

La metodología activa STEAM para el desarrollo de la multiplicación en los problemas algebraicos en estudiantes de secundaria

The active STEAM methodology for the development of multiplication in algebraic problems in high school students

Miguel Ángel González Villegas (México)

t321agvillegas@g.upn.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8599-9188>

José de Jesús Hernández Díaz (México)

pepehdz329@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene el propósito de profundizar en el estudio de las implicaciones del pensamiento crítico en la resolución de problemas matemáticos. Al utilizar algoritmos como el de la multiplicación se nutre la experiencia para ampliar el reconocimiento que las y los estudiantes tienen sobre los usos prácticos de algunos contenidos vinculados a las ecuaciones lineales y cuadráticas, es decir, a la medición y el cálculo en diferentes contextos. Dicho proyecto descrito se encuentra orientado a la transformación de la práctica de la enseñanza, del tacto pedagógico y de la mirada de la docencia en este tipo de contenidos con el objetivo de integrar a las y los estudiantes en el avance tangible de sus procesos de aprendizaje, a través del desarrollo de una serie de estrategias innovadoras como lo es la metodología STEAM.

Dicha metodología aplicada, sirve de base para la formulación de este artículo, y en sintonía con las políticas de la Nueva Escuela Mexicana (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022). Denominada como STEAM por sus siglas en inglés *Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics* (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas).

Esta investigación aplicada es de tipo inductiva y tiene como objetivo analizar el fenómeno observado, desde una mirada de corte cualitativo, en virtud de que uno de los propósitos fue el de encontrar respuestas, mediante una investigación científica, a un problema de la cotidianidad escolar y del aula, en el nivel medio de educación básica. La investigación se desarrolló en una escuela telesecundaria de una comunidad rural y de forma

particular con un grupo de adolescentes de tercer grado integrado por ocho mujeres y seis hombres.

Entre los resultados más relevantes obtenidos, destaca que además de las mejoras en el aprendizaje, los estudiantes también superaron algunas barreras cognitivas y aumentaron el nivel de motivación y compromiso en el aprendizaje matemático y el desarrollo del pensamiento algebraico.

Palabras clave: Resolución de problemas, metodología STEAM, algoritmo de la multiplicación, pensamiento algebraico.

Abstract

The purpose of this work is to deepen the study of the implications of critical thinking in solving mathematical problems. By using algorithms such as multiplication, experience is nourished to expand the recognition that students have of the practical uses of some content linked to linear and quadratic equations, that is, to measurement and calculation in different contexts. Said project described is oriented towards the transformation of teaching practice, pedagogical touch and the perspective of teaching in this type of content with the aim of integrating students in the tangible progress of their learning processes. , through the development of a series of innovative strategies such as the STEAM methodology.

This applied methodology serves as the basis for the formulation of this article, and in line with the policies of the New Mexican School (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2022). Referred to as STEAM for its acronym in English Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

This applied research is of an inductive type and aims to analyze the observed phenomenon, from a qualitative perspective, since one of the purposes was to find answers, through scientific research, to a problem of daily school life and of the classroom, at the middle level of basic education. The research was carried out in a telesecondary school in a rural community and specifically with a group of third grade adolescents made up of eight women and six men.

Among the most relevant results obtained, it stands out that in addition to improvements in learning, students also overcame some cognitive barriers and increased the level of motivation and commitment in mathematical learning and the development of algebraic thinking.

Keywords: *Problem solving, STEAM methodology, multiplication algorithm, algebraic thinking.*

I. Introducción

El tema del presente artículo es la resolución de problemas matemáticos mediante el algoritmo de la multiplicación en el contexto donde interactúan las y los estudiantes de un grupo escolar de telesecundaria, mediante la implementación de metodologías activas. Uno de los principales objetivos es explicar cómo se puede promover el pensamiento crítico a través del proyecto de intervención *Fortalecimiento de la Aritmética de la Multiplicación en un grupo escolar remoto de tercer grado para la resolución de problemas del entorno*. El programa se implementa de acuerdo con las *Orientaciones Curriculares de la Nueva Escuela Mexicana* (NEM) (SEP, 2019), donde se aborda el campo formativo de saberes y pensamiento científico, al pensamiento crítico como habilidad mental y como eje articulador. La metodología aplicada es la STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) orienta y sistematiza actividades de aprendizaje y estrategias de enseñanza y aprendizaje. Uno de los fundamentos teóricos de este proyecto es la teoría del desarrollo cognitivo (Piaget, 1974), y otros autores hablan de la práctica y la reflexión para promover el desarrollo psicológico. Además, otro de los objetivos del estudio es considerar las deficiencias que tienen las y los estudiantes de tercer grado de telesecundaria al resolver multiplicaciones y cómo pueden utilizarlas para desarrollar estrategias matemáticas que apliquen en su cotidianidad escolar al igual que en su comunidad, mediante la implementación del plan analítico diseñado para fortalecer el aprendizaje del algoritmo de la multiplicación y la resolución de problemas.

En este planteamiento de desarrollo educativo se han proyectado una serie de supuestos hipotéticos que consisten en la formulación de preguntas y objetivos de la investigación. Como primera hipótesis, se propuso un mejor aprendizaje del algoritmo de multiplicación y la resolución de problemas entre los estudiantes que apoyarán sus

interacciones diarias. En la segunda hipótesis, se asume que el desarrollo de un plan analítico permitiría impulsar el aprendizaje del algoritmo de la multiplicación y la resolución de problemas que surgen en el contexto de las y los estudiantes. Finalmente, la tercera hipótesis propone un adecuado apoyo teórico y metodológico a las intervenciones pedagógicas ayudarán a mejorar el aprendizaje de algoritmos de la multiplicación y la resolución de problemas en grupos telesecundaria en tercer grado.

El diseño de la intervención y la evaluación del proyecto se contextualiza en la escuela Telesecundaria *Gustavo Díaz Ordaz* con clave 32ETV0405E, ésta se encuentra ubicada en la comunidad de *Granadas, Villa García* y pertenece al estado de *Zacatecas*. En esta institución de nivel medio trabajan cinco maestros, una maestra y un director; estos actores son facilitadores de la educación y orientan a los alumnos en la adquisición del currículo escolar, y en la organización e integración de proyectos, ya sea en gestión o práctica. Se cuenta con una matrícula de 97 alumnos, organizados en 6 grupos escolares y distribuidos en seis aulas de clases.

Para realizar la intervención pedagógica se realizó un diagnóstico considerando tres dimensiones: el contexto; los sujetos, sus prácticas e interacciones; y la teórica. Como técnicas se utilizó la observación participante y la entrevista. Se recabó la información mediante diversos instrumentos; se analizó y describió el fenómeno y se procedió a la validación de datos mediante la técnica de la triangulación. Esto permitió delimitar el objeto de estudio, plantear y focalizar el problema de forma que las estrategias implementadas, desde esta base indispensable de conocimiento, apoyaron la resolución de los ejercicios que en la cotidianidad y en la escuela se presentan al alumnado.

En el espacio escolar se presentan algunas Barreras para el Aprendizaje y la Participación (BAP) que limitan las posibilidades de lograr un mejor desempeño académico. Por ejemplo, no se cuenta con suficientes medios tecnológicos para reforzar las actividades y el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que se carece de dispositivos tecnológicos y la mayoría de los que se encuentran disponibles no funcionan. No se cuenta con algún personal de apoyo para el mantenimiento de la institución y los padres y madres de familia son quienes se hacen cargo del mantenimiento de la escuela. En la materia de matemáticas, en el campo formativo de *Saberes y pensamiento científico*, es necesario atender las situaciones que

dificultan el desarrollo en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en el dominio de los propios contenidos. Las carencias se dan en las actividades escolares, ya sea en la interacción con los compañeros en las prácticas que impliquen el uso de multiplicación como en el caso de algún juego, o en las actividades del campo formativo, ya que los alumnos tienen dificultades para analizar los problemas y no identifican las relaciones del algoritmo de multiplicación para resolver problemas presentes en el contexto, dentro de su cotidianidad.

Sobre el algoritmo existían dudas en el grupo escolar, con respecto al momento de la situación problemática en que es propicio usarlo, así como en la construcción de las inferencias sobre el resultado que puede lograrse. Además, también se presentaban dificultades al implicar esta operación en la resolución de problemas y en el marco de sus actividades fuera de la telesecundaria, ya sea en la calle o su hogar, de manera que no les era posible solucionar el problema de razonamiento matemático, sobre la compra y venta de algún producto en determinada tienda o comprender, por ejemplo, la relación entre las dimensiones de las estructuras y construcción de hogares, espacios o incluso objetos.

Respecto a las acciones realizadas en el grupo escolar y en el contexto para apoyar al alumnado de la telesecundaria en la mejora de sus conocimientos y habilidades al realizar multiplicaciones, se hacían operaciones como práctica, se solucionaban algoritmos, pero desvinculados de situaciones problemáticas reales. Los ejercicios implementados anteriormente, no impactaron en el alumnado, ya que las situaciones que presentaban eran escenarios ajenos a su cotidianidad, por eso en el diseño de la intervención pedagógica se programaron actividades que representaron situaciones y problemas del contexto del alumnado, al resolverlos los estudiantes experimentaron desde su realidad, con lo cual ganaron aprendizajes y mejoraron sus habilidades al desarrollar esta operación y su pensamiento crítico.

En la fase del diseño de la intervención pedagógica y en acuerdo con las orientaciones del Plan de Estudios 2022, se construyó un programa analítico para contextualizar, adaptar los contenidos y procesos de desarrollo de aprendizaje a la realidad áulica y escolar de las y los estudiantes y, con ello, se dio mayor pertinencia al abordaje de los contenidos propuestos por el programa sintético. De este se derivó la construcción de la respectiva planeación

didáctica, aplicada durante cada una de las semanas que duró la intervención en el grupo escolar.

En este proyecto se aplicó el eje articulador del pensamiento crítico como herramienta para mejorar la educación integral del alumnado y contribuir a su desarrollo. Esta habilidad de pensamiento “posibilita una práctica reflexiva orientada al cuestionamiento sobre las condiciones del mundo que nos rodea, así como de las ideas y razonamientos propios, como base para la generación de cambio en beneficio de nuestro entorno social y natural” (Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación [MEJOREDU], 2023, p. 5). Es así que, más allá de favorecer la invocada *práctica reflexiva* se promueve también la autogestión del aprendizaje de las y los estudiantes desde una perspectiva que considera la generación de conocimientos desde los principios de la objetividad y la sistematización. Se trasciende el sentido común y se mejora considerablemente las capacidades para el análisis y la selección de la información, para la construcción de argumentos consistentes y la elaboración de juicios válidos que soportan la emisión de conclusiones fundadas en datos y en evidencias concretas.

II. Fundamento teórico

La NEM es una política educativa del estado mexicano, su objetivo principal es enfatizar y prestar mayor atención a diversos aspectos de la vida escolar diaria, contenidos, proceso de aprendizaje, práctica docente, entre otros., así como atender de manera significativa a las particularidades de la situación que afectan al desarrollo educativo de los estudiantes. En la nueva visión de la educación en México, la comunidad educativa y los estudiantes están en el centro del desarrollo educativo.

Es necesario intervenir en el campo académico, para que las y los alumnos fortalezcan sus conocimientos en el algoritmo de la multiplicación y la resolución de problemas, por considerar importante reflexionar sobre el porqué es útil conocer y emplear la multiplicación, su procedimiento. Según Sierra Delgado et al. (2013), se “postula que toda actividad matemática puede interpretarse como una actividad de estudio y producción de praxeologías con el objetivo de responder a ciertas cuestiones problemáticas” (p. 807).

Se trata entonces de que el alumnado también desarrolle habilidades con relación al pensamiento crítico, desde esta base podrán reconocer la secuencia de acciones a seguir en

la intervención de determinada problemática. “La integración de los componentes de una praxeología se refleja en el tipo de actividad de estudio y de ayuda al estudio de las matemáticas que propone la teoría antropológica de lo didáctico” (Sierra Delgado et al. 2013, p.807). Se pretende que los alumnos y las alumnas logren encaminar su razonamiento en determinada situación y la abordan desde su perspectiva, la cual se ha desarrollado a partir del ir y venir entre la teoría y la práctica. Esto será útil para la comprensión de nuevos contenidos y con mayor grado de dificultad.

En la planeación didáctica, se establecen los contenidos y procesos de aprendizaje explícitos, que están encaminados a desarrollar secuencias didácticas en las que el alumnado se apoya para construir sus aprendizajes. No obstante, en las matemáticas, dado el gran espacio para la reflexión de las y los estudiantes, se desarrollan varios procedimientos derivados de la búsqueda de soluciones para una situación, tarea o problema. Los alumnos y las alumnas tienen la posibilidad de identificar el problema y cuestionarse a sí mismos el por qué surge, para qué y cómo podrá resolverse. Según Sierra Delgado et al. (2013) “La matemática escolar se caracteriza porque el discurso matemático que explica justifica e interpreta las técnicas, sean estas algorítmicas o no, no está integrado en la práctica matemática de los alumnos con el objetivo de hacerla más eficaz”. (p. 809). Con ello, el autor se refiere a las técnicas cognitivas que adopta y construye el alumno, a partir de las orientaciones didácticas que brinda el docente, por lo que las y los estudiantes desarrollan habilidades, como las del pensamiento crítico. Estas habilidades les permiten evaluar un problema e intervenir en él de la manera más adecuada.

Según Sierra Delgado et al. (2013) “en la enseñanza secundaria no se cuestiona la interpretación del resultado que se obtiene al aplicar una técnica de derivación ni, mucho menos, el proceso mediante el cual se obtiene dicho resultado” (p. 809). En este sentido y en lo general, en el aula se interpretan las técnicas de acuerdo con las instrucciones del docente. En la mayoría de los casos, para las y los estudiantes, esta será la manera más adecuada para resolver determinada tarea o actividad. El proceso desarrollado entonces para la resolución del problema queda así sin analizar y con ello se limita la posibilidad de lograr reflexiones para la mejor comprensión del origen del resultado.

Los problemas para resolver y en donde se implica el algoritmo de la multiplicación surgen fuera del contexto escolar, por eso hay que establecer pasos, un proceso, seleccionando la estrategia adecuada para desarrollar habilidades en la mejora de su técnica. Según Sierra Delgado et al. (2013) “los aspectos del cuestionamiento tecnológico-teórico más claramente ausentes en las organizaciones matemáticas escolares, es el que hace referencia a la posibilidad de intercambiar los datos y las incógnitas de un problema y la correspondiente inversión de la técnica matemática” (p. 811). Así es posible que, en algunas situaciones, la mediación docente pueda dar pautas para intercambiar datos y cuestionamientos sobre un problema, ir más allá del procedimiento convencional, para mejorar, mediante el análisis y la reflexión, los aspectos del cuestionamiento tecnológico teórico. Se trata de lograr una relación deseable entre herramientas y medios para resolver problemas matemáticos con multiplicaciones, ya que tradicionalmente se realizan los procedimientos desde una perspectiva ajena a la comprensión de la técnica, por lo que no se puede incluir otra operación un mismo procedimiento.

Una parte del proceso matemático para la resolución de problemas radica en desarrollar los procedimientos para resolver los diferentes algoritmos, en este caso el de la multiplicación. El andamiaje pedagógico y didáctico tiene como fin apoyar al alumnado para desarrollar técnicas que les permitan mejorar esos procedimientos, además fortalecer su pensamiento crítico.

El papel de un cálculo es asegurar su resultado y permitir su control. El objetivo del aprendizaje es permitir al ejecutante tener confianza suficiente en su trabajo. La velocidad de ejecución es solo un factor subalterno. La fiabilidad depende de diferentes factores, algunos dependen del que lleva a cabo la técnica (Sierra Delgado et al., 2013, p. 811).

De aquí se desprende un argumento sobre la importancia de realizar cálculos adecuados y cómo el realizar estas actividades impactan en la vida de las y los estudiantes. En este sentido es propicio que ellos reconozcan sus habilidades e interactúen entre sí en la resolución de tareas o problemas con un pensamiento crítico orientado al desarrollo de sus técnicas y habilidades para mejorar su comprensión.

Las etapas del desarrollo cognitivo según Piaget (1974), con énfasis en la etapa de las operaciones formales y el desarrollo del pensamiento abstracto, por los propósitos de la presente investigación, es una de las teorías más estudiadas y que se han implicado en intervenciones educativas, pedagógicas, debido a su organización por etapas según el periodo de edad de las y los aprendices.

Piaget (1974), expone que el ser humano está en constantes cambios desde su nacimiento, a medida que crece desarrolla habilidades, en este proceso organiza mentalmente la información que percibe, ya sea a través de la vista, los sonidos, el olor, lo que toca y la comida que prueba e ingiere. Es muy importante este punto porque el ser humano es sensorial. Estos sentidos se desarrollan de forma paulatina a partir del nacimiento. Como se sabe nuestros sentidos son una fuente directa para recibir información y conforme evolucionan impactan en el desarrollo cognitivo del sujeto. Crece la habilidad de conocer, analizar y adaptar los datos, la información, para así generar conocimientos que después darán pauta a la evolución cognitiva, procedimental y actitudinal. El avance en estas dimensiones del conocimiento serán útiles al sujeto cognoscente para desarrollarse en su contexto y generar respuestas a sus necesidades.

Durante su estancia en la educación media, el nivel de secundaria, las y los adolescentes se encuentran ya, según Piaget (1974), en la etapa de las operaciones formales. Esta fase del desarrollo cognitivo según el autor es la última y puede comenzar desde los once o doce años. Se caracteriza por el alcance de pensamientos más abstractos y se perfecciona el uso del pensamiento y ello tiene amplias implicaciones en el desarrollo del razonamiento matemático y en la posibilidad de las y los adolescentes para conocer, analizar y resolver problemas. En esta etapa se posibilita también la manipulación de ideas y proposiciones, la capacidad de razonamiento toma como una de sus bases a las declaraciones verbales. Según Piaget (1974) los mecanismos del desarrollo son partes del proceso de la evolución y el crecimiento cognitivo, debido a que la influencia de éstos marcará un antes y después. Se refiere a las experiencias en correlación con los conocimientos que el sujeto cognoscente ya posee.

De entre las habilidades para aprender, se menciona a la asimilación de la información por el ser humano, ella permite incorporar nueva información a los esquemas cognitivos ya existentes (Piaget, 1974), de ella se parte para reflexionar sobre lo que se percibe, y posibilita

establecer relaciones mediante construcciones mentales, así se genera y organiza nueva información. Sin la ejecución de este proceso de la asimilación se limitan las posibilidades para ampliar los conocimientos. Cuando la asimilación no es suficiente para ajustarse a los esquemas cognitivos del sujeto cognoscente, entonces se genera el proceso de la acomodación, como un proceso de adaptación complementario. Así será posible encontrar similitudes, nuevas relaciones, diferencias para dar paso a la construcción de un nuevo esquema mental. Este es un proceso exhaustivo y crea dilemas cognitivos en los cuales el sujeto caracteriza la información. Después se genera una resignificación a este conocimiento o se realiza una adaptación. Es indispensable esta parte del proceso de aprendizaje porque a través de él se fortalece la madurez mental. La recepción o percepción de datos es más certera y como consecuencia el ser humano desarrolla habilidades para su convivencia y supervivencia.

En el marco de este proceso cognitivo de la asimilación y/o de la adaptación es menester expresar que las matemáticas están constituidas por “Tipos de tareas, técnicas, tecnologías y teorías, son pues las cuatro categorías de elementos que componen una organización o praxeología matemática” (Sierra Delgado et al., 2013, p. 812). Los autores se refieren a los fundamentos presentes en los procesos matemáticos, desde las teorías, los contenidos y procedimientos, así como las tecnologías y herramientas, diseñadas para resolver tareas, problemas y ejercicios académicos. La puesta en práctica de tales saberes promueve el desarrollo cognitivo de las y los estudiantes. De esta forma la construcción del pensamiento crítico se guía por los argumentos teóricos y la contrastación con lo empírico al enfrentar el alumnado los retos presentes en la cotidianidad.

¿Pero, porqué impulsar el desarrollo del pensamiento crítico para la resolución de problemas que impliquen el algoritmo de la multiplicación en una escuela telesecundaria? Sin duda este pensamiento constituye una habilidad esencial en el estudio de esta disciplina y es muy importante en los procesos de aprendizaje del campo formativo de los saberes y el pensamiento científico. Con este pensamiento se fomenta en el aula “la capacidad de los estudiantes para analizar, evaluar y resolver problemas de manera reflexiva y creativa” (Calculaareas, s/f, párr. 1).

La implicación del pensamiento crítico en el proceso de enseñanza aprendizaje propicia el trabajo colaborativo y la discusión colectiva, además de fomentar el debate. Esto tiene particular relevancia en el aula en el análisis de los procesos para la resolución de problemas y las implicaciones que en ellos pueda tener, por ejemplo, el algoritmo de la multiplicación. Los estudiantes pueden entonces, en un ambiente de diálogo y de confianza, compartir sus ideas, generar propuestas, analizar y evaluar procedimientos y posibles soluciones. “La discusión también permite que los estudiantes confronten y superen posibles sesgos o preconcepciones, ya que deben considerar y responder a diferentes perspectivas. La participación en debates matemáticos desarrolla habilidades de comunicación, pensamiento analítico y argumentación basada en evidencias” (Calculaareas, s/f, párr. 3). Mediante el trabajo colectivo se propicia el trabajo que promueve la objetividad en el proceso de construcción de conocimiento al evitarse el manejo de sesgos en la información o en la ruta de los procedimientos, se fortalece entonces la investigación científica al incidir en la sistematización de los saberes.

Otras cuestiones derivadas del desarrollo del pensamiento crítico en el marco de la enseñanza de las matemáticas se refieren a estimular la exploración y la indagación, las y los estudiantes pueden entonces, a partir de las situaciones problemáticas que se presenten en el aula o en sus contextos, formular preguntas, buscar evidencias y construir explicaciones argumentadas y fundadas en datos concretos, es posible entonces inferir posibles soluciones. Las habilidades en mención a través del desarrollo de esos procesos psicológicos superiores fomentan el pensamiento crítico y proponen al alumnado retos y desafíos para trascender el sentido común e incursionar en la indagación científica.

Para la enseñanza aprendizaje de las matemáticas el razonamiento deductivo es esencial. Este tipo de razonamiento “es una forma de argumentar donde una premisa, considerada válida, dirige hacia una conclusión concreta que también será válida. Del razonamiento deductivo se dice que va de lo general a lo particular” (Lifeder, s/f, párr 1). Ahora bien, esta habilidad se imbrica en la construcción del pensamiento crítico matemático. Mediante su aplicación “es posible utilizar reglas y propiedades matemáticas para llegar a conclusiones lógicas y justificadas” (Calculaareas, s/f, párr. 4). En los procesos de enseñanza para la resolución de problemas que impliquen el algoritmo de la multiplicación es menester

promover el razonamiento deductivo, a partir de promover la autogestión del aprendizaje del alumnado mediante el conocimiento, la exploración y comprensión de las reglas y propiedades matemáticas, a partir de esta base cognitiva podrán entonces seleccionar y definir sus estrategias para la gestión y resolución de diferentes problemas. Mediante el uso de sus conocimientos y la implicación de las estrategias adecuadas podrán construir conclusiones válidas y oportunas.

III. Metodología

La presente es una investigación inductiva a partir de la que se describe y analiza el fenómeno del proceso de enseñanza aprendizaje con respecto al tema del algoritmo de la multiplicación para la resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento crítico. La metodología específica que dio pauta a la intervención pedagógica, en el marco del desarrollo del proyecto de desarrollo educativo fue el enfoque STEAM. De esta se desprendió la construcción de las estrategias implementadas durante la intervención y pretendieron atender un problema sensible de un grupo escolar de educación telesecundaria, con respecto a las carencias presentes en sus saberes y pensamiento científico.

La SEP (2023a) reconoce este papel protagónico del enfoque para que las y los estudiantes desarrollen habilidades científicas y tecnológicas. “La metodología STEAM se ha convertido en una herramienta poderosa para lograr este objetivo, ya que combina la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas en un enfoque integrado de aprendizaje” (párr. 1). Desde la política educativa de la NEM se ha impulsado la implementación de esta metodología en el currículum de la educación básica, sobre todo en los niveles de educación primaria y secundaria, en sus diferentes modalidades. “Con un enfoque centrado en el aprendizaje activo y basado en proyectos, esta escuela busca formar a los estudiantes del siglo XXI, preparándolos para los desafíos del mundo actual” (SEP, 2023b, párr. 2).

La metodología STEAM involucra disciplinas abordadas por separado en la educación básica o excluyéndose de la integración de diferentes currículos y para la formación de niños, niñas y adolescentes. Como se afirma se trata de afianzar los vínculos, las relaciones y conexiones necesarias para promover aprendizajes en contextos complejos y en donde los retos y problemas cotidianos que involucran a estas disciplinas no se presenten de forma

aislada (SEP, 2023a). Al trabajarse como proyectos esta metodología da pauta para que el alumnado construya una experiencia directa mediante la colaboración, en este marco desarrolla también habilidades para la toma de decisiones y se promueve la autogestión del aprendizaje y la autonomía académica.

La intervención se dividió en seis semanas, cada una de ellas con una temática definida y vinculada con la metodología STEAM.

Figura 1.

Intervención pedagógica.



Nota: En esta figura se enlista las seis semanas de intervención pedagógica en la que se dividió el proyecto implementando la metodología STEAM.

La *primera semana* se diseñó para su aplicación y derivada de la metodología STEAM fue la *generalización de patrones*. Esta estrategia consiste en propiciar la reflexión de las y los estudiantes para que a partir de la experiencia de aprendizaje establezcan relaciones entre figuras, objetos y sucesiones numéricas. Para Zapatera Linares (2002) “el trabajo con patrones y el estudio de sus regularidades y propiedades pueden contribuir de forma eficaz a la creación de estos ambientes” (p. 136). El autor se refiere a que la estrategia

generalización de patrones como un método que ayuda a el alumnado a experimentar con los resultados que obtienen al trabajar con el álgebra, ya que comprenderán los elementos que influyen en la construcción de sucesiones.

La *segunda semana* se pensó en impulsar los procesos de aprendizaje con respecto a las ecuaciones lineales y cuadráticas. Con este antecedente se diseñó la estrategia sobre *graficación de las ecuaciones*, esta guía de las acciones a desarrollar consiste en que el alumnado observe, conozca y comprenda el comportamiento de las ecuaciones a partir de los resultados obtenidos. Se trata también de identificar las diferencias entre las gráficas de la ecuación lineal y la cuadrática. Para Miranda et al. (2007), “la manera de dar cuenta del uso e interpretación de gráficas que hacen los estudiantes supone, naturalmente, la adopción de una postura epistemológica que permite la interpretación que se hace del trabajo del alumno” (p. 6).

La *tercera semana* se seleccionó la estrategia *Cálculo de volumen de prismas y pirámides*, con el propósito de apoyar al alumnado a conocer las diferentes fórmulas para calcular el volumen que ocupan los cuerpos que tienen similitud con estructuras y construcciones del contexto externo e interno de la escuela, de manera que los y las estudiantes además de reconocer las fórmulas necesarias para realizar cálculos logran establecer relación con las dimensiones de los lugares que los rodean. Según Mendieta et al. (2022), “uno de los propósitos de las matemáticas no es solamente conocer y saber aplicar las fórmulas, sino aprender y desarrollar las habilidades” (p. 19), de forma que las y los estudiantes a partir de practicar con las fórmulas, obtuvieron aprendizajes que les ayudarán a desarrollar su pensamiento crítico, debido a que serían sujetos más reflexivos y asertivos.

La *cuarta semana* se eligió implementar la estrategia *Teorema de Pitágoras*, ya que el contenido a abordar seguiría siendo medición y cálculos en diferentes contextos. Era importante que el alumnado conociera e implementara las funciones de este teorema, eso les permitiría realizar cálculos y mediciones en estructuras del hogar, en la comunidad o en algún objeto. Para Strathern (1997) “el Teorema de Pitágoras significa el comienzo del razonamiento educativo” (párr. 1). Esta herramienta matemática, no solo ayuda a los alumnos y las alumnas a realizar cálculos, sino que también les permite interpretar información y

generar procedimientos a partir de conocer el teorema, para así desarrollar su pensamiento crítico y favorecer sus prácticas cotidianas.

La *quinta semana* se preparó la estrategia de *Razones trigonométricas* a fin de que el alumnado comprendiera la relación que hay entre los ángulos y las longitudes de estructuras u objetos con forma de triángulo rectángulo. “La trigonometría es una rama de las matemáticas que estudia la relación entre los lados y los ángulos de los triángulos, en particular, los triángulos rectángulos” (NEM, 2023, párr. 5). Con ello los alumnos y alumnas obtendrían pautas para guiarse en la resolución de problemas que tengan como propósito desarrollar cálculos empleando las razones trigonométricas. De esta forma se favorece la interpretación y la formulación de los problemas, de igual manera les permite expresar sus aprendizajes al practicar con esta estrategia.

La *sexta semana* y para cerrar con este proceso de planeación metodológica, se trabajó con la estrategia *Encuentra relaciones de volumen*, en ella el estudiantado podría informarse sobre diferentes fórmulas, así como las similitudes entre prismas, para luego sustentar sus aportes sobre las relaciones de volumen que puede haber entre algunos prismas. “Todos los cuerpos físicos ocupan un espacio que varía según sus proporciones y la medida de dicho espacio es el volumen”, (Enciclopedia Concepto, s/f, parr. 2). El alumnado al comparar los diferentes prismas analizados, podrá calcular e inferir las respectivas dimensiones para luego encontrar relación entre las fórmulas empleadas. También favorecerá la generación de nuevas habilidades para resolver problemas a través de una mejor interpretación de las fórmulas y datos.

IV. Resultados y discusión

En este apartado se analizan los resultados y se discuten a partir del abordaje teórico-metodológico.

En la *primera semana* de la intervención pedagógica se estudió el contenido de introducción al álgebra, en el cual se trabajó con el proceso de desarrollo de aprendizaje relacionado con la generalización de patrones, el alumnado “representa algebraicamente áreas y volúmenes de cuerpos geométricos y calcula el valor de una variable en función de las otras.” (SEP, 2022, p. 57). Al inicio de las sesiones los alumnos y las alumnas tenían

dudas sobre los conceptos de álgebra, expresiones algebraicas, así como la generalización de patrones. Además, al abordar las actividades las y los estudiantes no correlacionaban los símbolos con las operaciones correspondientes, de la misma forma, cuando la expresión era de segundo grado, no encontraban relación entre las expresiones algebraicas y la generalización de patrones. Se ejemplificó cómo un símbolo puede representar determinado número de figura u objeto. Se usaron ejemplos de figuras para establecer relación entre los símbolos y el proceso de desarrollo de las expresiones algebraicas.

Durante la *segunda semana* se estudió el contenido de graficación de las ecuaciones, trabajando los procesos de desarrollo de aprendizaje a través de la estrategia innovadora Graficación de resultados de ecuaciones del tipo lineal y cuadrática. Para iniciar con este tema se realizó una explicación al grupo de estudiantes, sobre la relación y la representación de las expresiones en las gráficas. No obstante lo ya trabajado, aún se presentaban problemas para resolver ecuaciones de segundo grado, además había dificultades al usar el plano cartesiano y la ubicación de los datos de la expresión. Al trabajar en cada una de las actividades las y los estudiantes lograron identificar en qué parte del proceso tenían dificultades, por ello fue posible que encontrarán soluciones y mejorarán su método de desarrollo y con ello la práctica de la multiplicación en las ecuaciones, así como otras operaciones. Además, las alumnas y los alumnos lograron desarrollar gráficas a partir de ecuaciones de primer y segundo grado, de igual manera le dieron gran importancia al plano cartesiano, tanto en la graficación como en otras áreas.

En la *tercera semana* de la intervención pedagógica se estudió el contenido de *Medición y cálculos en diferentes contextos* (SEP, 2022), y se trabajó el proceso de desarrollo de aprendizaje “Usa diferentes estrategias para calcular el volumen de prismas, pirámides y cilindros” (SEP, 2022, p. 58), a través de la estrategia innovadora *Cálculo de volumen de prismas y pirámides*. Al comenzar con este tema se exploraron los conocimientos previos, la valoración diagnóstica al principio de la clase permitió conocer que en el grupo se contaba con conocimientos sobre mediciones y algunos cálculos. Sin embargo, no daba importancia a las mediciones que se pueden realizar en los diferentes espacios e incluso en objetos, tampoco las y los estudiantes dominaban correctamente los cálculos y/o desconocían las fórmulas para realizar dichos cálculos. Con este antecedente al inicio de la exposición sobre

el tema se observó un video sobre *Volumen de prismas, super fácil* (Carreón, 2018) y *Volumen de pirámides, partes de las pirámides* (Carreón, 2018). Con el uso de este recurso multimedia las y los estudiantes observaron ejemplos de cómo calcular, el área, volúmenes e incluso distancias. Las y los estudiantes tuvieron grandes experiencias de aprendizaje en virtud de que resolvieron ejercicios y cálculos, problemas reales a partir de algunos ejemplos que hay en su comunidad. Además practicaron con las diferentes fórmulas ya estudiadas, ello dejó una gran experiencia en sus procesos de desarrollo de aprendizaje.

En el transcurso de la *cuarta semana*, se continuó con el estudio del contenido de *Medición y cálculos en diferentes contextos* (SEP, 2022), y se trabajó el proceso de desarrollo de aprendizaje *Formula, justifica y usa el teorema de Pitágoras al resolver problemas* (SEP, 2022, p. 58), a través de la estrategia innovadora *Teorema de Pitágoras*. Al explorar conocimientos previos se observó que el alumnado ya poseía nociones con respecto al tema. Sin embargo, la mayoría desconocía o no recordaba la fórmula respectiva, tampoco relacionaban el teorema con el tipo de triángulos al que puede aplicarse. Tampoco lograban establecer relación entre el teorema y su utilidad en el contexto, por estas y otras razones la motivación sobre este tema no era de su interés. Para continuar con el contenido de medición y cálculos en diferentes contextos, pero ahora con el Teorema de Pitágoras, se inició con la descripción del triángulo rectángulo, el cual es el indicado para este teorema y a partir de ello establecer su relación con la fórmula del teorema, la cual señala los tres lados del triángulo, como catetos uno y dos e hipotenusa. Después del dominio de este contenido por el grupo, se resolvieron ejercicios para obtener lados faltantes (Hipotenusa, cateto adyacente o el cateto opuesto) del triángulo, usando la fórmula.

A lo largo de la *quinta semana*, se estudió el contenido de *Medición y cálculos en diferentes contextos* (SEP, 2022), y se hizo intervención sobre el proceso de desarrollo de aprendizaje *Resuelve problemas utilizando las razones trigonométricas seno, coseno y tangente* (SEP, 2022, p. 58), a través de la estrategia innovadora *Razones trigonométricas*. Durante la semana se lograron identificar dificultades en la comprensión del tema, desde el tipo de triángulo en el que se emplean este tipo de razones, así como la fórmula de cada una e incluso su proceso de desarrollo. Las y los estudiantes no lograban comprender cómo les serán útiles estas razones en lo cotidiano. Durante el proceso de enseñanza aprendizaje, en la

parte de ejercicios, el grupo de estudiantes mostró dificultades para resolver las operaciones, utilizar la tabla, así como la calculadora. Para el abordaje del tema se inició observando el video *Funciones trigonométricas, super fácil* (Carreón, 2018), y se completó el tratamiento con una explicación de cómo los lados de un triángulo se correlacionan con los otros lados a partir de sus ángulos, ya que precisamente las razones trigonométricas se refieren a las relaciones que existen entre los lados de un triángulo rectángulo y que determinan sus ángulos. Posteriormente se realizaron algunos ejemplos de cómo desarrollar las operaciones a partir de los datos que se tengan, ya sea la media del cateto opuesto, cateto adyacente o la hipotenusa y cuáles datos necesitamos en cada fórmula. También se explicó cómo buscar la medida de los ángulos en la tabla de razones trigonométricas con el resultado de la fórmula y cómo proceder con la fórmula utilizando una calculadora. A partir de esto, se tomaron ejemplos de problemas, los cuales llevaron a los alumnos y alumnas, a reflexionar sobre cuál fórmula es viable utilizar para obtener las medidas faltantes, ya sea en triángulos rectángulos o en estructuras locales que tengan dicha forma.

A lo largo de la *sexta semana* se estudió el contenido de *Medición y cálculos en diferentes contextos* (SEP, 2022), y se trabajó el proceso de desarrollo de aprendizaje *Encuentra relaciones de volumen de la esfera el cono y el cilindro* (SEP, 2022. p. 58), por medio de la estrategia innovadora *Encuentra relaciones de volumen*. En el grupo escolar se estudiaron de forma colaborativa las fórmulas para obtener el volumen de la esfera, el cono y el cilindro. Durante la ejecución de las actividades se presentaron dificultades al momento de desarrollar la fórmula respectiva, así mismo para identificar las relaciones con la forma del objeto, esto sucedió tanto con el volumen del cilindro, así como de la esfera y el cono. Además, también se observaron dificultades cuando el alumnado trató de relacionar las fórmulas para obtener volúmenes de estructuras como las ya indicadas y que existen en su comunidad. Para atender a las dificultades detectadas, se presentaron ejemplos con el objeto de relacionar la base de un cilindro y cono, con la cara de la esfera. Además, se presentaron ejemplos con medidas similares tomando en cuenta el radio de la base del cono, el cilindro o la esfera, de manera que los estudiantes pudieran observar ejemplos y formas de relacionar estas figuras. También, de forma colaborativa y mediante reflexión grupal, se propusieron y resolvieron ejercicios para calcular el volumen de objetos como balones, postes o conos de

seguridad. Para efectuar la retroalimentación se observó y analizó un video, con ellos se contribuyó a despejar las dudas que aún persistían. Al terminar el abordaje de este contenido, los alumnos y alumnas obtuvieron experiencias formativas al realizar medidas y cálculos a partir de ejemplos ubicados en el entorno que rodea a la escuela, incluso utilizando las estructuras que hay dentro de ella. No solo practicaron con estos ejemplos, también edificaron figuras a partir de las fórmulas, teniendo como resultado prismas bien diseñados y contruidos. Mediante estas actividades el grupo escolar reforzó sus aprendizajes en el concepto abordado, se implicó el algoritmo de la multiplicación y se hizo énfasis en su utilidad para resolver problemas del entorno y, además pudieron practicar otras operaciones como la suma, resta y multiplicación.

V. Conclusiones

La metodología educativa del enfoque STEAM a través de la integración de varias disciplinas científicas impulsa y promueve el desarrollo del pensamiento crítico. De ello se ha dado cuenta en el proyecto de desarrollo educativo que ha servido de base para formular el presente. La educación STEAM es uno de los enfoques educativos más destacados en este siglo XXI y es una apuesta para fortalecer el pensamiento científico de las y los estudiantes y su formación en habilidades investigativas. Por ello es imprescindible su abordaje en el proceso formativo de las y los adolescentes de educación telesecundaria. Su tratamiento pedagógico pertinente propicia la asunción de una política educativa incluyente, sobre todo cuando se atiende a la población escolar de zonas rurales y/o marginadas.

Esta metodología propició además de trabajar en el desarrollo del pensamiento crítico, que las actividades estuvieron orientadas a la experimentación con las operaciones y ejemplos, de manera que los estudiantes, de forma autogestiva, desarrollaran ideas y estrategias para solucionar problemas. Al trabajar de manera colaborativa y en su contexto, las y los estudiantes desarrollaron habilidades investigativas y de resolución a problemas reales. La implementación de esta metodología permitió a los estudiantes mejorar la comprensión de algunos conceptos científicos y la aplicación de procedimientos para tareas de investigación.

La intervención pedagógica permitió generar logros en el dominio de contenidos con respecto a temas como la introducción al álgebra; las ecuaciones lineales y cuadráticas y la

medición el cálculo en diferentes contextos. El tratamiento de estos contenidos permitió lograr avances en los procesos de aprendizaje relacionados con la resolución de ecuaciones de la forma $Ax^2+Bx+C=0$ por factorización y fórmula general y, así mismo, analizar y resolver problemas cuyo planteamiento es una ecuación cuadrática. Otros procesos que se trabajaron en cada una de las semanas y en los que hubo avances tangibles corresponden al uso de diferentes estrategias para calcular el volumen de algunos prismas, pirámides y cilindros. Como ya se ha descrito se usó el Teorema de Pitágoras para resolver problemas de figuras presentes en su contexto y se resolvieron problemas que integraron el uso de las razones trigonométricas. Mediante la observación y el análisis de cuerpos presentes en su contexto se encontraron, por las y los estudiantes, relaciones de volumen en la esfera, el cono y el cilindro.

El planteamiento de supuestos hipotéticos permitió establecer conjeturas, inferencias, que pudieron contrastarse en la realidad tras culminar la intervención. De hecho, los tres supuestos pudieron confirmarse al avanzar en los invocados procesos de desarrollo de aprendizaje y con ello contribuir al fortalecer la aplicación crítica del algoritmo de la multiplicación para la resolución de problemas presentes en el contexto y en las interacciones cotidianas de las y los estudiantes

El diseño de un plan analítico para la intervención pedagógica permitió identificar las estrategias más adecuadas para la aplicación de la metodología STEAM cuidando el tacto pedagógico y el trabajo didáctico a desarrollar con el grupo escolar de telesecundaria. Mediante el plan se seleccionaron los contenidos a tratar, los procesos de desarrollo de aprendizaje que les corresponden y se formularon propósitos a lograr para cada una de las semanas de la intervención. Cada una de las estrategias implementadas a lo largo de las seis semanas de trabajo arrojó resultados concretos y permitió avanzar en el desarrollo del pensamiento crítico, en el uso reflexivo del algoritmo de la multiplicación para la resolución de problemas que implican procedimientos algebraicos.

Al ponderar el valor de los fundamentos teóricos analizados e integrados en el proyecto educativo, puede afirmarse que fueron pertinentes para la aplicación del diagnóstico pedagógico, que fue organizado por dimensiones, así como para el éxito de la intervención pedagógica. La argumentación teórica en su aplicación y contrastación mediante las

actividades de enseñanza apoyó la reflexión y la autogestión del aprendizaje por el alumnado al impulsar el uso del pensamiento crítico en la aplicación del algoritmo de la multiplicación, a través de diferentes estrategias y procedimientos para resolver problemas planteados desde el aula y, también, de situaciones presentes en la cotidianidad.

El campo formativo de los saberes y el pensamiento científico en la nueva escuela mexicana fue el espacio desde donde se desarrolló la planeación didáctica. Dicha planeación fue pertinente al proponer sistemáticamente las actividades a desarrollar en cada momento de la sesión: al inicio, durante el desarrollo y el cierre. Se consideraron las actividades propicias, desde una mirada pedagógica, para el desarrollo de los procesos de aprendizaje y el dominio de los respectivos contenidos, de esta forma se exploraron conocimientos previos, se ejemplificó, ejercitó y retroalimentó, se realizaron puestas en común al final de cada sesión y se plantearon en el cierre que preguntas que detonaron la reflexión con respecto al uso del pensamiento crítico en el proceso de aprendizaje.

El pensamiento crítico como uno de los ejes articulador en el plan de estudios de la nueva escuela mexicana y, de forma más particular, imbricado en este proyecto, apoyó en la construcción de los procesos de aprendizaje desde una mirada reflexiva y tendiente a desarrollar los conocimientos y habilidades necesarios en el nivel de secundaria con respecto al álgebra, a la resolución de ecuaciones lineales y cuadráticas y a la medición y el cálculo en diferentes contextos.

Durante la intervención y desde la construcción de la fundamentación teórica se hizo énfasis en los postulados de la etapa de las operaciones formales desde la teoría del desarrollo cognoscitivo, según y más particularmente en el desarrollo del pensamiento abstracto. Se trabajó con el grupo escolar y se consideraron los elementos factoriales, para ubicar con mayor precisión el nivel de desarrollo cognoscitivo de los estudiantes, para estar en condiciones de realizar una mejor planeación didáctica y orientar la clase con mayor énfasis pedagógico considerando el ritmo de aprendizaje de las y los estudiantes y promover la reflexión y la problematización de situaciones para el desarrollo del pensamiento crítico.

Los componentes sustantivos del proyecto de desarrollo educativo, a través de la intervención pedagógica, han contribuido de forma notable a modificar algunas concepciones

de las y los estudiantes con respecto a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, sobre todo con relación al desarrollo del pensamiento algebraico. Las orientaciones pedagógicas y los principios puestos en práctica durante la intervención, aunado a la implementación de un andamiaje didáctico apropiado, hicieron posible superar algunos obstáculos epistémicos que venían limitando las posibilidades de aprendizaje del alumnado con relación a las matemáticas y al acercamiento a la investigación científica.

Referencias

- Bosch, M. y Gascón, J. (2010). Fundamentación antropológica de las organizaciones didácticas: de los “Talleres de prácticas matemáticas” a los “recorridos de estudio e investigación”. Université de Montpellier, p. 55-91
- Calculareas (s/f). Promoviendo el pensamiento crítico en matemáticas. <https://www.calculareas.com/promoviendo-el-pensamiento-critico-en-matematicas/>
- Carreón, D.I. [Daniel Carreón] (2018). Graficar funciones cuadráticas. Super fácil. (52) GRAFICAR FUNCIONES CUADRÁTICAS Super facil - YouTube [Video] Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=gnAdna_tLK0
- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2023). ¡Aprendamos en comunidad! Los ejes articuladores: pensar desde nuestra diversidad fasciculo4_aprendamos-comunidad.pdf (mejoredu.gob.mx)
- Enciclopedia Concepto (2024) Volumen. <https://concepto.de/volumen/>
- Lifeder (2024). Razonamiento deductivo: qué es, características, tipos, ejemplos <https://www.lifeder.com/razonamiento-deductivo/>
- Mendieta, G., y Henao Báez, J. D. (2022). *Informe de la investigación factores que apoyan o limitan la ampliación de universo numérico en futuros profesores en la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas* (Bachelor's thesis).
- Miranda, I., Radford, L., y Guzmán, J. (2007). Interpretación de gráficas cartesianas sobre el movimiento desde el punto de vista de la teoría de la objetivación. *Educación matemática*, 19(3), 5-30.
- Lifeder. (s/f). Razonamiento deductivo. Razonamiento deductivo: qué es, características, tipos, ejemplos (lifeder.com)
- Nueva Escuela Mexicana (2023) Razones trigonométricas. <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/35021/>
- Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. (Trans. D. & M. Miles). WW Norton.
- Piaget, J. (2007). Desarrollo Cognitivo: Las Teorías de Piaget y de Vygotsky. *Recuperado de http://www.paidopsiquiatria.cat/archivos/teorias_desarrollo_cognitivo_07-09_m1.pdf*, 29.
- Secretaría de Educación Pública (2019) La Nueva Escuela Mexicana: principios y orientaciones pedagógicas. <https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/NEM%20principios%20y%20orientacion%20pedagogica.pdf>
- Secretaría de Educación Pública (2022) Avance del programa sintético. Fase 6. Avance-Programa-Sintetico-Fase-6.pdf (sep.gob.mx)
- Secretaría de Educación Pública (2023a). Conoce la innovadora metodología STEAM en la nueva Escuela Mexicana. [Conoce la innovadora metodología STEAM en la nueva Escuela Mexicana](https://www.sep.gob.mx/contenidos/16080-2023-MONTERREY-NEM_Plan_libros-y-Programas-1035hrs.pdf)
- Secretaría de Educación Pública (2023b). Nueva Escuela Mexicana. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2023/08/16080-2023-MONTERREY-NEM_Plan_libros-y-Programas-1035hrs.pdf
- Sierra Delgado, T. Á., Bosch Casabó, M., y Gascón Pérez, J. (2013). El cuestionamiento tecnológico-teórico en la actividad matemática: el caso del algoritmo de la multiplicación. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 27, 805-828.
- Strathern, (1997). *Pitágoras y su teorema*. [Pitágoras y su teorema - Paul Strathern -](https://www.pitagoras.org/)
- Strathern, P. (2014). *Pitágoras y su teorema*. Siglo XXI de Espana Editores.

Zapatera Linares, A. (2002). *La generalización de patrones como herramienta para introducir el pensamiento algebraico en educación primaria.*