____

Pregunta 3: _____

Pregunta 4: _____

Pregunta 5: _____

Enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria a partir del lenguaje cotidiano y de la tecnología digital Scratch

Investigadoras

Eliana Isabel Cardona Cortés

Tatiana María Serna Agudelo

Maestría en Educación, modalidad virtual

Nombre estudiante: _____

Fecha: _____

Institución educativa: _____

Encuentro # 3

Socialización tarea

Describe cada una de las acciones realizadas según lo propuesto por tu docente en el encuentro #

3.

1.

2.

3.

4.

5.

Enseñanza de las expresiones algebraicas en educación secundaria a partir del lenguaje cotidiano y de la tecnología digital Scratch

Investigadoras**Eliana Isabel Cardona Cortés****Tatiana María Serna Agudelo****Maestría en Educación, modalidad virtual****Nombre estudiante:** _____**Fecha:** _____**Institución educativa:** _____**Tarea encuentro # 4**

Completa la siguiente tabla

Producto (Añadir descripción)	Valor
Sopa	
Seco	
Postre	
Bebida	
Menú completo	

Preguntas encuentro # 4

Escribe las expresiones algebraicas correspondientes a las preguntas realizadas por tu docente durante el encuentro # 4.

Pregunta 1: _____

Pregunta 2: _____

Pregunta 3: _____

Pregunta 4: _____

Pregunta 5: _____

Anexo 4: Desafíos

Desafío # 1

En una finca se realizará una reunión familiar, donde el almuerzo será una bandeja paisa. Algunas de las cantidades para cinco personas son:

250 gr de frijol

5 huevos

750 gr de chicharrón

250 gr de arroz



Plantea expresiones algebraicas que permitan calcular la cantidad de ingredientes necesarios para una bandeja paisa independientemente de la cantidad de personas que asistan a la reunión familiar con el fin que no haya desperdicio de alimentos.

<https://ideaboardz.com/for/Eliana%20Isabel%20Cardona/3413662>

Desafío # 2

3 c



m

Se tiene un terreno en forma rectangular con diferentes sembrados como café, yuca, maíz y plátano. De acuerdo con las dimensiones indicadas en la figura, construye las expresiones algebraicas que representen

- b
- ❖ El área de terreno que ocupa el sembrado de maíz.
 - ❖ El área de terreno ocupada por el plátano y la yuca.
- 25
- ❖ El área del terreno sin tener en cuenta el sembrado de yuca.
 - ❖ El área total del terreno.

78

<https://ideaboardz.com/for/Eliana%20Isabel%20Cardona/3413669>