



Modelación matemática: Una apuesta educativa interdisciplinaria desde el ambiente de aprendizaje STEM MD - Robotics hacia la toma de decisiones para la vida

Alexander Capacho y Catalina Mahecha

Como requisito parcial para obtener título en:

Magister de Innovaciones Sociales en Educación, Facultad de Educación, Corporación

Universitaria Minuto de Dios

Tutor: Jair Eduardo Camargo Otavo y Diana Marcela Valencia Sandoval

Agosto de 2021

Dedicatoria

A nuestras familias que fueron el soporte principal de nuestro trabajo, a nuestros niños y niñas que se hicieron partícipes en este innovador proyecto y a cada uno de los docentes, que formaron con palabras y acciones un cambio positivo en nuestra labor diaria e hicieron que viéramos desde una nueva perspectiva esta loca idea que es el educar.

Agradecimientos

Agradecemos a todos aquellos que nos brindaron herramientas para construir una nueva visión como educadores y que nos dieron a entender que con pocas cosas se puede construir algo enorme y con sentido social.

Tabla de Contenido

Resumen	6
Abstract	8
Introducción	10
Descripción del problema de investigación.	11
Descripción del problema.	11
Evidencia Científica de la Existencia del Problema	13
Pregunta de investigación	14
Principal	14
Secundarias	15
Justificación	15
Objetivos	16
General	16
Específicos	16
Revisión de la literatura	17
Marco Contextual	17
Estado del Arte	19
Investigaciones sobre modelamiento matemático en secundaria	21
Investigaciones sobre aprendizaje STEM y modelamiento matemático	27
Investigaciones sobre aprendizaje STEM en toma de decisiones	31
Marco teórico.	33
Modelamiento matemático	34
STEM en modelamiento matemático.	38
STEM en toma de decisiones	40
Metodología	44
Descripción de la metodología de investigación	45
Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	49
Análisis documental	49

Encuesta de recolección de datos.	50
Resultados y Análisis	50
Resultados obtenidos de la encuesta aplicada. Modelación matemática: Una apuesta interdisciplinar desde los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics hacia la toma de decisiones	50
Caracterización de la muestra	51
STEM y Modelamiento matemático	52
La voz del estudiante	59
Resultados del Proceso de observación participante.	63
Conclusiones	63
Bibliografía y referencias	66
Anexos	72

Tabla de figuras

Figura 1 Palabras claves	7
Figura 2 Modelación matemática educativa	12
Figura 3 Modelación matemática y STEM.	19
Figura 4 Gráfica modelamiento Blumm y Leiss (2007).	35
Figura 5 Gráfica modelamiento Blum- Kaiser	35
Figura 6 Gráfico STEM MD Robotics.	46
Figura 7 Gráfico Pregunta 1 Encuesta.	51
Figura 8 Gráfico Pregunta 2 Encuesta.	52
Figura 9 Grafico Pregunta 3 Encuesta.	53
Figura 10 Grafico Pregunta 4 Encuesta.	54

Figura 11 Gráfico Pregunta 5 Encuesta.	54
Figura 12 Gráfico Pregunta 6 Encuesta.	55
Figura 13 Gráfico Pregunta 7 Encuesta.	55
Figura 14 Gráfico Pregunta 8 Encuesta.	56
Figura 15 Gráfico Pregunta 9 Encuesta.	56
Figura 16 Gráfico Pregunta 10 encuesta.	57
Figura 17 Gráfico Pregunta 11 Encuesta.	58
Figura 18 Gráfico Voces estudiantes 1.	59
Figura 19 Gráfico Voces estudiantes 2.	60
Figura 20 Gráfico Voces estudiantes 3.	61

Tabla de Anexos

Anexos 1. Matriz de consulta modelamiento matemático	72
Anexos 2. Matriz de consulta STEM en modelamiento matemático	85
Anexos 3. Matriz de consulta STEM en toma de decisiones	91
Anexos 4. Formato de encuesta	92

Resumen

La modelación matemática es un proceso en el que se parte de los aprendizajes propios de una disciplina como la matemática que se aplican en la solución de problemas de la vida real; es decir, un proceso de representar problemas o situaciones del mundo real en términos y relaciones matemáticas para comprender y plantear soluciones. Así pues, se proyecta como una herramienta que sale de la academia al mundo real, y es que si se analizan las diferentes variantes problemáticas que atraviesan los estudiantes se puede observar que entre las mismas se cuentan inconvenientes que tienen que ver con lo académico (como la aprobación de pruebas internas y externas), lo familiar y lo social (como la cercanía con conflictos barriales o con el consumo de sustancias psicoactivas).

Dentro de la investigación se implementó la metodología cualitativa de acción-participativa, donde los estudiantes son los protagonistas en el ambiente de aprendizaje STEM Robotics MD, el cual pretende fortalecer los procesos de enseñanzas en áreas como matemáticas, ciencia, tecnología e ingeniería y un proceso de afianzamiento de habilidades y competencias propias de la toma de decisiones que son transversales al modelamiento matemático y habilidades del siglo XXI.

La investigación logró identificar algunas variables significativas en el proceso de la toma de decisiones y su relación con modelamiento matemático, tales como; la creatividad, el trabajo en equipo, habilidades ejecutivas, comunicación asertiva, pensamiento científico,

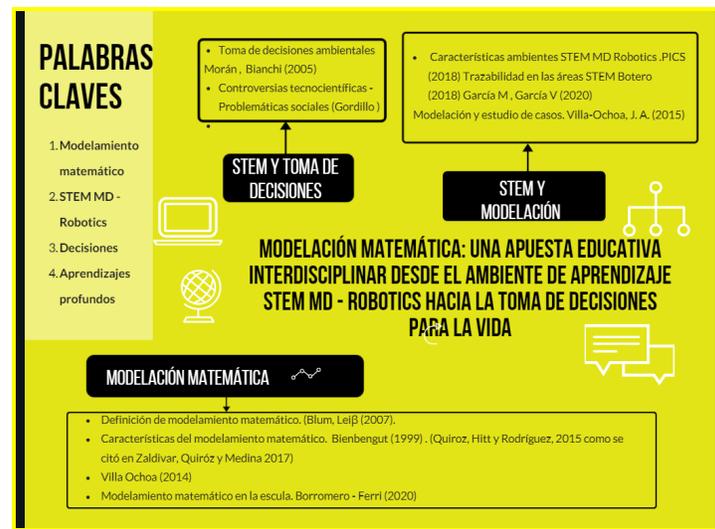
matemático y computacional desde la matematización de situaciones reales y formulación de posibles soluciones.

Por último, teniendo en cuenta el trabajo realizado en los ambientes aprendizaje STEM MD Robotics y el modelamiento matemático se evidencio que para los estudiantes la gamificación es una herramienta motivadora que facilita el potenciar las habilidades ya mencionadas. Además, a través de la retroalimentación los estudiantes pueden entender, comprender y concluir los retos que se le presentan en el día a día.

Palabras clave: Modelación matemática, Toma de decisiones, Ambiente de aprendizaje STEM Robotics MD.

Figura 1

Palabras claves



Abstract

Mathematical modeling is a process that starts with the learning of a discipline such as mathematics that is applied in the solution of real life problems; that is, a process of representing real-world problems or situations in mathematical terms and relationships to understand and propose solutions. Thus, it is projected as a tool that goes out of the academy to the real world, and it is that if the different problematic variants that students go through are analyzed, it can be observed that among them there are disadvantages that have to do with academics (such as the approval of internal and external tests), the family and the social (such as proximity to neighborhood conflicts or the use of psychoactive substances).

Within the research, the qualitative participatory action methodology was implemented, where students are the protagonists in the learning environment STEM Robotics MD, which aims to strengthen the teaching processes in areas such as mathematics, science, technology and engineering and a process of consolidation of skills and competencies of decision-making that are transversal to the mathematical modeling and skills of the 21st century.

The research managed to identify some significant variables in the decision-making process and their relationship with mathematical modeling, such as; creativity, teamwork, executive skills, assertive communication, scientific, mathematical and computational thinking from the mathematization of real situations and formulation of possible solutions.

Finally, taking into account the work carried out in the STEM MD Robotics learning environments and mathematical modeling, it was evident that for students gamification is a motivating tool that facilitates the enhancement of the aforementioned skills. In addition, through feedback, students can understand, understand and conclude the challenges that are presented to them on a day-to-day basis.

Keywords: Mathematical modeling, Decision making, Learning environment STEM Robotics MD.

Introducción

Este documento es el registro del proceso realizado durante la investigación de la tesis titulada ***Modelación Matemática: Una Apuesta Educativa Interdisciplinar Desde El Ambiente De Aprendizaje Stem Md - Robotics Hacia La Toma De Decisiones Para La Vida*** la cual tiene por objetivo de motivar una reflexión crítica frente a la toma de decisiones y de cómo este ejercicio puede nutrirse con la práctica de la modelación matemática desarrollada en el ambiente de aprendizaje STEM MD - Robotics.

En primer lugar, se realizará un abordaje a las principales problemáticas presentes en el entorno escolar del contexto Colombiano identificando cómo estas tienen correlación con la necesidad de una educación que fortalezca la toma de decisiones asertivas en respuesta a las particularidades de la realidad actual. La investigación realizada por Villa Ocho toca algunos elementos importantes de la brecha entre las habilidades matemáticas que se forman en el aula de clase y las actividades de modelar, interpretar, comunicarse en un lenguaje preciso; justo son estas últimas las habilidades que se deberían formar en los cursos de Matemática, pero se evidencia que el docente centra sus mayores esfuerzos en el desarrollo de la aritmética y ejercicios de cálculo.

En segundo lugar, se expondrán los beneficios de una educación en matemáticas que integre la resolución de conflictos y toma de decisiones para la vida por lo que se desarrollarán tres componentes principales de la enseñanza de la modelación matemática y el sistema STEM. Estas son interdisciplinariedad; es decir la conexión del proyecto con otras disciplinas

como el lenguaje o las ciencias de la naturaleza; razonamiento a partir de las respuestas de los estudiantes y la resolución de problemas.

En tercer lugar, el ambiente de aprendizaje que se crea a partir de la metodología y guías del Proyecto STEM MD Robotics. Esta metodología provocó en los estudiantes motivación, cambio de actitud frente a la clase, reflexiones frente al cuidado del medio ambiente y el uso de herramientas digitales. El desarrollo de los retos contribuyó a la apropiación del modelamiento matemático y al fortalecimiento de las habilidades del siglo XXI, principalmente creatividad, trabajo en equipo y habilidades ejecutivas; junto con la integración curricular de las disciplinas STEM y la robótica, se evidenció la importancia de la toma de decisiones.

Descripción del Problema de Investigación.

Descripción del Problema.

“En medio de las continuas transformaciones, no basta tener conocimiento específico sobre un asunto y ejercer su mera transmisión. Es fundamental, cada día, obtener nuevos conocimientos y habilidades en la aplicación y socialización de ellos. Y, con ese pretexto, la modelación matemática viene siendo muy defendida como método de enseñanza” (Salett, M y Hein, N. 2004).

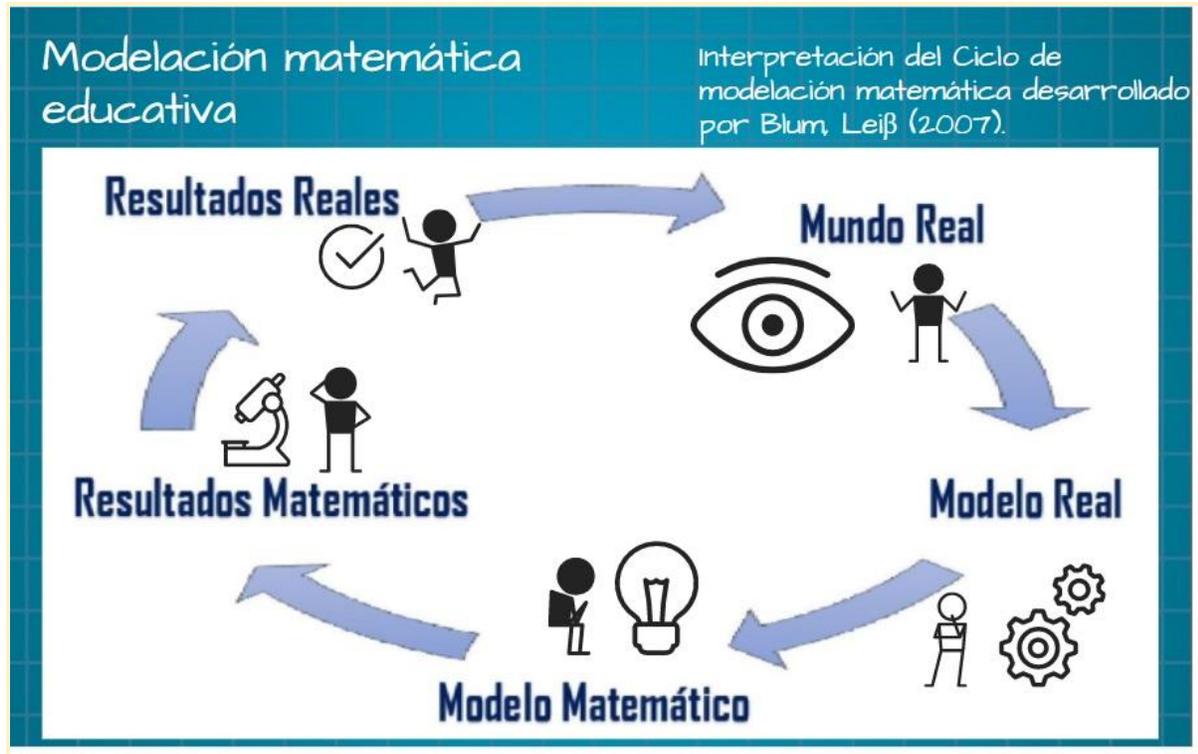
Se entiende con Salett, que las habilidades que permiten la modelación matemática, son fundamentales en el mundo que nuestros estudiantes afrontan, y estas competencias son el conjunto de las habilidades; blandas, de las ciencias, tecnología e ingeniería que les ofrece desarrollar la interdisciplinariedad STEM, esto fortalecido con la lectura y matematización de la

realidad que desarrolla las competencias matemáticas. Esto va de la mano de los propósitos del Parque Científico de Innovación Social y las Políticas de Innovación del actual gobierno.

Aunque no se pretende nada nuevo, “lo innovador” pierde relevancia cuando se tiene presente la historia de la humanidad, y **la modelación**, no es la respuesta a todas las dificultades de la práctica educativa relativa a la enseñanza de las matemáticas, ...*las investigaciones señalan que aquélla puede representar un avance en la enseñanza de las matemáticas en clase, porque ésta deja de ser una mera transmisión de técnicas de resolución (del tipo: siga el modelo) y pasa a ser presentada como herramienta o estructura de otra área del conocimiento. Lo que exige mayor empeño en los estudios, en la investigación y en la interpretación del contexto, tanto para el profesor como para los alumnos. En otras palabras: ¡Mucho más trabajo! Como investigadores, si esperamos una educación que contemple el conocimiento como savia vital en todos los niveles de escolaridad.* (Salett y Hein, 2004, pp. 123).

Figura 2:

Modelación matemática educativa



Es necesario resaltar que para el proyecto es fundamental la toma de decisiones, la transformación de la vida de los estudiantes y el entorno, desde la conciencia de capacidad de modelar y resolver problemas de su vida. Schipani (1992) "La educación concientizadora consiste en un enfoque pedagógico que plantea problemas y enfrenta conflictos, que afirma la iniciativa de los seres humanos en la búsqueda de alternativas humanizadoras".

Y estos cuestionamientos muy ligado al contexto en el que se desarrolla la propuesta, ya que somos becarios de una maestría que tiene como objetivo generar un modelo educativo para las maestrías a docentes del sector público (inscripción de un docente, junto con su grupo de estudiantes para garantizar un impacto social) y de un patrocinador que junto con otros se preocupa porque el modelo educativo actual sigue produciendo estudiantes con visión de obrero, pero que no es lo que necesita la sociedad actual (industria), es necesario que se migren hacia la producción intelectual y tengan otras capacidades, como desarrollo de

habilidades blandas, tecnológicas y de resolución de problemas. Entonces ahí a pesar de buscar ser innovadores... se sigue siendo usado por el sistema, donde se es pionero del nuevo modelo de domesticación. Y realmente preocupa seguir cayendo en ese error, pero también da miedo la idea de seguir engañados con la ilusión que educamos. Y está en total acuerdo "*el oficio del maestro siempre vacila entre educar como domesticar y educar como emancipar*" (Juliao 2019 p.2).

Evidencia Científica de la Existencia del Problema

Partamos de que una innovación social educativa, debe estar comprometida con la educación de estudiantes autocríticos, con compromiso social, autónomo, crítico y consciente frente al proceso social. Schipani (1992)" concientización es más que una manera de ver las cosas en el sentido estricto del término: se trata de propuestas para encarar la propia vida que implican una decisión práctica, una decisión de actuar"(p.29). Cada vez más se ve la necesidad de formar personas críticas y que hagan parte activa en esta sociedad cambiante y en continuo desarrollo, tanto en su parte intelectual como en sus valores; sujetos que pueden dar una opinión clara y firme frente a situaciones comunes, que identifiquen, planeen y pongan en práctica posibles soluciones de cambio a situaciones de adversidad. Desde este punto de vista se aborda el estado del arte y al marco teórico que permita visualizar el problema señalado en la justificación: "Las prácticas pedagógicas tradicionales, la apatía frente a la clase de matemáticas, los imaginarios sociales frente a la posición de las matemáticas en el mundo, los resultados frente a pruebas internas y externas, la aplicación de las competencias del siglo XXI, la toma de decisiones asertivas para la vida diaria, las nuevas políticas públicas, el trabajo en el aula de los educandos y la posición del docente tras una pedagogía tradicional, el apoyo interdisciplinar y las nuevas pedagogías emergentes; el objetivo es que el sujeto pueda

resolver problemas de la vida real mediante la participación en estas tareas auténticas (Kaiser y Sriraman, 2006)

Pregunta de investigación

Principal

Teniendo en cuenta que la importancia en la modelación matemática es contribuir a la comprensión de fenómenos reales mediante la matematización de estos, se pretende que al implementar la propuesta que ofrece la iniciativa del Parque científico de innovación social de la corporación universitaria Minuto de Dios (PCIS) de los ambientes de aprendizaje STEM.MD robotics se pueda dar solución a la pregunta:

¿Cómo podemos fortalecer la toma acertada de decisiones en los estudiantes a través de las características del modelamiento matemático y los ambientes de aprendizaje STEM. MD Robotics?

Secundarias

1. ¿Pueden las características de un modelamiento matemático mejorar la toma de decisiones para la vida de los estudiantes?
2. ¿Al engranar las características de los ambientes de aprendizaje STEM. MD robotics y el modelamiento matemático podemos formar estudiantes críticos?
3. ¿El plantear un modelo matemático en contexto nos permite una toma de decisiones asertiva?

Justificación

"Dado que vivimos en una época de innovación, una educación práctica debe preparar al hombre para trabajos que todavía no existen y no pueden ser claramente definidos" Peter F.

Drucker

Las prácticas pedagógicas tradicionales, la apatía frente a la clase de matemáticas por parte de los estudiantes, los imaginarios sociales frente a la posición de las matemáticas en el mundo, los resultados frente a pruebas internas y externas, la aplicación de las competencias del siglo XXI, la toma de decisiones asertivas para la vida diaria, las nuevas políticas públicas, el trabajo en el aula tanto de los educandos como la metodología del docente, el apoyo interdisciplinar y las nuevas pedagogías emergentes hacen que como educadores se vea en la tarea de buscar alternativas, estrategias o programas que potencialicen el trabajo en el aula y garanticen un cambio social de los estudiantes, llevándolos a tomar una posición crítica en cada uno de los momentos de su vida.

Los estándares en el área de las matemáticas son mucho más que un sistema teórico, ya que en sí mismas constituyen una importante herramienta práctica para enfrentar y comprender diferentes situaciones. Por esa razón, la educación en el área debe conceder un gran valor a la formación de los conceptos, pero sobre todo de las destrezas necesarias para la resolución de problemas en diferentes contextos, y para comunicarse por medio del lenguaje matemático (matematización). Es aquí, donde la Prueba Saber en el área de Matemáticas evalúa tres competencias (comunicar, razonar y solucionar problemas), que los estudiantes deben demostrar en tres contextos del conocimiento matemático: uno relacionado con los números, las operaciones y transformaciones de estos, otro asociado a los problemas propios de la geometría y de la medición, y finalmente uno relacionado con los fundamentos de la estadística. Igualmente, esta Prueba propone a los estudiantes preguntas con tres niveles de complejidad (B, C y D para grado 5° y C, D y E para grado 9°).

Es por esto que los encargados cuyas competencias estén enmarcadas en este sector deben utilizar conocimiento, recursos y esfuerzos a buscar alternativas de trabajo que brinden a los educandos herramientas necesarias que aseguren una toma de decisiones asertiva

frente a los acontecimientos que se le puedan presentar en su vida diaria y los lleven a darle una solución rápida y comprometida con sus perspectivas de futuro.

Objetivos

General

Fortalecer la toma acertada de decisiones en los estudiantes mediante la matematización de situaciones y las características de los ambientes de aprendizaje STEM. MD robotics

Específicos

1. Mejorar el proceso de la toma de decisiones en los estudiantes mediante dilemas de la vida cotidiana.
2. Utilizar las características del modelamiento matemático en la toma de decisiones.
3. Llevar el modelamiento matemático a los ambientes de aprendizaje STEM MD robotics.

Revisión de la literatura

Marco Contextual

El objetivo principal de esta perspectiva es que el alumno desarrolle su capacidad para resolver problemas de la vida real mediante la participación en estas tareas auténticas (Kaiser y Sriraman, 2006). Proceso de representar problemas o situaciones del mundo real en términos y relaciones matemáticas para comprender y solucionar soluciones. Biembengut (1999) Blum y Leiss

La enseñanza de las matemáticas desde el método de la Modelación Matemático, requiere iniciar desde problemáticas reales y es justo ese contexto el que nos ofrece la guías y

retos de los ambientes de aprendizaje STEM. MD Robotics. El diálogo de saberes de diferentes áreas, que enriquecen la lectura del contexto. Junto con esto trabajan transversalmente el desarrollo de habilidades propias de STEM, del Siglo XXI y de las Pedagogías Innovadoras. Como en todos los niveles de escolaridad, ya que permite al alumno no solamente aprender las matemáticas de manera aplicada a las otras áreas del conocimiento, sino también mejorar la capacidad para leer, interpretar, formular y solucionar situaciones problema.

Uno de los espacios sociales en los que se forma al ser humano para enfrentarse a las realidades propias y de otros espacios es, sin lugar a duda y además de la familia, la escuela. Las aulas de clase son retratos, narraciones cortas de espacios futuros a los que los estudiantes se enfrentan en su adultez. En este sentido, la escuela tiene especial responsabilidad en formar a cada estudiante para asumir un nuevo rol en la sociedad; brindar los elementos necesarios para que se enfrenten a nuevos conocimientos y asuman nuevos retos.

El ambiente escolar en toda su historia ha estado permeado por los conflictos que emanan de la sociedad en sus diferentes esferas. No obstante, una de las principales críticas que se realiza a los sistemas educativos es precisamente asegurar que en las instituciones no se forma al estudiante para la vida o que los conocimientos que hacen parte de los currículos formales no corresponden a las realidades inmediatas de los estudiantes. A pesar de ello, se han desarrollado diversas estrategias que propenden por la formación del estudiante a partir de la comprensión del entorno que lo rodea. Las ciencias sociales, la lectura crítica, la biología, etc., han utilizado recursos de sus aprendizajes formales en proyectos que, combinados con eventos tomados de la realidad proporcionan estrategias de formación en niños y niñas. Sin embargo, estos intentos no alcanzan niveles de enunciación en el currículo formal.

Frente a esta situación, se plantea la necesidad de generar procesos de investigación e innovación educativa que resignifiquen el curso de la enseñanza del currículo formal, al

orientarla hacia una perspectiva más práctica y vivencial que la enfatice en la toma de decisiones asertivas para la vida. Estos procesos enfrentan grandes retos como la interpretación de las convergencias entre unas prácticas pedagógicas tradicionales en la enseñanza de las matemáticas que corresponden a un currículo eurocéntrico y unas prácticas innovadoras que pretenden resignificar el rumbo de las matemáticas escolares al relacionarlas con las problemáticas de las realidades inmediatas de los estudiantes, cómo se rastrea en las investigaciones abordadas.

Para el desarrollo teórico para esta investigación, se han propuesto tres categorías de análisis que se desarrollarán a saber: Modelamiento matemático en secundaria, Stem en modelamiento matemático y Stem en toma de decisiones. Para cada una se hizo un rastreo en publicaciones científicas como libros y artículos, con el fin de revisar los aportes a cada categoría, las cuales condujeron a su comprensión para responder a la pregunta, los objetivos y, en sí, al enfoque investigativo.

Figura 3:

Modelación matemática y STEM



Estado del Arte

El presente documento analiza investigaciones acerca de la modelación matemática y el aprendizaje STEM. MD Robotics y su posible relación para la toma de decisiones. A modo de estado del arte, se indaga por las tendencias, hallazgos, dificultades y vacíos epistemológicos que plantean las investigaciones al respecto. Este estudio permite comprender el panorama de una enseñanza tradicional de las matemáticas, así como la gran dificultad que se evidencia en el momento de aplicarlas a los contextos y solución de problemas propios de las realidades de los estudiantes. Las investigaciones consultadas se extrajeron de diversas bases de datos como Scopus, Dialnet, Redalyc y Google Académico. La revisión abordó 31 artículos de investigación agrupados en tres categorías: modelamiento matemático en secundaria, aprendizaje STEM en modelamiento matemático y aprendizaje STEM en toma de decisiones.

Para concluir, se enfatiza en la necesidad de generar procesos innovadores que orienten la enseñanza de las matemáticas hacia la praxis de la vida cotidiana, específicamente hacia la toma de decisiones para la vida. Este estado del arte hace parte del proyecto de investigación de maestría titulado “Modelación matemática: Una apuesta educativa interdisciplinar desde el ambiente de aprendizaje STEM. Hacia la toma de decisiones para la vida” vinculado al énfasis de innovación social en educación de la universidad Uniminuto.

Ahora bien, este rastreo permite establecer tres categorías centrales. En primer lugar, la modelación matemática, que sirve para ampliar la información y las características de una herramienta que permite acercar las matemáticas a contextos reales. En segundo lugar, el aprendizaje STEM en modelamiento matemático, con el fin de plantear la posible relación entre la toma de decisiones asertivas para la resolución de situaciones problemas de la vida y un marco de aprendizaje interdisciplinar como el que ofrecen STEM. Finalmente, se aborda la categoría del aprendizaje STEM en la toma de decisiones para profundizar en la construcción

de propuestas interdisciplinarias orientadas hacia la toma de decisiones asertivas en la resolución de problemas propios de las realidades inmediatas de los estudiantes.

En relación con la perspectiva metodológica, la mayoría de los estudios consultados son de corte cualitativo y plantean diseños variados como la investigación-acción, el estudio de caso y la perspectiva sociocrítica. Además, las herramientas investigativas más empleadas son los grupos focales y el análisis documental.

Investigaciones Sobre Modelamiento Matemático en Secundaria

El ejercicio de abordar los contextos reales de los estudiantes desde las diferentes áreas del saber, ha llevado a plantear una estrategia pedagógica desde las matemáticas como lo es el modelamiento. Al respecto, Osorio et al. (2009) conciben a la modelación como un acto de articulación de dos entes para actuar sobre uno de ellos, llamado lo modelado, a partir de otro llamado modelo. La modelación no es representación es construir nuevas entidades a partir de la articulación, y con eso crea nuevas realidades (p.57). Frente a esa articulación y creación de nuevas realidades que señala el autor, la modelación se presenta como un recurso mediante el cual las matemáticas pueden observarse como una herramienta que permite describir y analizar algunos fenómenos o problemas del entorno en el cual se desenvuelven los individuos cotidianamente. Investigadores como García-García y Rentería (2013), Bassanezi (2002) y Blum, Borromeo-Ferri (2009), Parra-Zapata, M. y Villa-Ochoa, J. (2015), Quiroz, S., Orrego, S. y López, C. (2016) argumentan el uso de la modelación en el aula porque posibilita en los estudiantes la comprensión de sus propios contextos y esto a su vez les brinda competencias como agentes sociales generadores de transformaciones en su entorno inmediato, puesto que, emplear situaciones enmarcadas en contextos que le son familiares a los estudiantes desencadenan múltiples ideas, propuestas y análisis sobre esa realidad que se

busca modelar mediante relaciones matemáticas; tales situaciones e ideas otorgan un papel al estudiante de empoderamiento sobre ellas, pues su conocimiento de uso y funcionamiento se transforman en una necesidad digna de pensarse desde construcciones matemáticas. En este sentido, este tipo de situaciones generan una conexión con las experiencias, la vida cotidiana y los conocimientos empíricos o interiorizados por los estudiantes sobre el fenómeno estudiado, de este modo les permite comprenderlas, transformarlas y ampliarlas (Mesa et al. 2014). Este ejercicio, en términos de Quiroz et al. (2016) permite el diálogo entre conocimientos previos de los estudiantes con nuevos conocimientos y la interacción entre la teoría y la práctica, elementos fundamentales en el proceso de modelación matemática. Tal como se observa en la investigación desarrollada por estos autores, cuyo trabajo de campo fue un escenario propicio para que se integrarán factores académicos y de relaciones personales. En este sentido, los procesos construidos por los grupos de trabajo de los estudiantes se asocian a un proceso de modelación que permitió aprendizajes.

De esta manera, abordar el tema del modelamiento invita a clarificar e involucrar los conceptos de contexto y realidad a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Frente a esta premisa, Villa-Ochoa et al. (2009) afirman que para la modelación matemática es necesario el desarrollo de un sentido de realidad que posibilite al profesor una manera de establecer relaciones entre el contexto sociocultural y las matemáticas escolares. Para ello hay que reflexionar sobre lo que sucede en el aula y prestar atención a las necesidades de todos los estudiantes. Estas necesidades que caracterizan los contextos y realidades de los estudiantes, plantea Mesa et al. (2014), pueden articularse a las matemáticas escolares a través de un proceso de producción de modelos. De este modo, los contextos propios de la cotidianidad de los estudiantes se convierten en insumos para desarrollar actividad matemática escolar al permitir la emergencias de dinámicas de enseñanza-aprendizaje donde no solo hay mayor participación y compromiso por parte de los estudiante, en aspectos como la toma de datos, la producción de modelos y de significados,

sino que también posibilita una mayor comprensión de los fenómenos asociados a dicho contexto; por tanto, el papel del contexto no es neutro en el proceso de modelación matemática sino que por el contrario puede articularse a las matemáticas escolares a través de un proceso de modelación matemática. (Mesa et al., 2014).

En relación con lo anterior, existen investigaciones también consideran que el rol y la formación docente son elementos importantes cuando se habla de modelación matemática. Así, Ochoa et al. (2010) considera que para el abordaje de la noción de realidad se requieren de procesos de formación y cualificación docente orientadas, en primera medida, al estudio de la modelación matemática escolar y su relación con la realidad, puesto que las creencias y nociones que los profesores tengan de la “realidad” determinan las situaciones y problemas para abordar, y por tanto condicionan el punto de partida de la implementación de la modelación como recurso en el aula de clase (Villa-Ochoa, et al. 2009). Al respecto, Jung et al. (2019) concibe a la modelación como un proceso iterativo en el cual, a través de modelos matemáticos se resuelven problemas de la vida cotidiana convirtiéndose en una competencia. Un proceso donde el docente tiene un papel primordial y desafiante para lograr el desarrollo de esta competencia en sus alumnos. Frente a esta premisa, agrega Sahin et al. (2019) que la modelación implica un trabajo de evaluación por parte del maestro. Este trabajo evaluativo requiere que conozca y haya experimentado la modelación para ser de calidad, afirma, además que este ejercicio, requiere de mayor trabajo por parte del docente ya que es necesario el diseño de actividades para que los alumnos experimenten con la modelación matemática.

Por otra parte, el rastreo documental, permite apreciar diferentes tendencias al concebir la relación entre realidad y modelación matemática. Así, la primera tendencia es abordada por Villa-Ochoa (2015) quien propone una alternativa desde la relación entre representación y simulación de la realidad. Así, se observa en su investigación, la presencia de algunas ideas de la modelación asociada a “[...] la construcción de modelos matemáticos a partir de problemas

de la realidad”, y que “los modelos matemáticos son símbolos [...] u otra representación matemática” (p.153). Estas dos ideas sobre la modelación matemática están presentes sobre la relación entre producción de representaciones y la realidad aquí, la noción de realidad parece asociarse con cualquier tipo de enunciado que, al incluir palabras que describen situaciones hipotéticas o ficticias, adquiere el estatus de “real” por el hecho de poder simularlo en el aula.

Frente a esta postura, surgen planteamientos en contra como los de Téllez y Osorio (2010) quienes consideran que la modelación va más allá de la representación para ubicarse en el campo de la construcción de nuevas realidades. Sumado al pensamiento de Alsina (2007) para quien los “ejercicios de aplicación” como realidades no adecuadas o realidades inventadas son los que frecuentemente se usan para establecer la relación entre las matemáticas y el mundo real. En este sentido, plantea que, desde la práctica escolar, las relaciones entre la realidad y las matemáticas están permeadas más por las aplicaciones que por los procesos de modelación que interpretan esa realidad. En términos de Blum et al., (2007) las aplicaciones son una forma de ir de las matemáticas hacia el mundo extra-matemático y la modelación es una forma de ir del mundo real, a las matemáticas.

Una segunda tendencia es la observada en la investigación de Parra-Zapata et al. (2016) quienes asumen la modelación matemática en la escuela a partir del enfoque socio-crítico. Esta orientación favorece espacios de diálogo y acción que permiten la participación reflexiva y propositiva de los estudiantes sobre sus realidades. A partir de esta participación se comprometen con la descripción e interpretación de las situaciones a estudiar, la matematización de relaciones propias de la situación y la interpretación y el análisis de las soluciones propuestas. Desde esta perspectiva, el aula de clase, como una unidad del sistema social, permite que los estudiantes vivan experiencias en las que participen de situaciones en las cuales se estudien y analicen fenómenos propios de la sociedad y de su cultura. En ese sentido, en el aula de clase de matemáticas, la modelación fundamentada en la perspectiva

socio-crítica ha de cobrar sentido, pues cuando los estudiantes participan en ambientes de modelación en los que se plantean situaciones relacionadas con problemáticas sociales, estos reflexionan frente a cómo las formas de construir modelos matemáticos intervienen en reflexiones sociales y en otros aspectos y conceptos de la vida diaria (Barbosa, 2009). Por lo tanto, las matemáticas y los modelos matemáticos contruidos pueden servir para analizar y tomar decisiones de las situaciones, problemas y fenómenos presentados en el contexto social.

Se puede afirmar entonces, que el desarrollo de ambientes de modelación matemática en el aula de clase, desde la perspectiva sociocrítica, promueve, tal y como señala Blomhoj (2009), Kaiser y Sriraman (2006), Barbosa (2009) y Araújo (2009), participaciones significativas de los estudiantes, gracias a las reflexiones de su realidad a partir de los modelos matemáticos que están construyendo. Como consecuencia, los ambientes de modelación, desde la perspectiva sociocrítica, pueden ser considerados como posibilidades para explorar los papeles que la matemática debería desempeñar en la sociedad, permitiendo pensar en una propuesta en educación matemática más política para los estudiantes, que les permita asumir posicionamientos críticos frente a la sociedad (Araújo, 2009; Barbosa, 2004; Valero, 2012; Mancera, et al., 2014).

Finalmente, se observa la tendencia orientada hacia la resignificación de estructuras curriculares tradicionales. Al respecto, la investigación de Villa-Ochoa (2015) recomienda la creación de ambientes o comunidades en los que los profesores se empoderen de acciones que discutan los currículos y que les permitan romper con la aparente rigidez de los planes basados en las construcciones aisladas de las situaciones que rodean a los estudiantes en su vida cotidiana en donde se favorezcan la reflexión y el diálogo de experiencias, y que permitan la consolidación de una visión más amplia de lo que puede ser la “realidad”, de manera que cobije los contextos sociales y culturales en los cuales las matemáticas escolares pueden circunscribirse (Villa-Ochoa, 2015).

Al respecto, Biembengut y Hent (2004) consideran relevante profundizar más en cómo ponen en práctica los profesores las propuestas educacionales o, incluso, cómo las comprenden y las difunden. Asimismo, es importante reconocer cuáles factores pueden comprometer o dificultar movimientos clave para la resignificación curricular. En otras palabras, es necesario concebir otras miradas, otra concepción sobre el conocimiento, el entendimiento y la acción educacional.

Por su parte Molina (2018) considera que para atender a las limitaciones y barreras que ofrecen los currículos rígidos y que se logren consolidar espacios en los que el estudiante tenga un rol que le permita ser partícipe de la producción de conocimiento se deben establecer nexos entre la realidad de los estudiantes y las matemáticas escolares, para ello sugiere la necesidad de establecer alternativas para integrar contextos, modelos y la modelación en las aulas. Sin embargo, la modelación no se desarrolla de manera automática en las aulas, sino que está condicionada por factores relacionados con los ambientes, sujetos, objetos y medios que intervienen en el proceso de aprendizaje (p. 91).

Dentro de los hallazgos encontrados, los resultados de investigaciones como las de Araujo (2009), Villa-Ochoa (2015) y Berrio et al. (2018) muestran que cuando se desarrollan proyectos de modelación acordes con un tema de interés de los estudiantes, ellos pueden empoderarse del desarrollo de dichos proyectos. Este empoderamiento se evidencia desde dos perspectivas de autenticidad, la primera relacionada con el ámbito personal, a partir del cual los proyectos están cerca de la vida de los estudiantes, es decir, de sus historias de vida; y la segunda, relacionada con la autenticidad de valor a partir de la cual los proyectos responden preguntas personales o satisfacen necesidades personales o comunitarias. De esta manera, los proyectos de modelación que se desarrollan a partir del interés de los estudiantes tienen una dirección contraria a las tareas que son diseñadas por expertos (profesores e investigadores); mientras estas últimas se preparan con el fin de atender al desarrollo de

contenidos y habilidades, las primeras, con una orientación adecuada, pueden atender a intereses personales y comunitarios (Villa-Ochoa, 2017).

Por su parte, la investigación de Molina (2018) también permite determinar cómo hallazgo que, cuando los estudiantes se comprometen con estudios sobre su realidad, no solo producen aspectos conceptuales asociados a las matemáticas; sino que también van refinando sus modos de actuar frente al estudio de un nuevo fenómeno. Esto sugiere un doble rol para la modelación matemática, uno como estrategia o recurso para estudiar matemáticas, y otro como objeto de estudio y de aprendizaje en sí mismo. En otras palabras, la modelación matemática se observa como un recurso y como una componente constitutiva para la actividad matemática escolar.

De esta manera, se puede afirmar que el modelamiento matemático en la educación secundaria es importante, puesto que permite reconocer que la actividad matemática escolar debe prestar atención no solo al desarrollo de habilidades y a la manera como se puede producir aspectos conceptuales y significados de las matemáticas, sino también a los contextos en los cuales esta actividad se desarrolla; de ese modo, el estudio de contextos y su modelación se convierten en aspectos relevantes para la investigación en educación matemática (Mesa et al., 2014), puesto que cuando se reconocen los contextos propios de la cotidianidad de los estudiantes como insumos para desarrollar actividad matemática escolar, no solo hay mayor participación y compromiso en aspectos como la toma de datos, la producción de modelos y de significados, sino que también se presentan una mayor comprensión de los fenómenos asociados a dicho contexto; por tanto, el papel del contexto no es neutro en el proceso de modelación matemática sino que por el contrario puede articularse a las matemáticas escolares a través de un proceso de modelación matemática.

Investigaciones Sobre Aprendizaje STEM y Modelamiento Matemático

El aprendizaje STEM es un modelo que permite precisamente integrar diferentes áreas del conocimiento y ha sido asimilado con éxito en diferentes escenarios educativos del mundo, gracias a su flexibilidad y a la posibilidad de utilizarla valiéndose de las herramientas que hay en cada contexto.

El aprendizaje STEM debe incitar a los estudiantes a explorar, asimilar, aplicar conceptos y metodologías relacionados con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas; como también debe propender por desarrollar en los estudiantes habilidades de aprendizaje continuo que colaboren en la solución de problemas personales o de su contexto. Sin embargo, el aprendizaje STEM no deja de ser un gran desafío que se enfrenta a la tradicional forma de enseñanza disciplinar propia de los currículos formales, pues obliga a conectar las ciencias y la matemática, y enseñarlas de manera integrada a través de prácticas científicas e ingenieriles. Para este objetivo, el aprendizaje STEM exige reducir el aislamiento de docentes y fomentar aprendizaje entre pares, pues a diferencia de otras profesiones como abogados, ingenieros y arquitectos, los docentes realizan sus actividades en forma independiente de otros docentes, y están totalmente aislados de sus pares. Cada uno está sólo con sus estudiantes. Esto hace que la difusión de prácticas y el aprendizaje social horizontal sea muy difícil, y por lo tanto el mejoramiento continuo sea lento (Shulz, 2016). Así, la importancia radica en comprender el aprendizaje STEM como el gran desafío de integrar áreas del conocimiento pues,

El docente de biología no quiere saber nada de matemáticas y no visualiza su potencial para sus clases. Por otra parte, el docente de matemáticas tampoco vislumbra en dónde podría usar la matemática para ayudar a entender la biología. El docente de tecnología a lo más piensa en utilizar algunos videos, internet o software. La ingeniería no está en el currículum. (Shulz, 2016. p.291)

De aquí, que para el aprendizaje STEM se requiera de la colaboración de varios docentes en escenarios interdisciplinares. Un ejemplo de ello, se puede observar en la

investigación de Schulz (2016) a través de dos experiencias STEM realizadas en Chile en la Escuela Santa Rita, y una de ellas también en Japón en el gimnasio del Junior High School, 21. En esta experiencia se puede visibilizar un conjunto más amplio de propósitos reflejando la naturaleza compleja de disciplinas como la ciencia, la matemática, la ingeniería, la tecnología y el arte desde una mediación a través del modelamiento como integrador de saberes prácticos y habilidades útiles para la formación de profesionales.

Castiblanco y Medina (2016) ofrecen también una investigación sobre aprendizaje STEM donde busca, a través de la robótica, utilizar herramientas tecnológicas que faciliten el aprendizaje, adquiriendo nuevos conocimientos de forma más ágil y sencilla. Así, la aplicación del modelo STEM, haciendo uso de la robótica, como práctica pedagógica innovadora, genera mejoras en el aprendizaje de las matemáticas. De manera particular, en esta experiencia se desarrollaron habilidades en la conceptualización y práctica de operaciones básicas, relaciones espaciales, mediciones y comparaciones, pero quizás las mayores destrezas que se observaron tienen que ver con la capacidad que adquieren los estudiantes para resolver problemas a partir de situaciones dadas.

En este orden de ideas, el aprendizaje desde la integración de disciplinas forma estudiantes capaces de pensar el mundo de forma compleja, superando barreras epistémicas sobre lo que describe un modelo y un modelado, y como se concibe su representación. Desde esta visión, el aprendizaje trasciende como emergencia y no como transmisión de conocimiento.

De esta manera, en el aprendizaje STEM, el modelamiento matemático sirve como agente provocador y eje de la mediación dado que, epistemológicamente, está estructurado para explicitar los elementos constitutivos de la organización que pretende ser modelada -el

todo y sus partes, sistemas simples y complejos- en la emergencia de las interacciones. (Henke y Höttecke, 2015).

Uno de los estudios que evidencia la relación entre aprendizaje STEM y la modelación es el planteado por Tellez y Osorio (2010). El resultado de esta investigación plantea una epistemología para la modelación escolar caracterizada a través del uso de las gráficas. El estudio desde la perspectiva del Tratado de Oresme sobre la Figuración de las Cualidades, proporciona una explicación de la transformación del uso de las matemáticas de la época para abordar la problemática de las situaciones de cambio y variación. Esta transformación, caracterizada en este trabajo a partir del debate entre el funcionamiento y la forma del uso de las figuras geométricas, aporta los principales elementos de la hipótesis epistemológica sobre el uso de las gráficas en situaciones de modelación del movimiento para resignificar el cambio y la variación. La pertinencia de esta investigación radica en las posibilidades que brinda la tecnología en el procesamiento de gráficas y en la modelación matemática, para estudiantes secundarios, puesto que permite una mejor apropiación de los contenidos logrando un aprendizaje significativo de los mismos (Tellez y Osorio, 2010).

Otro ejemplo donde se puede evidenciar la relación entre el aprendizaje STEM y el modelamiento es el presentado por Rodríguez y Quiroz (2016), a partir del cual la modelación matemática es utilizada como estrategia didáctica en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Este ejercicio permitió el acercamiento de los alumnos a problemas en contexto donde es posible la utilización de las matemáticas para dar respuesta a fenómenos propios de la ingeniería y donde se evidencia la importancia de la tecnología en otros contextos propios de una ecuación diferencial. Así, en la actualidad, se trabaja en la búsqueda, diseño e implementación de tecnología para el apoyo del proceso de modelación matemática en contextos mecánicos, eléctricos, hidráulicos y de naturaleza social.

De aquí, la necesidad de establecer la importancia del diseño e implementación de actividades que permitan el desarrollo de los procesos de modelación matemática, por medio del planteamiento de educación STEM, desde donde se comprenda a la modelación matemática como un proceso que involucra el mundo real y las matemáticas de manera que se relacionan mutuamente, constituyendo una herramienta didáctica que permite la construcción del conocimiento matemático. Desde el punto de vista epistemológico, la modelación matemática, acopla elementos de naturaleza “no matemáticos” (todo aspecto externo a la matemática) con el conocimiento matemático descrito desde el ámbito cognitivo. (Berrio et al., 2018).

Para concluir esta categoría, se evidencia la necesidad de innovar con más experiencias de aprendizaje STEM en educación secundaria, pues la mayoría de estudios sobre ésta se presentan a nivel universitario. Ahora bien, estas iniciativas deben apuntar a superar las brechas que hay entre docentes y, por tanto, entre las áreas del saber, para poder generar procesos que empiecen a resignificar las lógicas de los currículos formales de corte occidental.

Investigaciones Sobre Aprendizaje STEM en Toma de Decisiones

Finalmente, se propone una categoría que toca dos partes importantes del proyecto: el Stem como herramienta integrada al proceso de modelación matemática y la toma de decisiones como uno de los objetivos de análisis centrales del proyecto. En este sentido, la idea es analizar las implicaciones de combinar la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas con la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales de la escuela es contribuir a la sociedad con ciudadanos responsables, honestos y cuyas capacidades ayuden al establecimiento de una convivencia más justa, resulta imperativo integrar el modelamiento

matemático y las herramientas de STEM, en la toma de decisiones. En este sentido se encontró un estudio realizado por los docentes Jhony Alexander Villa-Ochoa, Alexander Castrillón-Yepes y Jonathan Sánchez-Cardona en 2017. En el estudio se explora acerca de los intereses por combinar las disciplinas desarrolladas en la secundaria con la toma de decisiones. El análisis determinó:

En la Educación Matemática existe un creciente interés por la investigación acerca de la modelación y las aplicaciones matemáticas, así como por su integración en los currículos escolares (v.g. books' ICTMA series). El interés se fundamenta en la presencia de los modelos y la modelación en diversas actividades sociales, su conexión con la tecnología y la preparación de los estudiantes en actitudes y competencias matemáticas, para el ejercicio de una ciudadanía responsable y para la participación en los desarrollos de la sociedad. p 220

La toma de decisiones devenga competencias de razonabilidad, interpretación y análisis que nacen cuando se enfrenta a problemas de la vida real. La integración disciplinar con ciencias aplicadas que de alguna manera se encuentran en boga en las últimas décadas es de vital importancia no solo para el fortalecimiento de los currículos institucionales sino para afianzar en competencias dirigidas a la ciudadanía adulta y a la educación superior.

Uno de los espacios sociales en los que se “prepara” al ser humano para enfrentarse a las realidades de otros espacios es, sin lugar a duda y además de la familia, la escuela. Las aulas de clase son retratos, narraciones cortas de espacios futuros a los que los estudiantes se enfrentarán en la adultez. En ese sentido la escuela tiene especial responsabilidad en preparar a cada estudiante para asumir un nuevo rol en la sociedad, brindar los elementos necesarios para que se enfrenten a nuevos conocimientos y asuman nuevos retos.

El ambiente escolar en toda su historia ha estado permeado por los conflictos que emanan de la sociedad en sus diferentes esferas; sin embargo, una de las principales críticas que se realiza a los sistemas educativos mundiales es precisamente asegurar que en las instituciones no se prepara al estudiante para la vida o que los conocimientos que hacen parte de los currículos no son aplicables a la realidad. A lo largo de la historia se han desarrollado diversas estrategias que propenden por la formación del estudiante a partir de la comprensión del entorno que lo rodea. Las ciencias sociales, la lectura crítica, la biología, etc. Han utilizado recursos de sus aprendizajes formales en proyectos que combinados con eventos tomados de la realidad proporcionan estrategias de formación en niños y niñas.

Se considera que esta labor de la mano de un buen ejercicio praxeológico, Juliao, C. (2014). Será un ejercicio crítico y confanzudo que brindara al estudiante un proceso formativo completo con buenas bases en las ciencias, un compromiso social y ambiental, crítico frente a las situaciones diarias, con voz y voto, es decir una persona libre. Shipani, D. (1992)

Entonces se considera que el primer reto de los educadores STEM, es hacer evidente para la población escolar la necesidad del fortalecimiento de estas áreas, posterior la inclusión en el desarrollo del trabajo de más compañeros docentes para que en conjunto generen cambios curriculares reales, no solo de papel. Ya avanzados en este trabajo con los estudiantes y compañeros docentes, se puede mostrar el entorno administrativo y familiar otra opción educativa.

Marco teórico

Hace unos pocos más de treinta años se está hablando de modelamiento matemático para la vida, creando modelos teóricos que buscan satisfacer situaciones reales de contextos propios como lo vemos en la siguiente figura.

Son muchos los actores, campos y situaciones implicados para este cambio, por tal motivo es de interés buscar una relación entre las características propias del modelamiento matemático, la matematización de situaciones reales, las particularidades de los ambientes de aprendizaje STEM. MD Robotics y la toma de decisiones para la vida.

La vida en continuo cambio ha hecho que se piense de otra manera, que se busquen alternativas, programas, cambios de mentalidad y resiliencia en el actuar diario, es allí donde la toma de una posición hace la diferencia, donde el pensar por sí mismo y la reflexión propia y en grupo forman sujetos de comunidad y con objetivos claros de vida; sujetos que aportan en el cambio, que son capaces de buscar alternativas a un sin límite de posibilidades presentes en el que hacer y que con una visión de futuro promueven sus ideas de progreso.

Modelamiento Matemático

Esta primera categoría busca exponer las bases de comprensión del modelo matemático. Responder el por qué la pertinencia de dicho método en los procesos educativos y los resultados que en los mismos se han logrado.

Uno de los espacios sociales en los que se “prepara” al ser humano para enfrentarse a las realidades de otros espacios es, sin lugar a duda y además de la familia, la escuela. Las aulas de clase son retratos, narraciones cortas de espacios futuros a los que los estudiantes se enfrentarán en la adultez. En ese sentido la escuela tiene especial responsabilidad en preparar a cada estudiante para asumir un nuevo rol en la sociedad, brindar los elementos necesarios para que se enfrenten a nuevos conocimientos y asuman nuevos retos.

El ambiente escolar en toda su historia ha estado permeado por los conflictos que emanan de la sociedad en sus diferentes esferas; sin embargo, una de las principales críticas que se realiza a los sistemas educativos mundiales es precisamente asegurar que en las instituciones no se prepara al estudiante para la vida o que los conocimientos que hacen parte de los

currículos no son aplicables a la realidad. A lo largo de la historia se han desarrollado diversas estrategias que propenden por la formación del estudiante a partir de la comprensión del entorno que lo rodea. Las ciencias sociales, la lectura crítica, la biología, etc. Han utilizado recursos de sus aprendizajes formales en proyectos que combinados con eventos tomados de la realidad proporcionan estrategias de formación en niños y niñas.

Figura 4

Gráfica modelamiento Blumm y Leiss (2007), según Búa, Fernández y Salinas (2015)

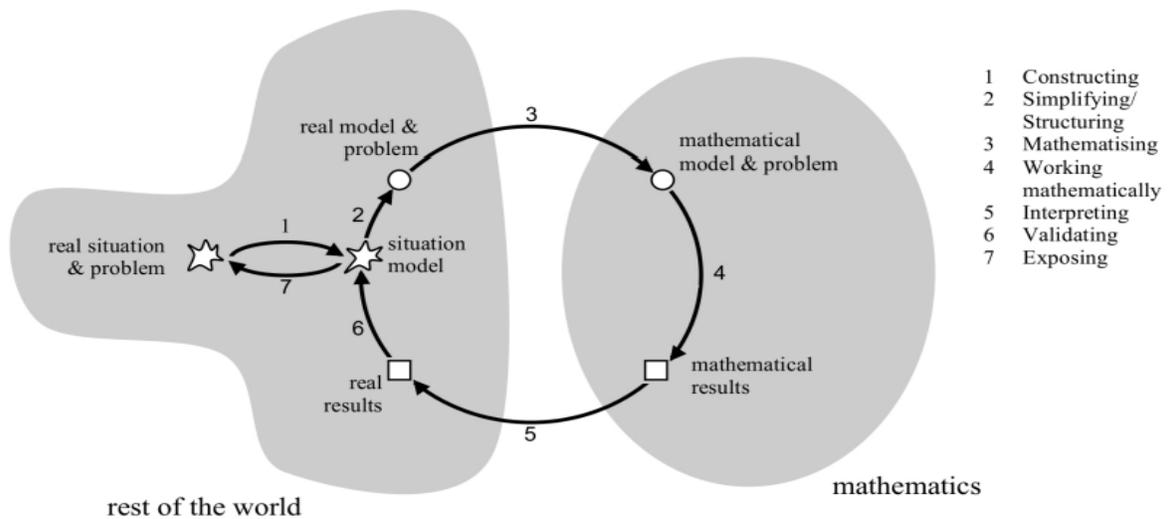
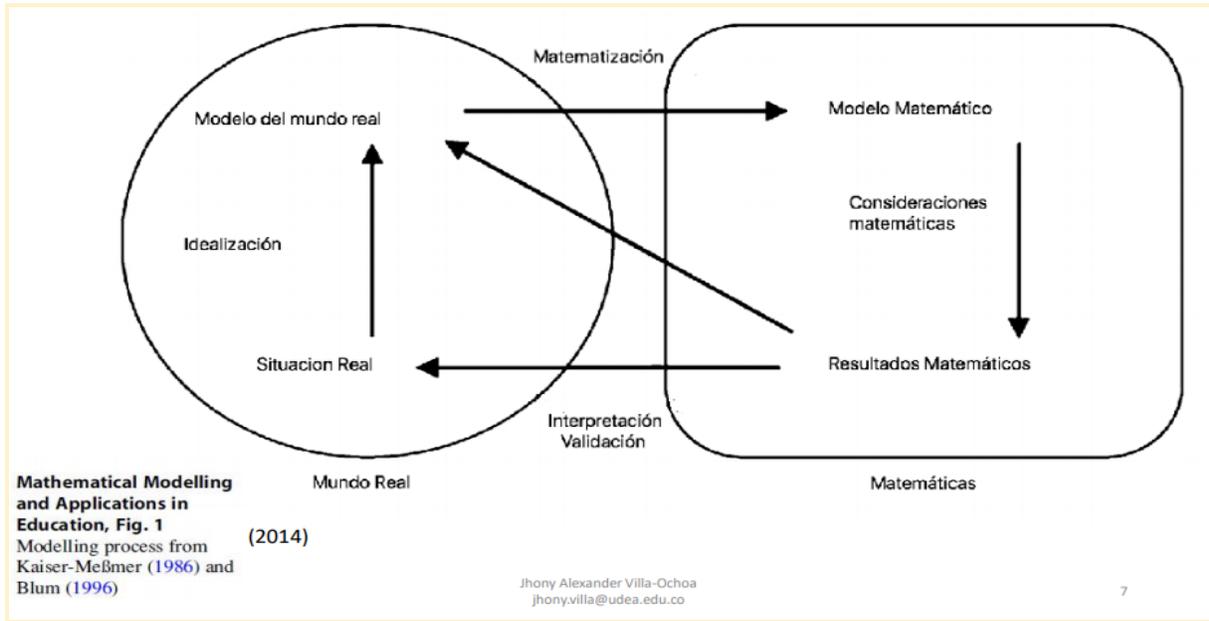


Figura 5

Gráfica modelamiento Blum- Kaiser, según Villa Ochoa (2014)



La modelación matemática es, de acuerdo con Bienbengut (1999), un proceso en el que se parte de los aprendizajes propios de una disciplina como la matemática que se aplican en la solución de problemas de la vida real; es decir, un proceso de representar problemas o situaciones del mundo real en términos y relaciones matemáticas para comprender y plantear soluciones. De acuerdo con el autor, esta no es una idea que sea contemporánea a las actuales generaciones, sino que su uso se remonta al inicio del siglo XX particularmente en estrategias de guerra. Se proyecta como una herramienta que sale de la academia al mundo real, y es que si se analizan las diferentes variantes problemáticas que atraviesan los estudiantes se puede observar que entre las mismas se cuentan inconvenientes que tienen que ver con lo académico (como la aprobación de pruebas internas y externas), lo familiar y lo social (como la cercanía con conflictos barriales o con el consumo de sustancias psicoactivas).

Así pues, esta es una de las estrategias que se utiliza actualmente en ambientes escolares que buscan integrar la realidad a los saberes del aula; en este sentido se ha descrito, como:

Un proceso involucrado en la obtención de un modelo matemático. Un modelo matemático de un fenómeno o situación problema es un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que representa, de alguna manera, el fenómeno en cuestión. El modelo permite no sólo obtener una solución particular, sino también servir de soporte para otras aplicaciones o teorías. En la práctica, ese conjunto de símbolos y relaciones puede estar vinculado a cualquier rama de las matemáticas, en particular, a los instrumentos fundamentales de las aplicaciones matemáticas (Biembengut, 1999, p. 20)

Es decir que, si se analizan algunas situaciones de la rutina diaria en las que el pensamiento lógico matemático es un determinante de análisis para su respectiva solución, así como las que incluyen ecuaciones básicas, sistemas de medidas, de porcentajes, etc, y las mismas son copiadas en el aula, analizadas y concluidas, pueden servir de argumento para ampliar las estrategias que se desarrollan en una disciplina y sus funciones así como para la creación de nuevos métodos y teorías en dicho campo de estudio.

Los principios que actúan en esta estrategia han sido estudiados y aplicados por diferentes investigadores a lo largo de la enseñanza matemática; en el texto publicado por Florez, R. C. C., Meza, M. D. J. R., Palomino, L. A. B., & Romero, T. G. en 2020 se evidencia desde la investigación realizada cómo:

La modelación matemática como herramienta didáctica para la enseñanza de las matemáticas garantiza que los educandos logren el aprendizaje a través del trabajo cooperativo, buscando información y que se refuerza mediante el uso de nuevas tecnologías puesto que se forma matemáticamente con situaciones del contexto social, económico y cultural del educando. p 156

Esto implica que la modelación matemática no solo es una herramienta de análisis individual en el que se fortalecen las competencias del pensamiento lógico, sino que además simboliza un trabajo que se fortalece con las capacidades analíticas del otro y que establece un diálogo constante con otras herramientas como las ofrecidas por las nuevas tecnologías.

En el mismo sentido se ha comprobado que la modelación matemática amplía la capacidad investigativa de quienes actúan como sus aprendices; los enseña a razonar, a cuestionar, ampliar sus relaciones sociales e incluso modelar su pensamiento crítico:

La modelación matemática "favorece que el alumno: actúe/haga y no sólo reciba sin comprender el significado de lo que está estudiando; que investigue, lo que es una actividad poco común a pesar de ser parte del currículo; que cree conocimiento y sentido crítico, principalmente en la formulación y validación del modelo; que interactúe y se entere de los trabajos de los demás grupos. Así mismo, permite al profesor: estar más atento a las dificultades del alumno, tomar conocimiento de los trabajos de manera gradual, en especial en el momento en el que orienta a los alumnos, y modificar sus criterios e instrumentos de evaluación." (Biembengut, M. S., & Hein, N. 2004. p. 119)

Para concluir, se está frente a un conocimiento cuyo continuo interés investigativo por parte de maestros y maestras de diferentes instituciones ha hecho que se puedan enumerar resultados de diferentes tipos que son testigos de un proceso exitoso y nuevas lecturas de los métodos que se emplean para enseñar una ciencia.

Stem en Modelamiento Matemático

En la primera categoría se mencionó cómo los contenidos de otras disciplinas se integran a los propósitos del modelamiento matemático; en el complemento, esta categoría busca analizar cómo la herramienta STEM ha sido utilizada con el modelamiento matemático, sus características principales y aplicaciones.

El STEM, definido como la integración de los conocimientos de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y la Matemática en estrategias educativas, busca promover el “pensamiento científico complejo a través de mediaciones y umbrales más o menos establecidos con criterios coherentes alrededor de la problematización, la pasión y la necesidad de aprender con un propósito”. (Cáceres, N. M., Cárdenas, A. A., & Carvajal, O. V., 2019, p 116)

Ahora bien, cada una de estas herramientas hace parte de los diversos conocimientos que apoyan la formación íntegra del estudiante; sin embargo, a pesar de contar con los elementos teóricos no siempre dichos conocimientos se pragmatiza en la vida real por lo que resulta imperativo integrar al modelamiento matemático saberes que complementan el espectro de dicha disciplina por lo mismo su uso.

Como se mencionó anteriormente, la modelación matemática parte del análisis de la realidad y de la solución de los temas que en ella coinciden acoplados a el pensamiento lógico matemático. En ese sentido las cuatro habilidades que compone Stem son parte de esa realidad, del panorama al que cada uno se enfrenta al salir de la escuela y por lo mismo resulta necesario integrar los dos saberes, esto es:

La Modelación Matemática se entiende como un proceso que involucra el mundo real y las matemáticas de manera que se relacionan mutuamente, constituyendo una herramienta didáctica que permite la construcción del conocimiento matemático. Desde el punto de vista epistemológico, la Modelación Matemática, acopla elementos de naturaleza “no matemáticos” (todo aspecto externo a la matemática) con el conocimiento matemático descrito desde el ámbito cognitivo. (Berrio, Jesús; Peña, Zuriel; Torrenegra, María. 2018. p 495)

Es importante destacar en esta categoría la labor interdisciplinar de lo propuesto ya que la combinación de estos saberes amplía los límites en los que la modelación actúa, abre las fronteras de su aplicación integrando los elementos propios de las epistemes que componen Stem. De acuerdo con el estudio realizado por Juan Fernando Molina-Toro, Jhony Alexander Villa-Ochoa y Liliana Suárez Téllez en 2018 en una institución educativa con estudiantes de último grado:

Los estudiantes vinculados produjeron conocimiento matemático asociado a unas situaciones de movimiento; sin embargo, este conocimiento no fue sólo producto de los estudiantes, sino que resultó de las interacciones ocurridas en un colectivo de estudiantes con modelación como experimentación con graficación y tecnología. (Molina-Toro, J. F., Villa-Ochoa, J. A., & Suárez Tellez, L., 2018. p 112)

Los continuos avances tecnológicos ubican especialmente a esta como una de las herramientas que más está presente en la realidad del estudiantado; por lo mismo muchas decisiones de índole social, personal e incluso sexual presentan una relación estrecha con cómo se manejan las nuevas tecnologías, elemento que propone la necesidad de integrar a esta en la estrategia propuesta por el modelamiento matemático.

Stem en Toma de Decisiones

La cuarta revolución industrial generó un efecto dominó, desde su inicio con la fuerza del big data, está a su vez un cambio exponencialmente a la forma de comunicación y esto produjo una ola de cambios en diferentes sectores; sociales, políticos, económicos, industriales, por nombrar algunos. Para efectos de este escrito nos centraremos en el crecimiento relativo del conocimiento como factor de producción, esa creciente identificación del mundo del conocimiento con el mundo del trabajo ha conducido a transformaciones en el sentido de cómo la industria ve a la escuela y como en ella evidencia una falta de atención por

la formación en las carreras STEM; por sus siglas en inglés Science , Technology, Engineering, Mathematics o MINT por sus siglas en alemán, hace referencia a la agrupación de las áreas del saber; Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, para Canadá se denominó PREST, Resolución de problemas y manipulación en matemáticas. Debemos resaltar que no es un esfuerzo actual, solo ha tenido mayor difusión, ya que sus inicios datan de alrededor de 1983, desde la idea de Nación en Riesgo que surgió en EE.UU cuando Rusia comienza a liderar las iniciativas espaciales, y en consecuencia EE.UU inicia su programa NSF - SMET, National Science Function in 1990. La idea se ha desarrollado con los años y está siendo escuchada en otros ámbitos diferentes al empresarial, en especial el educativo, por tanto, podemos definir los siguientes retos para la educación STEM; el primero, aumentar el número de estudiantes en las carreras STEM, para sostener el desarrollo científico. En segundo lugar, aumentar dentro del grupo de estudiantes STEM, el número de estudiantes pertenecientes a grupos de baja representación social, como grupos étnicos o de género. Y el tercero y no menos importante todo ciudadano necesita una buena formación STEM, para mejorar su calidad de vida.

Y en este sentido es válido decir que los educadores STEM, tienen como reto lograr que la escuela, educadores, en los diversos niveles de escolarización y espacios del conocimiento, y padres de familia les abran las puertas, para que de forma colaborativa todos logren volver a la escuela un laboratorio social y por tanto el centro de la transformación social liberadora.

Se reconoce que el mundo actual es potencialmente digital, distante de las generaciones análogas. Ahí es evidente la necesidad de fortalecer la educación STEM, para llegar a estas generaciones y que éstas migren a los sistemas digitales, en el pasado la sociedad se ha dedicado a dejar de lado lo obsoleto, pero con los sistemas digitales de automatización intuitiva los individuos están quedando obsoletos, y esto lo se puede ver en la tecnificación de procesos, donde poco a poco ha desplazado la fuerza laboral. Esto inició hace

unos años con las líneas de producción automatizadas, donde ya no se requerían obreros sino que un par de brazos mecánicos cumplían con la función, este efecto lo han sentido más de cerca las actividades mecánicas, operarias, de marketing, y sigue creciendo de forma exponencial, donde contamos con herramientas intuitivas que facilitan el uso de diversos objetos, ya con los carros autónomos próximamente no se necesitaran conductores, y así con muchas otras tareas, estas alternativas ofrecen múltiples beneficios la respuesta es sí, bajos costos, disminución de accidentes viales, pero que van hacer esos conductores, sino se han preparado para otra tarea en su vida.

Entendamos que algunos detractores de la educación STEM, lo ven como un desarrollo educativo en el marco de la lógica neoliberal, meramente capitalista, que no responde a contextos y realidades sociales propios, que es permeado por políticas y currículos de orden eurocéntrico, y para algunos resuenan las palabras de Sousa Santos (2006) en un conversatorio llevado a cabo en la ciudad de Buenos Aires donde, tomando como ejemplo las ciencias sociales, afirma que: *“estas fueron producidas en tres o cuatro países del Norte, esto es un problema para la gente que vive en el Sur pues las teorías están fuera del lugar, no se adecuan a las realidades sociales”* propias del Sur. Y plenamente nos identificamos con de Sousa Santos (2006), donde enfatiza en la necesidad de generar currículos propios que fortalezcan los saberes, pero no por ellos descartamos las iniciativas lejanas del *Abya Yala*, reconociendo que con la debida apropiación en territorio fortalece el proceso formativo y que algunos de esos procesos son transversales a toda la humanidad teniendo en cuenta el mundo globalizado en que vivimos. Ejemplo claro de esta situación, son las afectaciones del COVID-19, dadas por el aislamiento social y el truncamiento en diversos procesos sociales, económicos, políticos, labores, que nunca se migraron a sistemas más efectivos propuestos por los avances tecnológicos.

Otros creen que es una realidad lejana y cuando se mencionan proceso de automatización, piensan en películas futuristas lejanas de ocurrir en el contexto latinoamericano, entendemos con Giroux (1992), que un docente debe cumplir con la tarea ética de preparar a los educandos para que de forma crítica entiendan su papel en el mundo, y el mundo ha cambiado muchas de sus dinámicas y las escuela debe reconocerlas. Nuestra sociedad sufre transformaciones cada día más avasalladoras (sociales, culturales, económicas, científicas y tecnológicas) que de forma continua llegan a representar un reto para la escuela, que debe tomarse la tarea de analizar el cómo reorientar la educación que se brinda en ella a los niños, niñas y adolescentes en un mundo donde la información que se presenta hoy, tal vez mañana podría estar obsoleta. Viéndolo desde allí, más que presentar contenidos a los estudiantes el reto como docentes STEM, es pensar cómo se puede lograr que los educandos logren ser ciudadanos competentes (entendiendo la competitividad como la capacidad de actuar de forma desenvuelta en la sociedad, teniendo la capacidad de tomar decisiones asertivas, realizar aportes y transformaciones en su contexto real). Es por esto que las ciencias naturales, la matemática, la ingeniería y la tecnología, deben ser el núcleo de la formación de este sujeto competente, porque con buenas bases teóricas y la interacción en actividades problemáticas que solucionan en equipo, podrán desarrollar habilidades para comprender mejor el mundo y así transformar las situaciones que se presentan a modelos de solución previamente probados, esto apoya la capacidad de solucionar críticamente las situaciones que se le presenten con la información que llega en diversos ámbitos, laboral, social, familiar, en general en la cotidianidad, también estas interacciones en forma de juego, potencian e incentivan la curiosidad, la creatividad y sobre todo la capacidad de trabajar individualmente o en equipo para dar solución a situaciones de su entorno directo. Sin embargo, se sabe que son estas áreas del conocimiento las que exigen mayores retos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, no solo porque en sí ya posean alguna dificultad sino es bien conocido, existe toda una serie de percepciones sociales y culturales que hacen creer que las ciencias exactas no

son para todos. Desde estas ideas se reafirma la importante tarea del docente STEM para cambiar estos paradigmas que históricamente han afectado principalmente a las mujeres, teniendo la tasa más baja de población estudiando carreras de esta línea.

En conclusión es considerable que el desarrollo de la educación STEM, hace que las áreas vuelquen su mirada a metodologías más vividas: La teoría es fundamental, las matemáticas son parte clave del desarrollo de este tipo de iniciativas, pero sin un buen entendimiento de esta ciencia y del mundo, se vuelve una caja de herramientas que el tecnólogo no podrá usar al desconocer su funcionamiento, el ingeniero podrá tener muchas ideas para solucionar problemas pero debe saber expresarlas y comunicarlas, y en especial debe contar con el científico que después de una serie de análisis es quien al observar ve realmente lo valioso y necesario, y que tal si todos esos procesos nos definen no como varios, sino como uno solo con varias habilidades, que se fortalecen y desarrollan de la interacción con el otro del crecer en sociedad y queriendo un mundo mejor para todos, donde se puede vivir en pleno equilibrio con el medio ambiente.

Metodología

Para abordar la pregunta ¿Cómo podemos fortalecer la toma acertada de decisiones en los estudiantes a través de las características del modelamiento matemático y los ambientes de aprendizaje STEM. MD Robotics? Se planea realizar una investigación cualitativa desde la participación - acción, que denominamos “Modelación Matemática: una apuesta interdisciplinar desde el ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics hacia la toma de decisiones para la vida”, los estudiantes participantes pertenecen a la básica secundaria de dos colegios públicos en la ciudad de Bogotá: La Concepción IED y Enrique Olaya Herrera IED; el primero, ubicado en la localidad 7° de Bosa, se trabajará con estudiantes de grado octavo que oscilan entre

edades de 13 y 14 años; el segundo, ubicado en la localidad 18 Rafael Uribe Uribe, se trabajará con estudiantes de grado noveno que oscilan entre edades de 14 y 15 años. El proyecto pretende adoptar un enfoque cualitativo y la información se recolecta mediante test, entrevistas, observaciones, que serán analizadas por los docentes para evidenciar fortalezas y dificultades. Dentro de la metodología se desarrollan actividades que propendan por el desarrollo de las competencias básicas de cada área STEM afines al desarrollo de procesos mentales estructurados como son la lógica matemática y el método científico, junto con ellos habilidades de lectura de la realidad y diferentes textos, que contribuyan a la comprensión y transferencia de modelos matemáticos a escenarios reales y viceversa, es decir, la matematización de escenarios reales.

Para este fin, se evidencian de forma cíclica en el trabajo las etapas de desarrollo como son: planificar, actuar, observar y reflexionar describiéndolas de la siguiente forma:

1. Se realizó un estudio bibliográfico en diferentes bases de datos para dar forma al estado del arte y marco teórico, apuntando a los procesos de modelamiento matemático, Ambientes de aprendizaje STEM y toma de decisiones para la vida.
2. Aplicamos la propuesta educativa del PCIS con los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics identificando la relación directa entre esta propuesta, las características del modelamiento matemático y la toma de decisiones.
3. Se realizó un análisis del trabajo realizado en aula con los estudiantes en relación con ambientes Stem, Modelamiento matemático y toma de decisiones.
4. Se identifican los factores comunes entre los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics y el modelamiento matemático en la toma de decisiones para la vida

Descripción de la Metodología de Investigación

En primer lugar, al iniciar la investigación se hizo por medio de entrevistas y encuestas al grupo de estudio ya mencionado, las cuales nos permitieron visualizar dificultades en la interpretación, análisis y solución de problemas de la vida diaria y como la toma de decisiones es parte activa de este proceso. Se hizo un análisis comparativo de una prueba inicial y una final teniendo como referencia la implementación de los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics y el modelamiento matemático.

En segundo lugar, se aplican las guías de trabajo de los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics propuestas por el PCIS, desarrolladas de la siguiente manera:



Figura 6

Gráfica STEM MD Robotics



1. El primer acercamiento de los estudiantes a la propuesta de ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics, fue el desarrollo de la adaptación de la guía # 0 de docentes, donde presentó al robot Da Vinci Xi, como un adelanto tecnológico en la medicina, en que se ve reflejado la contribución de cuatro áreas como la ciencias naturales, la ingeniería, tecnología y matemática. El fin del robot es mejorar la precisión de un cirujano y además permite

que este sea usado de forma remota, lo que posibilita que cualquier especialista en el mundo pueda realizar una operación en las instalaciones de la Clínica Shaio sin viajar,

de su ciudad de residencia. Promoviendo así un sistema de salud más eficaz y seguro. Posteriormente se introduce la imagen de Leonardo Da Vinci como uno de los inventores más polifacéticos de la historia y su profundo aporte a la humanidad desde diferentes campos del saber con sus inventos, dibujos, bosquejos y prototipos.

2. Desde la inquietud generada anteriormente, se busca el desarrollo de las habilidades afines con las áreas STEM con el juego a partir de la experimentación, el diseño, la implementación y operación. El iniciar las clases con un reto, generó un cambio positivo de la disposición de los estudiantes a la clase, la distribución por grupos logró una ruptura en el orden social del curso, lo que generó que se interactuara con un grupo mayor al círculo acostumbrado y se diera la oportunidad de conocer al otro y a ellos mismo al probarse frente a diferentes situaciones, potencializando sus habilidades o descubriendo otras.
3. El establecer el juego de roles no solo desde lo operativo sino desde lo académico donde cada uno debía plantearse desde una de las áreas STEM, introdujo la necesidad de profundizar en los conceptos propios de cada área y al intercambiar posturas se fortaleció la mirada integral para entender el problema o situación.
4. Conectar con el saber a partir de hipotetizar, buscar información, diseñar y formular. El objetivo de plasmar lo entendido y generar hipótesis, fue el primer paso de la modelación. Ya que sin importar si era un dibujo, la extracción de los datos, generaba la identificación de las relaciones de las variables de la situación.
5. Desafiar a partir del planteamiento de problemas, la concepción y esquematización de estos. Poner en práctica, en las tareas iniciales el PROBAR fue la palabra clave, en especial las actividades relativas al robot, ya en las posteriores actividades se planeaba antes de probar. La observación de las pruebas contribuye a mejorar los futuros ejercicios, es importante dejar registro de lo observado, para este fin la herramienta fundamental fue el diario campo o bitácora, objeto en el que se llevaba

registro de todo lo realizado, y que a su vez servía de retroalimentación para los posteriores ejercicios .

6. Juego a partir de la experimentación, el diseño, la implementación y operación. La impronta que se busca es fortalecer en los estudiantes que del error se aprende, ya que en ocasiones frente al no cumplir el reto, se frustraron y esto fue cambiando al fortalecer las relaciones como equipo y la oportunidad de seguir aprendiendo.
7. Conectar con el mundo real a partir de la observación, la identificación de los problemas, la percepción y la identificación. Conectar con el saber a partir de hipotetizar, buscar información, Diseñar y formular. El modelamiento matemático se desarrolló de forma transversal al ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics, potencializando las habilidades propias de cada área. Ya que requería el entendimiento de la situación, identificación de variables, sus relaciones, planear llevarlo a otro lenguaje que permita manipularlo y generar posibles resultados, que devueltos al entorno cotidiano tomaban validez u obligaban a iniciar de nuevo. Es un ciclo.
8. Evaluar buscando el registro de resultados, la construcción, la operación y la solución.

¿La toma de decisiones es fundamental en nuestro diario vivir, comúnmente escuchamos frases, *porque me toco vivir, esto..?* Y en muchas ocasiones son situaciones generadas por una mala decisión, pero evadimos nuestra responsabilidad, porque perdí, no estude suficiente, no busqué apoyo. Desde el modelo implementado se busca la interiorización del detenerse, pensar y decidir, disminuyendo las respuestas intuitivas, mayor información no es mejor sino se entiende lo que continúe, sin embargo, siempre rescatamos las decisiones informadas, por eso la constante reiteración del estudio de las ciencias y fortalecimiento de conceptos.

Al implementar los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics Proyecto liderado por el Parque Científico de Innovación Social PCIS, nos permitió evidenciar la relación entre las características del modelamiento matemático (contextualización, interpretación, formulación, aplicación y verificación) y las particularidades de este proyecto (Conexión con el mundo real, desafío, conexión con el saber, juego de roles, trabajo en equipo, estrategias de resolución y evaluación de resultados) con el fin de llevarlas hacia la toma de decisiones para la vida.

En tercer lugar, se hace un análisis del trabajo realizado entre la modelación matemática, los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics y la toma de decisiones, concluyendo con los aspectos positivos y negativos de la propuesta de investigación

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos para recolección de datos se hicieron teniendo en cuenta los objetivos propuestos por nuestra investigación, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tabla de objetivos

General. Fortalecer la toma acertada de decisiones en los estudiantes mediante la matematización de situaciones y las características de los ambientes de aprendizaje STEM MD robotics	
Específicos	Entendemos por...
Mejorar el proceso de la toma de decisiones en los estudiantes mediante dilemas de la vida cotidiana.	Entendemos como mejora del proceso toma de decisiones cuando la toma de la decisión no se hace desde la intuición, sino desde el uso de la capacidad cognitiva y el análisis de información.
Utilizar las características del modelamiento matemático en la toma de decisiones.	Entendemos por “apropiación del modelo matemático” favorece el uso del pensamiento computacional de toma de decisiones.

Llevar el modelamiento matemático a los ambientes de aprendizaje STEM MD robotics.	
--	--

Análisis Documental

Como se dice en la metodología , esta investigación inicia con un estudio bibliográfico que permite construir el estado del arte y el marco teórico frente a modelamiento matemático, Ambientes de aprendizaje STEM y toma de decisiones; esta construcción permite delimitar los componentes que se deben abordar y dar prioridad en la investigación.

Encuesta de Recolección de Datos.

Se aplicó una encuesta con variable cualitativa donde se encontró la relación entre los procesos de los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics,y el modelamiento matemático siempre con el fin de la toma de decisiones, esta encuesta se hizo antes y después del proceso realizado en el aula.

Resultados y Análisis

“ El logro de tu meta está asegurado en el momento en que te comprometes con ella”.
Mack R. Douglas.

La siguiente encuesta aplicada durante el proyecto de investigación muestra comparativamente los resultados de una toma inicial y una toma final.

La primera parte de la encuesta corresponde a la caracterización del grupo.

Resultados Obtenidos de la Encuesta Aplicada. *Modelación matemática: Una Apuesta interdisciplinar desde los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics hacia la toma de decisiones*

Se debe aclarar que en la primera fase de la encuesta respondieron todos los estudiantes vinculados al proyecto un total de 83 estudiantes, pero por temas de la pandemia y dificultades de conexión algunos estudiantes no pudieron diligenciar la prueba final, por tanto de los resultados de la prueba de inicio se seleccionaron los datos de los estudiantes que respondieron ambas pruebas, para poder realizar la comparación.

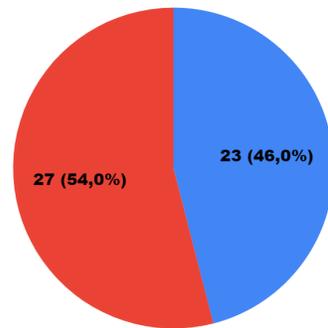
Caracterización de la Muestra

Figura 7

Gráfico Pregunta 1 (caracterización población)

ESTUDIANTES - POBLACIÓN

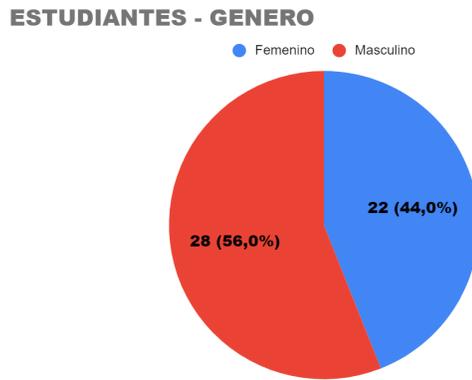
● Colegio La Concepción I.E.D ● Colegio Enrique Olaya Herrera I.E.D



En el gráfico 1 se observa que la investigación se realizó en las instituciones educativas distritales: Colegio Enrique Olaya Herrera I.ED. con una participación del 54% y Colegio La Concepción I.E.D con una participación del 46% del total de la muestra, que fueron 50 estudiantes los que respondieron las dos pruebas inicial y final.

Figura 8

Gráfico Pregunta 2 : "Género"



En el gráfico 2 se observa que de los 50 estudiantes participantes en la investigación, el 56% son de género masculino y el 44% son de género femenino.

El segundo componente de la encuesta, corresponde a temas relacionados con la investigación que nos convoca, las preguntas que se construyeron van relacionadas a los tres objetivos específicos sin tomar diferencias entre ellas, se trata de observar el cambio positivo o negativo frente a la toma de decisiones para la vida con respecto al trabajo desarrollado entre los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics y la inmersión de las características de un modelamiento matemático en este. Con este principio se plantea una situación de la vida diaria, para evidenciar la postura del estudiante en cada momento.

STEM y Modelamiento Matemático

Situación: UN NUEVO EMPLEO

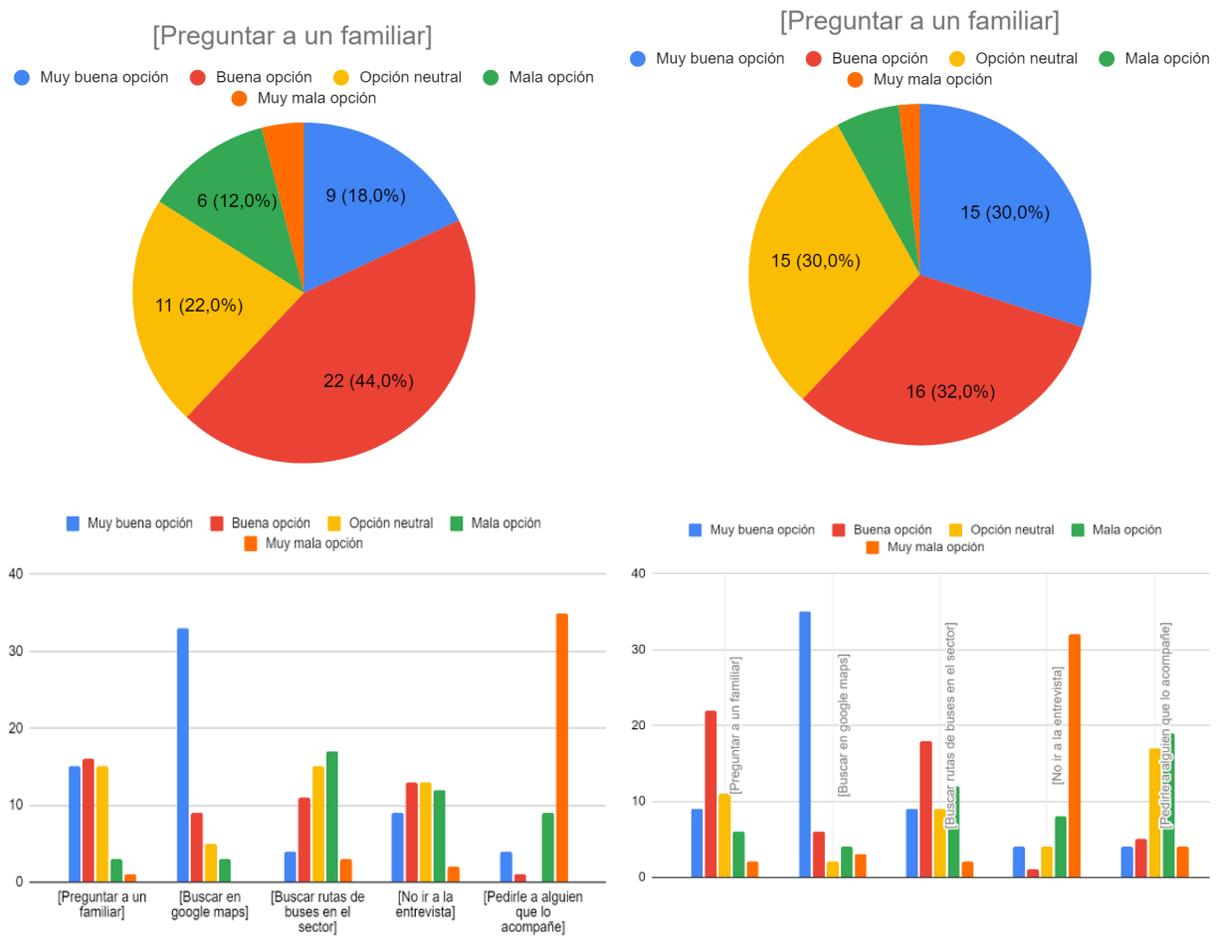
Juan Ramón está afrontando un nuevo desafío en la vida, ya terminó sus estudios y la situación económica lo llevó a buscar trabajo para ayudar a su familia. Después de mucho buscar, la mejor opción es comenzar a trabajar como mensajero en una empresa ubicada en la zona industrial de Montevideo al occidente de la ciudad de Bogotá. Vía correo electrónico, cumplió con los requisitos exigidos y lo llamaron a una entrevista.

La dirección de la empresa es: Carrera 69 F # 19 A -45. Juan Ramón debe llegar a su entrevista, ayúdalo a movilizarse en la ciudad, para que no pierda esta oportunidad de empleo.

Figura 9

Gráfica . Pregunta 3: “Juan Ramón, ya tiene la dirección, fecha y hora de la entrevista. ¿Cuál es la mejor opción para saber cómo llegar a la dirección?”

Organizar las opciones siendo 1 la mejor opción y 5 la menos favorable.



En esta pregunta se puede evidenciar la relación existente entre la toma de decisiones, su pensamiento variacional y computacional, lo cual nos lleva a que el acercamiento en el proceso de modelación, ambientes STEM es favorable para la toma de decisiones.

Figura 10

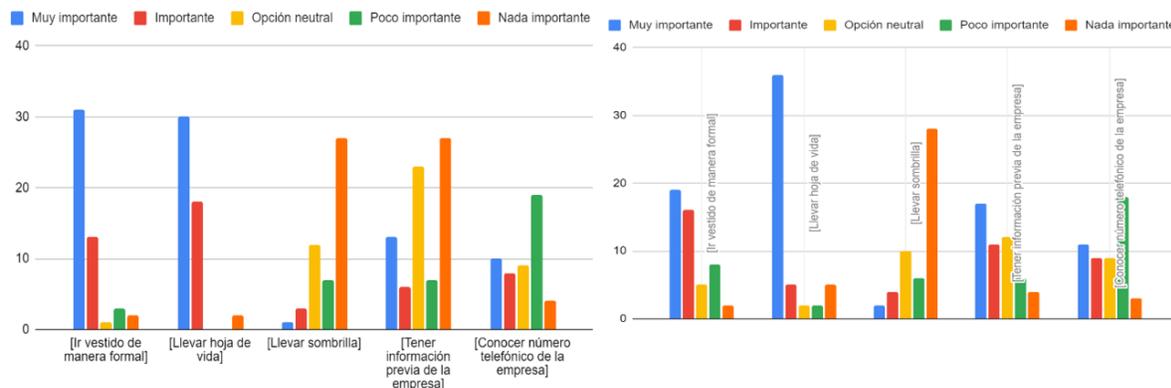
Gráfica Pregunta 4: “¿Qué datos se necesitan saber para llegar a un lugar?”



En el gráfico anterior se puede observar que las respuestas ya son más centradas frente a la situación, hay un notorio cambio con relación a identificar factores que influyen en una toma de decisiones.

Figura 11

Gráfica Pregunta 5: “Ordenar según la prioridad los elementos que Juan Ramón necesita para prepararse para la entrevista. 1 el más importante y 5 el menos importante”.



En esta pregunta podemos observar que los estudiantes saben priorizar mucho más los factores que implica la situación ya que le dan más importancia al presentarse con la hoja de

vida e ir bien vestidos y dejan atrás otras respuestas cómo llevar sombrilla y conocer el número telefónico de la empresa.

Figura 12

Gráfica Pregunta 6: “Ordenar según la prioridad los elementos que Juan Ramón necesita para emprender su viaje y cumplir con la entrevista, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante.”

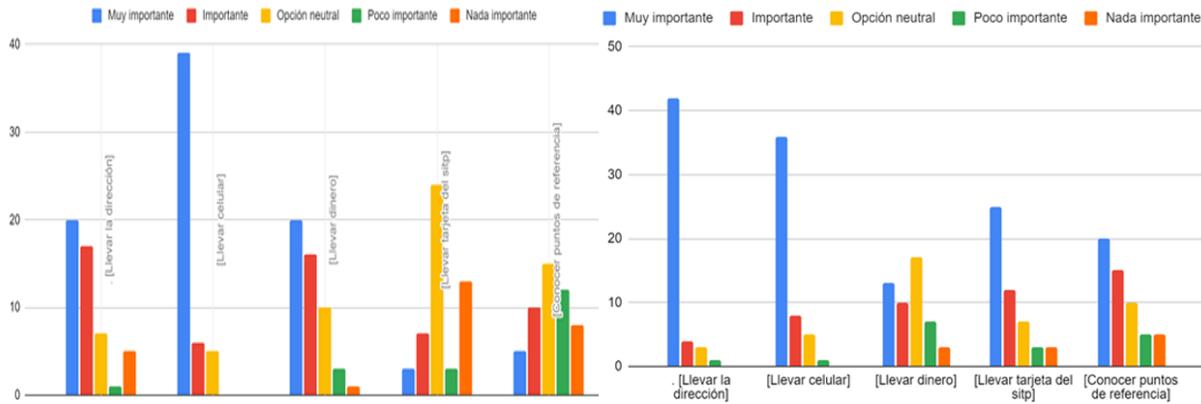
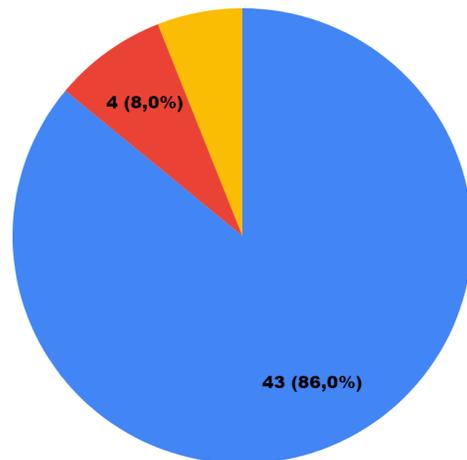
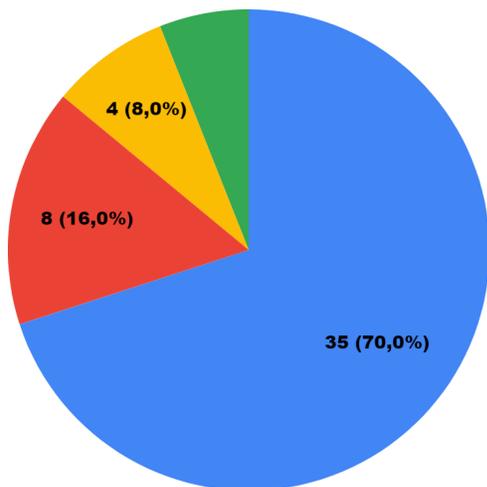


Figura 13

Gráfico Pregunta 7: “Juan Ramón decide revisar google maps para conocer el lugar al que debe ir

¿Qué dirección debe escoger?

- **Empresa**
- **Colegio E.O.H I.E.D**
- **Colegio La Concepción I.E.D**
- **Otra.**

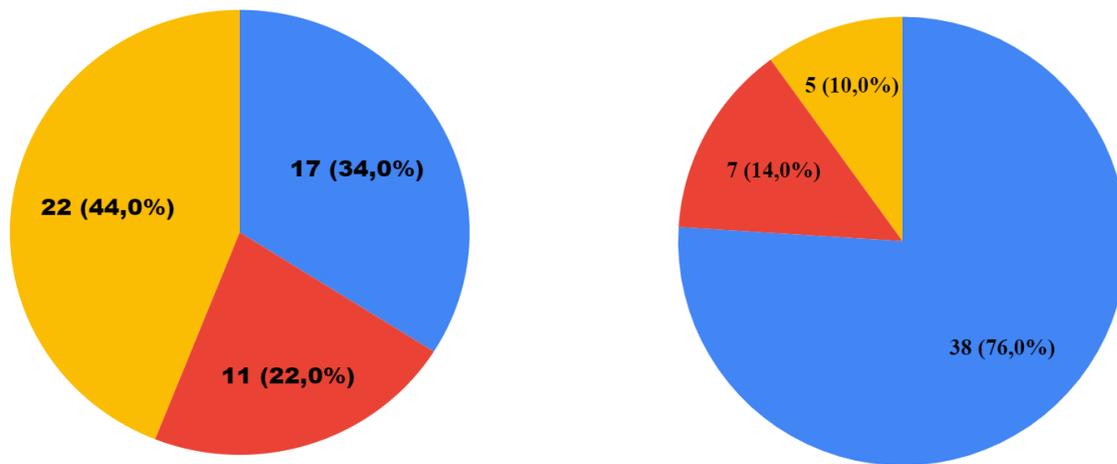


En la gráfica se destaca un incremento de casi el 10%, donde se relaciona el pensamiento espacial y el contexto del chico y permite evidenciar que la toma de decisión ya es un poco más acertada con relación a una situación.

Figura 14

Gráfica Pregunta 8: “Juan Ramón vive cerca del colegio y decide salir desde allí porque es un lugar conocido para él. Al buscar en google maps la ruta hacia su destino. ¿Qué opción debe escoger

● Colegio a Empresa ● Empresa a Colegio ● Otras direcciones

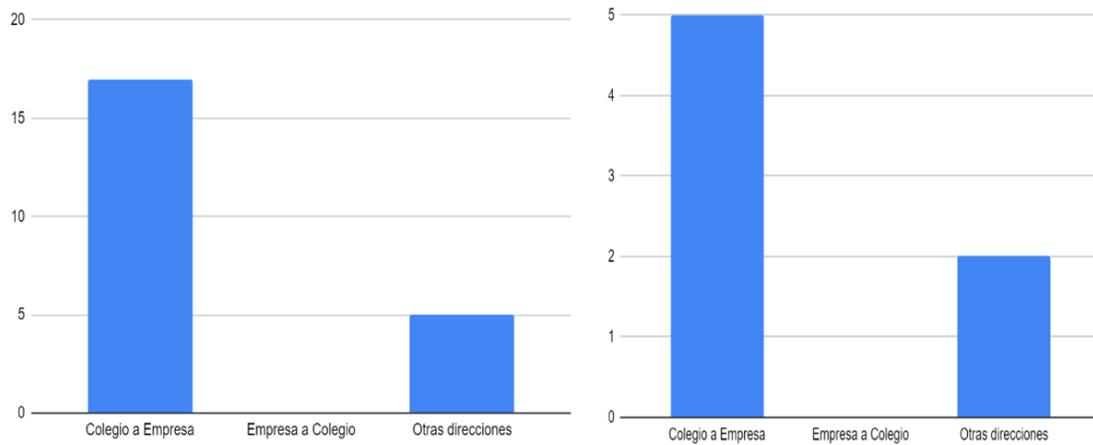


En la pregunta en la primera prueba se equivocó el 66%, 33 de los estudiantes y la segunda prueba el 24%, 12 de los estudiantes. Sin embargo en ambas ocasiones, se le brindó una aclaración a los estudiantes sobre el uso de la herramienta y se volvió a preguntar y estos son los resultados de la misma pregunta después de la explicación.

Figura 15

Gráfica Pregunta 9

¿Qué opción debe escoger para conocer la ruta a seguir?

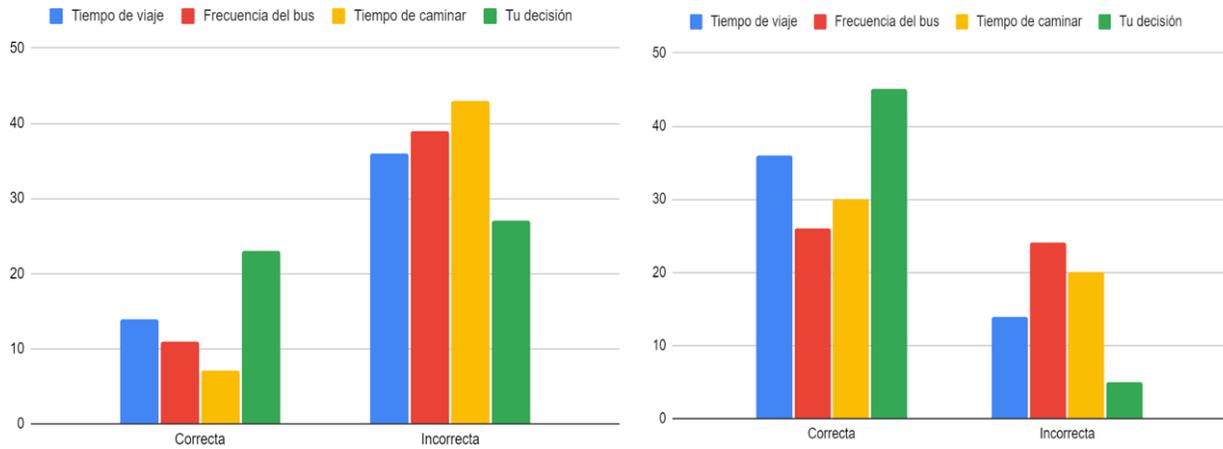


Esta pregunta se relaciona únicamente con los estudiantes que se equivocaron en la pregunta anterior, en la primera prueba fueron 33 de los estudiantes y la segunda prueba fueron 12 de los estudiantes. En ambos gráficos se percibe el mejoramiento superior al 70% de los resultados, después de la explicación de la herramienta. Lo que refuerza la idea inicial, que para la toma de decisiones, no depende del nivel cognitivo, sino del manejo de conceptos y la lectura de la situación.

Juan Ramón, vive cerca al colegio y decide salir desde allí porque es un lugar conocido para él. Al buscar en google maps, se ofrecen unas alternativas del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de las cuales se debe considerar uno a una las variables y finalmente escoger la mejor ruta de bus.

Figura 16

Gráfica Pregunta 10

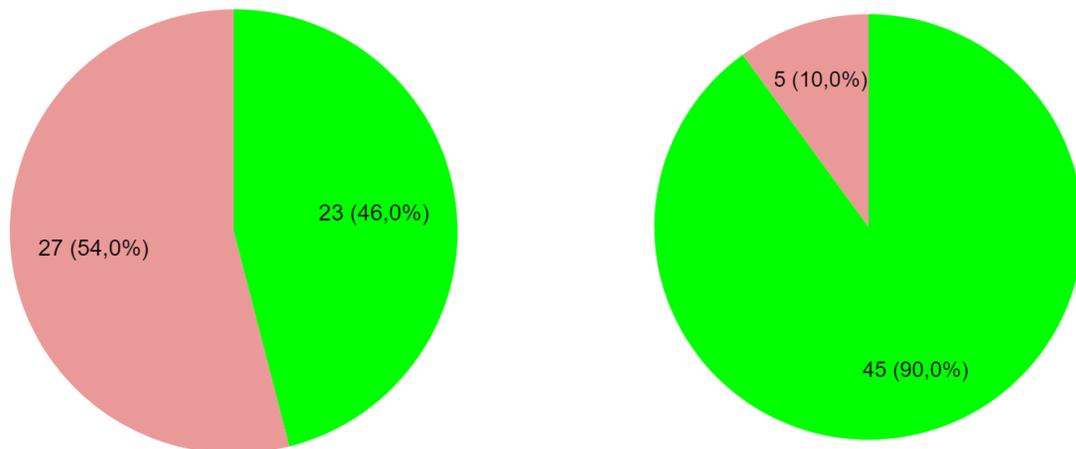


Esta pregunta recopila el proceso del modelamiento matemático, ya que sugiere la identificación de las variables, la revisión y matematización para finalmente dar una respuesta. Las preguntas asociadas a la respuesta final, contemplaban el tiempo de viaje, frecuencia del bus y el tiempo que debía caminar la persona según la ruta, al revisar el comparativo se evidencia que la respuesta se hace de forma intuitiva sin revisar los conceptos a trabajar en cada pregunta, ya que después de la encuesta se preguntó a los estudiantes sobre la definición de frecuencia y no todos tenían claro el concepto. En los resultados se evidencia que en la primera prueba hay un acierto del 46 % de los estudiantes en el bus más favorable, pero muy bajos resultados de cada una de las variables a revisar, mientras que en la segunda prueba, se revisa cada variable y finalmente hay un acierto del 90% en el resultado de los estudiantes.

Figura 17

Gráfica Pregunta 11

● Correcta ● Incorrecta



Las voces de los estudiantes.

El tercer componente muestra algunas respuestas de los estudiantes sobre el desarrollo del proyecto y los conceptos del mismo.

Durante la ejecución del proyecto se trabajaron los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics de la mano del modelamiento matemático para la comprensión y resolución de problemas, las frases aquí registradas son la respuesta de los estudiantes a tres preguntas que se relacionan con la caracterización del proyecto.

Figura 18

Voces estudiantes 1

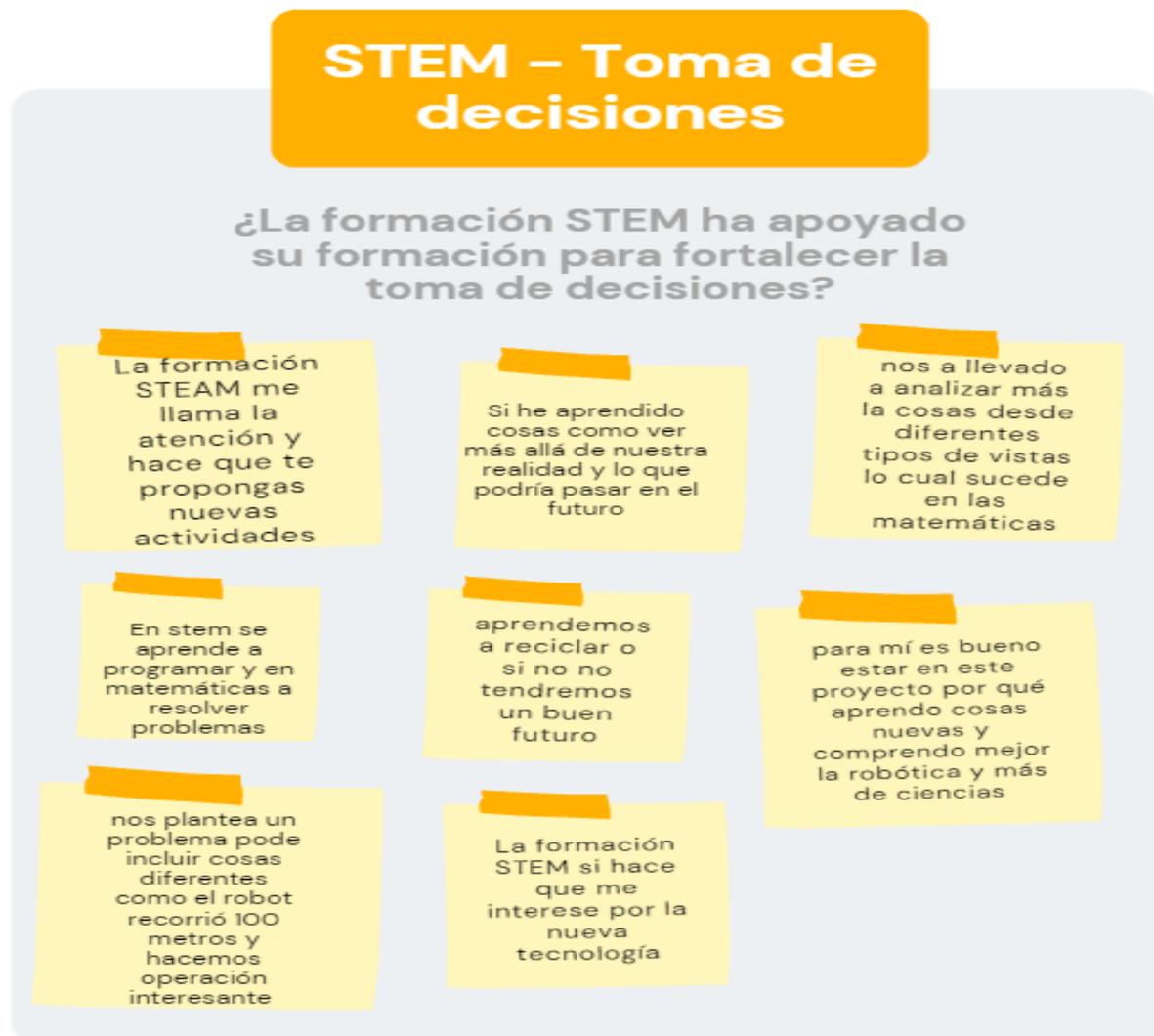


Figura 19

Voces estudiantes 2

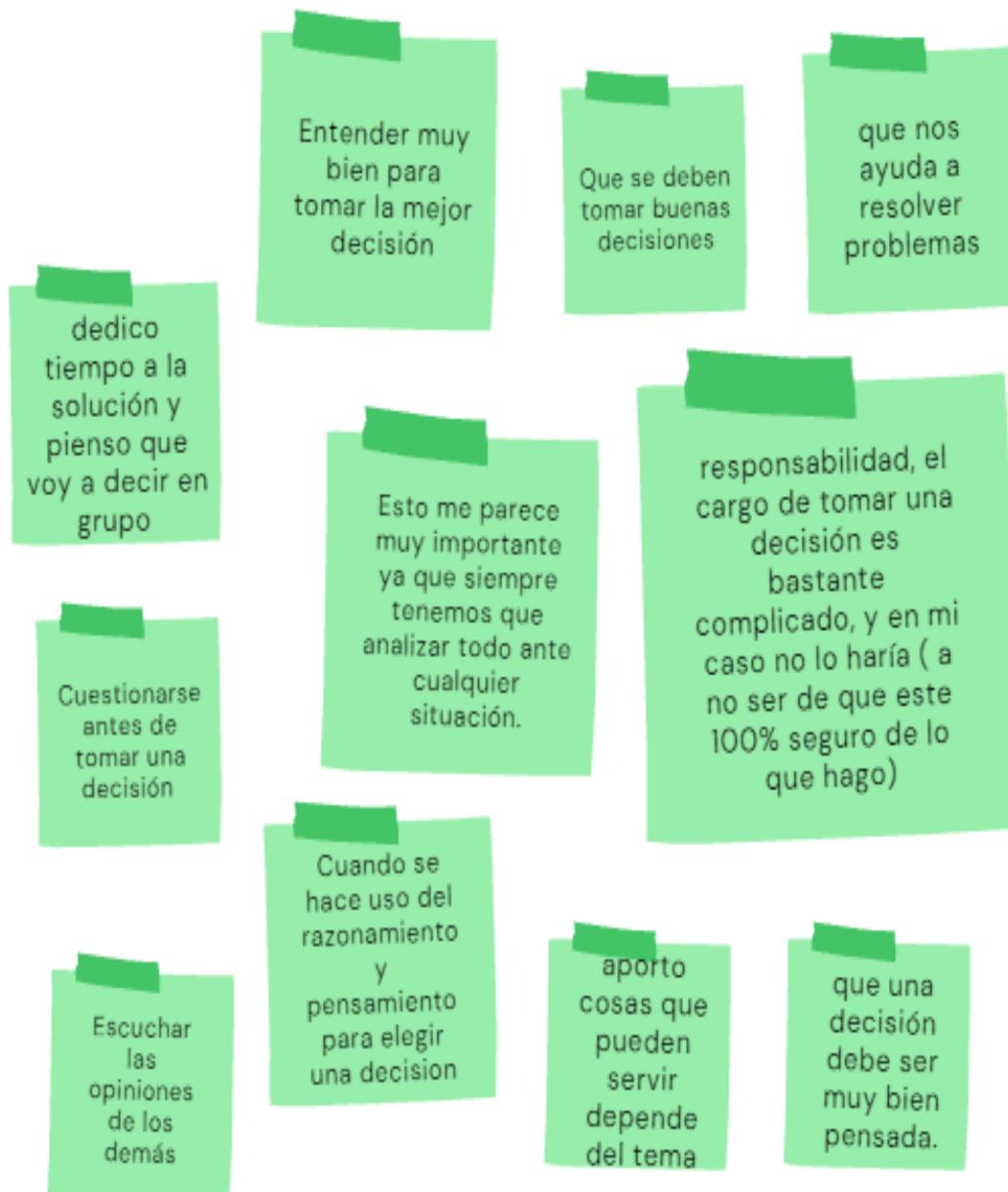


Figura 20

Voces estudiantes 3

Toma de decisiones

¿Qué idea tienes de la toma de decisiones?



Resultados del Proceso de Observación Participante.

Este proceso de observación brinda como educadores un análisis propio y define algunos resultados de este proceso.

La experiencia de incluir el ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics en el aula de clase y a partir de él, involucrar el proceso de un modelamiento matemático mostró cómo fortalecer la toma de decisiones para la vida de los estudiantes y que la implementación de este proyecto motivo positivamente su trabajo y su participación frente al proceso académico.

Los estudiantes se vieron inmersos en una propuesta diferente que hizo que afrontar el ¿por qué? o ¿el para qué sirve? de ciertos conceptos, se contextualice y pueda afrontar retos o pruebas de una manera más jovial y mecánica. El juego de roles hizo que el estudiante no se centrara en una sola actividad sino por el contrario potencializa sus actitudes y aptitudes frente a un trabajo propuesto, el estudiante se dio cuenta de nuevas habilidades o habilidades escondidas que le permitieron tomar mejores decisiones y también de sus desaciertos o debilidades en las cuales debía trabajar. Fomentando con este proceso algunos otras características propias de los ambientes de aprendizaje STEM como lo son el trabajo en equipo, la tolerancia, la resiliencia, la equidad, el reconocimiento del otro y sus cualidades, el respetar la palabra, entre otros, aspectos que se involucran de una forma directa con el proceso de modelación matemática y que fortalecen directamente la toma de decisiones ya que es consciente de su rol como ciudadano.

Los estudiantes al ser parte del ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics son conscientes que el trabajo se vincula con las áreas de ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería sin dejar atrás otras como el diseño, las artes, la lectura con el fin de hallar las soluciones propias de los retos o desafíos propuestos, es allí donde vemos potencializados los

pensamientos matemáticos, computacional, sistémico, lógico y científico que promueven un trabajo interdisciplinar y la solución de problemas en cualquier área del conocimiento.

Al hacer participe el modelamiento matemático al ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics vínculo un proceso lógico y un pensamiento sistémico que permite que las decisiones sean más coherentes y que tengan un mayor alcance de solución a las situaciones o desafíos presentados en el aula, siendo los estudiantes sujetos activos y determinantes en el desarrollo de las actividades.

Este tipo de proyectos hacen que los estudiantes presenten un cambio personal y social, y permite visualizar que la toma de decisión es más acertada y real frente a situaciones diarias; es por esto, que los estudiantes demandan programas o proyectos como estos que los orienten tanto en su parte académica como su parte socio-cultural y que desarrollen la habilidad crítica frente a los momentos de su vida.

Se debe apuntar con estos proyectos siempre a una razón de cambio a nivel social, político y económico.

Conclusiones

Las estrategias y procesos desarrollados por esta investigación lograron dar respuesta favorable a los objetivos planteados con desempeños significativos en el ámbito educativo y social de los participantes, llegando a las siguientes conclusiones:

1. Se logró identificar algunos factores que ayudaron a fortalecer la toma de decisiones en los estudiantes desde los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics como son: el trabajo en equipo, el juego de roles, la resolución de desafíos o retos, la solución de problemas, el trabajo colaborativo, la participación activa, la interdisciplinariedad entre algunas áreas del conocimiento, el contexto socio-cultural, el respetar las opiniones de

los compañeros, el idear posibles soluciones y evaluar sus resultados, el error como experiencia de cambio, la gamificación y la creatividad. Es de resaltar que en el trabajo con las guías propuestas por el parque, fue un poco dispendioso debido a la pandemia pero que aunque disminuyó la cantidad de participantes el trabajo enriqueció la puesta en práctica e hizo que los factores anteriormente mencionados fueran parte esencial del desarrollo académico de los estudiantes.

2. Al involucrar las características del modelamiento matemático en los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics, hizo que el estudiante pudiera complementar sus procesos de análisis y desarrollo de los desafíos propuestos, pensando no solo en obtener buenos resultados sino tomando la mejor decisión para la vida, formando un proceso sistémico mental que potencializa la resolución de problemas e incluye las diferentes posibilidades de desarrollo y puede con esto buscar la mejor alternativa y los mejores resultados. Cabe destacar que el modelamiento matemático se presenta como un método de enseñanza funcional para todos los niveles de escolaridad pues, además de abordar los contenidos curriculares propios de cada nivel, los orienta hacia la lectura, interpretación, formulación y solución de situaciones problema de la vida cotidiana, donde la toma de decisiones asertiva es elemento importante.
3. El ejercicio de relacionar la modelación matemática con el aprendizaje STEM MD Robotics permite la emergencia de procesos interdisciplinarios con otras asignaturas del saber en torno a la toma de decisiones para la resolución de problemas de la vida diaria. De esta manera, se presenta como una alternativa resignificada de los currículos formales. Además, el análisis devela la necesidad de generar estrategias que permitan un empoderamiento por parte de los profesores sobre la modelación que involucre las matemáticas escolares con aspectos relacionados con la cotidianidad y sus realidades.

4. Los participantes lograron integrar los procesos del modelamiento matemático en la toma de decisiones logrando con esto que el trabajo en los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics fuera más centrado y efectivo a la hora de formular una posible solución a un reto específico, se identificó también que el estudiante era más asertivo en la aplicación de procesos y que identificaba el contexto como parte fundamental de la solución de un problema. Es así cómo podemos identificar que los estudiantes tienen una mirada diferente del mundo y que serán capaces de afrontar los cambios que se les presente en su vida cotidiana; el trabajo es ahora, seguir fortaleciendo el proceso y buscar nuevas estrategias que permitan involucrar lo aprendido en los Ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics en su recorrido académico posterior.
5. Se pudo evidenciar que el estudiante cuando no conoce los conceptos básicos de una asignatura correspondiente suele responder de una forma intuitiva, dejando con esto atrás el proceso de un modelamiento matemático y muchos de los factores vinculados con los ambiente de aprendizaje STEM MD Robotics.
6. Cabe destacar que la investigación no tenía un enfoque dirigido hacia un cambio valorativo académico pero con el trabajo propuesto en los ambientes de aprendizaje STEM MD Robotics y la inclusión de la matematización de situaciones se obtuvo un resultado positivo académicos, hubo menor evasión de clases y una participación activa en los trabajos propuestos en clase.
7. Para terminar.

Bibliografía y referencias

Referencias

Alsina, C. (2007) Si Enrique VIII tuvo 6 esposas, ¿cuántas tuvo Enrique IV? *Revista Iberoamericana de Educación*, (43), 85-101. Disponible en <http://www.rieoei.org/rie43a04.htm>

Araújo, J. (2009). Uma abordagem socio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, Florianópolis*, 2(2), 55-68.

Barbosa, J. C. (2009). Modelagem e modelos matemáticos na educação científica. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), 69-85.

Bassanezi, R. (2002). Ensino-aprendizagem com modelagem matemática. São Paulo: Contexto.

Berrio, J., Peña, Z. y Torrenegra, M. (2018). Estrategias didácticas para el desarrollo de procesos de modelación con ecuaciones diferenciales desde la perspectiva STEM. En: Valbuena, S., Vargas, L., Berrio, J. (Eds.), *Encuentro de Investigación en Educación Matemática* (pp. 494-500). Puerto Colombia, Colombia: Universidad del Atlántico.

Biembengut, M. S. y Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación matemática*, 16(2), 105-125.

Blomhoj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching of learning mathematical modelling. In: M. Blomhoj, & S. Carreira. *Mathematical application and modelling in the teaching and learning of mathematics. Proceedings from Topics Study Group 21*, 1-18. Monterrey, México.

Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W. y Niss, M. (Eds.). (2007). Modelling and applications in mathematics education. *The 14th ICMI Study*. New York: Springer.

Blum, W., y Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of mathematical modelling and application*, 1 (1), 45-58

Brito-Vallina, Alemán-Romero, Fraga-Guerra, Para-García, Arias-de Tapia. (2011) "Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros". *Revista Ingeniería Mecánica* vol.14 no.2 La Habana Mayo-ago. 2011. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000200005%20http://funes.uniandes.edu.co/936/1/4Cursos.pdf

Camelo, F., Perilla, W. y Mancera, G. (2016). Prácticas de modelación matemática desde una perspectiva socio crítica con estudiantes de grado undécimo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(2), 67-84.

Castiblanco Porras, P. y Lozano, R. (2016). El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED instituto técnico agrícola de Pacho, Cundinamarca.

García-García, J. J. y Rentería-Rodríguez, E. Resolver problemas y modelizar: un modelo de interacción. Magis. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(11), 297-333

Henke, A. y Höttecke, D. (2015). Physics teachers' challenges in using history and philosophy of science in teaching. *Science & Education*, 349-385.

Jung, H., Stehr, E., He, J. (2019). Mathematical modeling opportunities reported by secondary mathematics preservice teachers and instructors. *School Science and Mathematics*, 119, 353-365. <https://doi.org/10.1111/ssm.12359>

Kaiser, G. y Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM The International Journal On Mathematics Education*, 38(3), 302-310.

Mancera, G., Camelo, F., Salazar, C., & García, G. (2014). Aspectos políticos y críticos en las prácticas de modelación matemática escolar. *Memorias Primer Encuentro Distrital de Educación Matemática*. Bogotá.

Mesa, L., Orrego, S., López, C. y Villa-Ochoa, J. (2014). Contextos Auténticos y la producción de modelos matemáticos escolares. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (42), 48-67.

Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos Curriculares Matemáticas, Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-89869_archivo_pdf9.pdf

Molina-Toro, J., Villa-Ochoa, J. y Suárez L. (2018). La modelación en el aula como un ambiente de experimentación-con-graficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(1), 87-115.

Ochoa, J., Suárez, C. y Rico, C. (2010). ¿Realidad en las matemáticas escolares?: Reflexiones acerca de la "realidad" en modelación en educación matemática. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (29), 1-17.

Osorio, F., Téllez, L., Lorca, J., Vera, J., Rodríguez, R., Gallegos, A. y Esquinca, M. (2009) La modelación y la tecnología en las prácticas de enseñanza de las matemáticas. *Revista Universidad de los Andes*.

Parra-Zapata, M. y Villa-Ochoa, J. (2015). Tendencias en investigación en modelación matemática en educación primaria. *Revista Colombiana de Matemática Educativa*, 1(1), 235-240.

Parra-Zapata, M. y Villa-Ochoa, J. (2016). Interacciones y contribuciones. Forma de participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de modelación matemática. *Actualidades Investigativas en Educación*, 16(3), 283-310.

PCIS (2018). Parque Científico de Innovación Social, presentación. Recuperado de <https://www.uniminuto.edu.co>

Quiroz, S., Orrego, S. y López, C. (2016). Medida de áreas en contextos auténticos: un enfoque desde la modelación matemática. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (48), 79-99.

Rodríguez, R. y Quiroz, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(1), 99-124.

Sahin, S., Dogan, M. F., Cavus Erdem, Z., Gurbuz, R. y Temurtas, A. (2019). Prospective teachers' criteria for evaluating mathematical modeling problems. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(2), 730-743

Schulz, R. (2016). STEM y modelamiento matemático. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 291-317.

Salett Biembengut, Maria, & Hein, Nelson (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16(2),105-125.[fecha de Consulta 24 de Febrero de 2020]. ISSN: 0187-8298. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=405/40516206>

Salett, M y Hein, N. (2004, agosto). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, vol. 16, núm. 2, pp. 105-125 Grupo Santillana México Distrito Federal, México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/>

Shipani, D. (1992) Educación, Libertad y Creatividad. Publicado por IMS en cooperación con la Universidad Interamericana de Puerto Rico.

Téllez, L. & Osorio, F. (2010). Modelación Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 13(4), 319-333.

Valero, P. (2012). La educación matemática como una red de prácticas sociales. En: Valero, y Skovsmose, O. Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas (pp. 299-326). Bogotá.

Villa-Ochoa, J., Quintero, C., Arboleda, M., Castaño, J. & Ocampo, D. (2009). Sentido de realidad y modelación matemática: el caso de Alberto. Alexandria: *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), 159-180.

Villa-Ochoa, J. (2015). Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: un estudio de caso con profesores de matemáticas. Magis. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 8(16), 133-148.

Villa-Ochoa, J., Castrillón-Yepes, A. & Sánchez-Cardona, J. (2017). Tipos de Tareas de Modelación para la clase de matemáticas. *Espaço Plural*, 18(36), 219-251.

Villa, J. A. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas. Un marco de referencia y un ejemplo. *Tecno Lógicas*. 19. 51-81.

Villa Ochoa, J. A. y Ruíz Vahos, H. M. (2009) "Modelación en Educación Matemática: Una Mirada desde los Lineamientos y Estándares Curriculares colombianos". *Revista virtual Universidad Católica del Norte*. 2009. nº. 27. p. 1- 21. Disponible en: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>

Villa-Ochoa, C Bustamante, M Berrio, A Osorio. (2008). El proceso de modelación matemática en las aulas escolares. A propósito de los 10 años de su inclusión en los lineamientos curriculares colombianos. *Revista FUNES Uniandes*. Disponible en: <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/102/203>

Anexos.

Anexo 1

Matriz de consulta modelamiento matemático

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)	Revista	Pertinencia de la fuente en la investigación	Modelamiento matemático en secundaria
<p>Villa-Ochoa, J. A. (2015). Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: un estudio de caso con profesores de matemáticas. Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación, 8(16), 133-148.</p>	<p><i>Revista Internacional de Investigación en Educación</i></p>	<p><i>identificar algunos de los argumentos que tienen los profesores para favorecer los problemas de enunciados verbales como principal manera de hacer modelación matemática;</i></p> <p><i>los cuales sugieren la necesidad de generar estrategias que permitan un empoderamiento de los profesores sobre la modelación que trascienda los enunciados verbales estereotipados hacia situaciones más realistas que involucren aspectos de la cotidianidad y la cultura en las matemáticas escolares.</i></p>	<p><i>Uno de los argumentos por los que se recomienda la implementación de la modelación matemática como recurso en las aulas escolares es el hecho de que, a partir de ella, las matemáticas pueden observarse como una herramienta que permite describir y analizar algunos fenómenos o problemas del entorno en el cual se desenvuelven los individuos cotidianamente. Investigadores como José Joaquín García-García y Edilma RenteríaRodríguez (2013), Rodney Carlos Bassanezi (2002) y Werner Blum y Rita Borromeo-Ferri (2009) argumentan el uso de la modelación y de los modelos en el aula porque ambos posibilitan en los estudiantes el desarrollo de</i></p> <p><i>competencias críticas, la comprensión de sus propios contextos, y aspectos sociales como la formación de ciudadanos responsables para participar de los desarrollos de una sociedad que requiere cada</i></p>

vez mayores competencias en modelación.

<p>Biembengut, M. S., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. Educación matemática, 16(2), 105-125.</p>	<p><i>Educación Matemática</i>, vol. 16, núm. 2, agosto, 2004, pp. 105-125</p>	<p><i>Este artículo es pertinente puesto que plantea que la modelación matemática está siendo fuertemente defendida, en los más diversos países, como método de enseñanza de las matemáticas en todos los niveles de escolaridad, ya que permite al alumno no solamente aprender las matemáticas de manera aplicada a las otras áreas del conocimiento, sino también mejorar la capacidad para leer, interpretar, formular y solucionar situaciones problema. A pesar de estas condiciones favorables, algunos factores como el tiempo de (con)vivencia de profesores y alumnos con la enseñanza "tradicional" han dificultado la implementación de la modelación.</i></p>	<p><i>La modelación matemática favorece que el alumno: actúe/haga y no sólo reciba sin comprender el significado de lo que está estudiando; que investigue, lo que es una actividad poco común a pesar de ser parte del currículo; que cree conocimiento y sentido crítico, principalmente en la formulación y validación del modelo; que interactúe y se entere de los trabajos de los demás grupos. Así mismo, permite al profesor: estar más atento a las dificultades del alumno, tomar conocimiento de los trabajos de manera gradual, en especial en el momento en el que orienta a los alumnos, y modificar sus criterios e instrumentos de evaluación.</i></p>
---	--	--	--

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)

Revista

Pertinencia de la fuente en la investigación

Modelamiento matemático en secundaria

**Villa-Ochoa, J. A.,
Quintero, C. A. B.,
Arboleda, M. D. J. B.,
Castaño, J. A. O., &
Ocampo, D. (2009).
Sentido de realidad
y modelación
matemática: el caso
de Alberto.
Alexandria: Revista
de Educação em
Ciência e
Tecnología, 2(2),
159-180.**

*Revista de
Educação
em Ciência
e
Tecnología*

*Este artículo es
pertinente puesto
que resalta el
papel que juegan
las reflexiones y
el “sentido de
realidad” en la
implementación
de la modelación
y las aplicaciones
matemáticas
como proceso al
interior del aula*

La modelación matemática en el aula de clase, es una forma de aplicar las matemáticas a contextos extraescolares. Sin embargo el uso de los “ejercicios de aplicación” como realidades no adecuadas o realidades inventadas (ALSINA, 2007) son los que frecuentemente se usan para establecer la relación entre las matemáticas y el mundo real. En este sentido, podemos observar cómo las relaciones entre la realidad y las matemáticas están permeadas más por las aplicaciones que por los procesos de modelación que interpretan esa realidad. En términos de Blum et al., (2007), entendemos las aplicaciones como una forma de ir de las matemáticas hacia el mundo extra-matemático, y recíprocamente la modelación la entendemos como una forma de ir del mundo real, a las matemáticas.

Parra-Zapata, M. M., & Villa-Ochoa, J. A. (2016). Interacciones y contribuciones. Forma de participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de modelación matemática. Actualidades Investigativas en Educación, 16(3), 283-310.

Revista: Actualidades Investigativas en Educación

La pertinencia de este artículo radica en que identifica que cuando los estudiantes se involucran en ambientes que promueven su participación, se comprometen con la descripción e interpretación de las situaciones a estudiar, la matematización de relaciones propias de la situación y la interpretación y el análisis de las soluciones propuestas. En consecuencia, se logró analizar y caracterizar las interacciones y las contribuciones como una forma de participación.

El aula de clase, como una unidad del sistema social, ha de propender porque los estudiantes vivan experiencias en las que participen de situaciones en las cuales se estudien y analicen fenómenos propios de la sociedad y de su cultura; en ese sentido, en el aula de clase de matemáticas la modelación fundamentada en la perspectiva socio-crítica ha de cobrar sentido, pues cuando los estudiantes participan en ambientes de modelación en los que se plantean situaciones relacionadas con problemáticas sociales, reflexionan de las matemáticas involucradas, de cómo las formas de construir modelos matemáticos intervienen en reflexiones sociales y en otros aspectos y conceptos (Barbosa, 2009). Por lo tanto, las matemáticas y los modelos matemáticos construidos pueden servir para analizar y tomar decisiones de las situaciones, problemas y fenómenos presentados en el contexto social. En particular en ambientes de modelación en la perspectiva socio-crítica y en la educación primaria, se destaca la importancia de la participación de los estudiantes en la construcción del modelo y en la sociedad, mas no se detalla y no se evidencia una preocupación por ella como objeto de investigación.

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)	Revista	Pertinencia de la fuente en la investigación	Modelamiento matemático en secundaria
<p>Mesa, L. M. M., Orrego, S. M. L., López, C. M. J., & Villa-Ochoa, J. A. (2014). Contextos Auténticos y la producción de modelos matemáticos escolares. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (42), 48-67.</p>	<p><i>Revista Virtual Universidad Católica del Norte</i></p>	<p><i>La pertinencia de este artículo, está marcada en la importancia de reconocer los contextos auténticos de los estudiantes como insumos para desarrollar actividades de matemática escolar, puesto que no solo hay participación y empoderamiento en aspectos como la toma de datos, producción de modelos y significados, sino que también se presenta una mayor comprensión de los fenómenos asociados al contexto mencionado; por tanto, el papel del contexto no es neutro cuando se modela matemáticamente sino que por el contrario puede articularse a las matemáticas escolares a través de un proceso de producción de modelos.</i></p>	<p><i>El modelamiento matemático en la educación secundaria es importante, puesto que permite reconocer que la actividad matemática escolar debe prestar atención no solo al desarrollo de habilidades y a la manera como se puede producir aspectos conceptuales y significados de las matemáticas, sino también a los contextos en los cuales esta actividad se desarrolla; de ese</i></p> <p><i>De este modo, el estudio de contextos y su modelación se convierten en aspectos relevantes para la investigación en Educación Matemática.</i></p>

<p>Camelo, F. J., Perilla, W. Y., & Mancera, G. (2016). <i>Prácticas de modelación matemática desde una perspectiva socio crítica con estudiantes de grado undécimo. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 9(2), 67-84.</i></p>	<p><i>Revista Latinoamericana de Etnomatemática</i></p>	<p><i>La pertinencia de este artículo radica en la conceptualización que realizan sobre el modelamiento matemático teniendo en cuenta los lineamientos presentados por el ministerio de educación, entendiéndolo como una competencia que se relaciona con un objetivo de aprendizaje que busca adaptar o recrear las etapas de la actividad científica en la escuela para la comprensión o construcción de un concepto matemático.</i></p>	<p><i>El desarrollo de ambientes de modelación matemática en el aula de clase, desde la perspectiva socio crítica, promueve, tal y como señala Blomhoj(2009), Kaiser & Sriraman(2006), Barbosa (2009) y Araújo (2009), participaciones críticas de los estudiantes, gracias a las reflexiones sobre los modelos matemáticos que están construyendo, situación que permite empoderarnos como ciudadanos autónomos e independientes en la sociedad. Como consecuencia, los ambientes de modelación, desde la perspectiva sócio crítica, pueden ser considerados como posibilidades para explorar los papeles que la matemática debería desempeñaren la sociedad, permitiéndonos pensar en una propuesta en educación matemática más política para los estudiantes, que les permita asumir posicionamientos críticos (como los mencionados por Araújo(2009), Barbosa (2004), Valero (2012) y Mancera, et al. (2014)) en nuestra sociedad.</i></p>
---	---	---	--

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)

Revista

Pertinencia de la fuente en la investigación

Modelamiento matemático en secundaria

Ochoa, J. A. V., Suárez, C. R., & Rico, C. M. C. (2010). ¿ Realidad en las matemáticas escolares?: reflexiones acerca de la " realidad" en modelación en educación matemática. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (29), 1-17.

Revista Virtual Universidad Católica del Norte

Este artículo es importante, porque plantea que las matemáticas escolares van más allá de la transmisión de conceptos formalmente contruidos por las matemáticas, y como tal observan en la modelación una posible vía que posibilita que los estudiantes comprendan la relevancia de las matemáticas en los diferentes entornos, vida cotidiana y las demás ciencias. De igual manera, desde su conocimiento del contexto escolar prevén posibles obstáculos para incorporar dicho proceso, los cuales tienen que ver con diferentes agentes escolares, entre ellos: estudiantes, profesores. En este mismo sentido Araújo (2009) resalta la importancia de abordar situaciones escogidas por los mismos estudiantes acordes con sus intereses y a sus condiciones culturales, y en ese contexto.

La importancia del papel de la modelación en el aula de clase debe permear la visión que los profesores tienen de la realidad social y cultural de su entorno; este hecho depende, en gran medida, de la capacidad de los docentes para la identificación de contextos reales para su abordaje.

<p>Téllez, L. S., & Osorio, F. C. (2010). Modelación Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 13(4), 319-333.</p>	<p><i>Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa</i></p>	<p><i>La pertinencia de esta investigación radica en las posibilidades que brinda la tecnología en el procesamiento de gráficas y en la modelación matemática, para estudiantes de secundaria, puesto que permite una mejor apropiación de los contenidos logrando un aprendizaje significativo de los mismos.</i></p>	<p><i>Este artículo enfatiza la modelación como una construcción teórica (Cordero, 2006) que un individuo realiza al enfrentar una tarea matemática en la que pone en juego sus conocimientos. Y como características propias de esta construcción, la modelación posee su propia estructura, está constituida por un sistema dinámico, la simulación puede llevar a cabo realizaciones múltiples y hacer ajustes en su estructura para producir un resultado deseable, es un medio que propicia el desarrollo del razonamiento y de la argumentación, busca explicaciones a un rango y enfatiza invariantes, trae una idea en una realización para satisfacer un conjunto de condiciones. Con todas estas características, la modelación selecciona el lenguaje de las herramientas</i></p>
--	--	--	--

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)	Revista	Pertinencia de la fuente en la investigación	Modelamiento matemático en secundaria
<p>PARRA-ZAPATA, M. M., & Villa-Ochoa, J. A. (2015). Tendencias en investigación en modelación matemática en educación primaria. RECME-Revista Colombiana de Matemática Educativa, 1(1), 235-240.</p>	<p><i>Revista Colombiana de Matemática Educativa</i></p>	<p><i>La pertinencia de esta investigación contempla que el trabajo en el aula de matemáticas con la modelación matemática potencia el desarrollo de capacidades en los estudiantes, adquiriendo capacidad para leer, interpretar, formular y solucionar situaciones problema, permitiendo que las matemáticas suministren un significado que contribuya a la comprensión del mundo que nos rodea, para enfrentar los problemas cotidianos o para preparar futuros profesionales. (Villa-Ochoa, Bustamante, Berrío, Osorio y Ocampo, 2009; Biembengut y Hein, 2004).</i></p>	<p><i>Si bien no contempla la modelación matemática en la secundaria, establece que la modelación matemática en la educación primaria constituye uno de los ejes principales de la actividad matemática, que está caracterizada por presentar desafíos intelectuales para el estudiante, y que conllevan a leer comprensivamente; reflexionar; debatir en el grupo de iguales; establecer un plan de trabajo, revisarlo y modificarlo si es necesario; llevarlo a cabo y finalmente, comprobar la solución o su ausencia y comunicar los resultados, dando así, que en la secundaria su apropiación y continuidad se logre con mejores resultados.</i></p>

Marcillo, A., Rojas, C., & Villa-Ochoa, J. (2015). Procesos de comunicación en la modelación matemática escolar. RECME, 1(1), 392-398.

Revista Colombiana de Matemática Educativa

La pertinencia de esta investigación permita analizar las relaciones que puedan observarse entre los diferentes aspectos de la comunicación que se involucran en algunos ambientes de modelación matemática; de esa manera, se espera construir algunos insight en las interacciones entre ambos procesos, que a su vez, sugieran nuevos aspectos que puedan generar nuevas dinámicas en la comunicación al interior del aula de clase cuando se desarrolla modelación matemática.

Los procesos de comunicación y de verbalización resultan ser procesos importantes en la modelación matemática en la educación secundaria, puesto que permite observar la comunicación como un sistema autopoietico, que se genera a través de distinciones que conllevan por medio de la toma de decisiones a la acción y de nuevo a la comunicación, que permita analizar las relaciones que puedan observarse entre los diferentes aspectos de la comunicación que se involucran en algunos ambientes de modelación matemática; de esa manera, se espera construir algunos insight en las interacciones entre ambos procesos, que a su vez, sugieran nuevos aspectos que puedan generar nuevas dinámicas en la comunicación al interior del aula de clase cuando se desarrolla modelación matemática.

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)

Revista

Pertinencia de la fuente en la investigación

Modelamiento matemático en secundaria

**Quiroz, S. M. R.,
Orrego, S. M. L., &
López, C. M. J. (2016).
Medida de áreas en
contextos auténticos:
un enfoque desde la
modelación
matemática. Revista
Virtual Universidad
Católica del Norte,
(48), 79-99.**

*Revista
Virtual
Universidad
Católica del
Norte*

La pertinencia de este artículo radica en la importancia de requerir de una construcción del conocimiento numérico fundamentado desde los ambientes en los que interactúan los educandos, pues esta puede ser una herramienta que facilita la asimilación. Desde el campo educativo, a través de fenómenos naturales que hacen parte de la cotidianidad, ellos observan relaciones emergentes en el entorno, dando significado al aprendizaje. En este sentido, la modelación se convierte en la herramienta que interrelaciona la matemática y el contexto.

La importancia de privilegiar las formas de construir el conocimiento, de relacionarse los unos con los otros y de experimentar con ecuaciones a partir de la relación con el medio, con el propósito de lograr en los estudiantes no solo una forma alternativa de asociar los números al entorno, sino también que reflexionaran sobre cómo estas emergen en el fenómeno y que considerarán alternativas de solución que contribuyan a minimizar el impacto social y ambiental que producen las inundaciones.

<p>Acebo-Gutiérrez, C. J. (2021). Diseño y validación de rúbrica para la evaluación de modelación matemática en alumnos de secundaria. Revista Científica, 40(1).</p>	<p><i>Revista científica</i></p>	<p><i>La modelación matemática se considera como una opción para la enseñanza en la que se incorporan problemas de la realidad para relacionarlos con el mundo de las matemáticas, de tal manera que permite a los estudiantes ver el lado práctico de estas.</i></p>	<p><i>Incluir la modelación en el aula podría formar personas altamente alfabetizadas en la enseñanza de las matemáticas a partir de relacionar esta con el mundo real (Maabbet al., 2019; Huincahue et al., 2018; Erbas et al., 2014). La modelación en la educación básica es un medio para que los alumnos mejoren la comprensión de conceptos matemáticos y puedan descubrir la función de las matemáticas, las cuales sirven como herramienta para interpretar la realidad (Jung et al., 2019; Shabhari y Peled, 2017). Además, modelar situaciones del mundo real involucra a los estudiantes con procesos sociales, matemáticos y comunicativos, lo que les da una amplia gama de posibilidades de aprendizaje y les motiva a aprender matemáticas (Daher y Shahbari, 2015)</i></p>
--	----------------------------------	---	--

<p>Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)</p>	<p>Revista</p>	<p>Pertinencia de la fuente en la investigación</p>	<p>Modelamiento matemático en secundaria</p>
---	-----------------------	--	---

Florez, R. C. C., Meza, M. D. J. R., Palomino, L. A. B., & Romero, T. G. (2020). La modelación matemática, una estrategia para la enseñanza de la estadística. Boletín Redipe, 9(3), 153-159.

Boletín Redipe

La pertinencia radica en la importancia de las estrategias didácticas centradas en la modelación matemática, con lo cual los estudiantes inician con un esquema de situaciones problémicas de su contexto hasta la construcción de un modelo matemático, centrados en la representación gráfica donde describan cada situación, comparando cada una de ellas y así estas sean familiares o matutinas, para resolver alguna situación real o hipotética que sea común en su cotidianidad. Estos modelos pueden tener problemas que se solucionen interdisciplinariamente y que su relación sea transversal a diferentes áreas del conocimiento. Con el diseño e implementación de estas estrategias para la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, el maestro pasa de ser un educador tradicional de las ciencias exactas a tener un rol de

Biembengut & Hein (2004) afirman que la modelación, como método de enseñanza que permite generar un modelo matemático, definido éste como un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que representan un fenómeno real o situación problema y este modelo se puede expresar a través de fórmulas o expresiones numéricas, gráficos o formas geométricas, ecuaciones algebraicas, programas computacionales, entre otros para cualquier nivel de escolaridad, en nuestro caso lo aplicamos en el grado 5 de básica primaria. Villa (2007) afirma que la modelación como estrategia didáctica considera una serie de variables que permiten describir, experimentar y representar una situación en sus diferentes etapas hasta llegar a una validación del modelo. Por lo cual no el motivo es dar una mayor significación al proceso de enseñanza.

docente-investigador y el estudiante asume un ritmo de aprendizaje según lo propuesto.

Anexo 2

Matriz de consulta STEM y Modelamiento matemático

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)	Revista	Pertinencia de la fuente en la investigación	STEM en Modelamiento matemático
<p>Osorio, F. C., Téllez, L. S., Lorca, J. M., Vera, J. A., Rodríguez, R., Gallegos, A. R. V., ... & Esquinca, M. S. LA MODELACIÓN Y LA TECNOLOGÍA EN LAS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS.</p>	<p><i>Revista Universidad de los Andes</i></p>	<p><i>Destaca la importancia de que la modelación matemática es importante usarla para motivar algún tema de matemáticas, o bien como ejemplos de la aplicación de las matemáticas. Pero en ese sentido la modelación empieza a surgir con la intención de que los estudiantes construyan sus conocimientos, es decir se ejerce la modelación para la emergencia de conocimientos, los conocimientos matemáticos en particular. Un aspecto que queremos destacar es que la modelación transforma las entidades sociales que la ejercen, por ejemplo el individuo que desarrolla la</i></p>	<p><i>La modelación se encuentra en auge en las actividades de aprendizaje de la matemática, sobre todo cuando se les incorpora tecnología. Por ello, las concepciones de modelación están jugando un papel importante en la Matemática Educativa. Tales concepciones tensan aspectos sobre lo que se entiende como conocimiento matemático. Una de las creencias más frecuentes en las prácticas de enseñanza de la matemática consiste en que la modelación es una aplicación de la matemática. Ello conlleva enseñar matemáticas y después</i></p>

		<p><i>modelación lo transforma en otro individuo.</i></p>	<p><i>buscar la aplicación de tal conocimiento.</i></p>
<p>Molina-Toro, J. F., Villa-Ochoa, J. A., & Suárez Tellez, L. (2018). La modelación en el aula como un ambiente de experimentación-congraficación-y-tecnología. Un estudio con funciones trigonométricas. Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 11(1), 87-115.</p>	<p><i>Revista Latinoamericana de Etnomatemática,</i></p>	<p><i>Este artículo resulta pertinente, puesto que plantea la necesidad de establecer nexos entre la realidad de los estudiantes y las matemáticas escolares sugiere la necesidad de establecer alternativas para integrar contextos, modelos y la modelación en las aulas. A partir de esta integración se espera atender a las limitaciones y barreras que ofrecen los currículos rígidos y que se logren consolidar espacios en los que el estudiante tenga un rol que le permita ser partícipe de la producción de conocimiento, por lo anterior, la modelación no se desarrolla de manera automática en las aulas, sino que está condicionada por factores relacionados con los ambientes, sujetos, objetos y medios que intervienen en el proceso de aprendizaje.</i></p>	<p><i>Los estudiantes vinculados a la investigación produjeron conocimiento matemático asociado a unas situaciones de movimiento; sin embargo, este conocimiento no fue sólo producto de los estudiantes, sino que resultó de las interacciones ocurridas en un colectivo de estudiantes-con-modelación como experimentación-con-graficación-y- tecnología. Este tipo de consideraciones sugiere desafíos para los profesores en el sentido que deben crear ambientes en las aulas de clase en los que los estudiantes, el profesor, el conocimiento y los medios no se observen disyuntos; sino que se reconozca que cada uno tiene un papel constitutivo en el conocimiento escolar que se espera producir.</i></p>

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)	Revista	Pertinencia de la fuente en la investigación	STEM en Modelamiento matemático
<p>Rodríguez Gallegos, R., & Quiroz Rivera, S. (2007). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Relime [online]. 2016, vol. 19, n. 1. ISSN, 6819, 99-124.</p>	<p><i>Revista Relime [online]</i></p>	<p><i>La pertinencia de este artículo plantea la modelación matemática como una estrategia didáctica que tiene como objetivo el dar contexto a las matemáticas en la escuela. Las situaciones propuestas en modelación matemática parten del establecimiento de actividades que planteen un problema en el contexto real, para el posterior armado de un modelo pseudo concreto, que se traduce en uno físico y, posteriormente, en un modelo matemático</i></p>	<p><i>El estudio concluye que la tecnología, debidamente elegida y puesta en marcha en actividades clave del proceso de modelación, puede ser un elemento importante e, incluso, indispensable para la generación de relaciones entre los diversos dominios del ciclo de modelación matemática por parte de los alumnos. La tecnología proporciona un apoyo para la vivencia de experiencias de trabajo en contextos de áreas ingenieriles diversos donde se aplican ecuaciones diferenciales en el mismo salón de clase. Además, la utilización de tecnología resultó en un motivante para los alumnos quienes, a pesar de no haber tenido anteriormente contacto con los dispositivos utilizados, los manipularon de manera intuitiva y rápidamente fueron</i></p>

usuarios de todas sus posibilidades.

Schulz, R. A. (2016). STEM y modelamiento matemático. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 291-317.

Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática

La importancia radica en comprender STEM como el gran desafío de integrar áreas del conocimiento que tradicionalmente en nuestras escuelas han estado completamente aisladas. El docente de biología no quiere saber nada de matemáticas y no visualiza su potencial para sus clases. Por otra parte, el docente de matemáticas tampoco vislumbra en dónde podría usar la matemática para ayudar a entender la biología. El docente de tecnología a lo más piensa en utilizar algunos videos, internet o software. La ingeniería no está en el currículum. Por lo tanto, es considerada como completamente ajena a la escuela. STEM integrado es por esto un gran desafío. Además en STEM es muy importante el trabajo en equipo para poder generar productos que sean soluciones efectivas.

STEM ofrece enormes oportunidades. Sin embargo como es algo nuevo se requiere planificar clases en las que no hay experiencia previa. Además es un trabajo multidisciplinario. Requiere la colaboración de varios docentes. Es aquí donde el método japonés de Estudio de Clases hace una gran diferencia. El método facilita la transferencia horizontal, y acelera el desarrollo y puesto a punto de las clases. El hecho de observar y registrar sistemáticamente las clases de otros y participar en ajustes y retroalimentación con pares, ayuda a clasificar las estrategias y a encontrar las mejores y adoptarlas. Esta metodología de aprendizaje social es clave para el desarrollo de clases STEM

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)

Revista

Pertinencia de la fuente en la investigación

STEM en Modelamiento matemático

**Cáceres, N. M.,
Cárdenas, A. A., &
Carvajal, O. V.
CAPITULO VI
ANÁLISIS DE
PRÁCTICAS
ALTERNATIVAS DE
APRENDIZAJE
MEDIADAS POR EL
MODELAMIENTO
MATEMÁTICO EN
UN AMBIENTE DE
EDUCACIÓN STEM.
STEM/STEAM, 111.**

*Libro
Educación
STEM/STEAM
M - Alianza
Alinin*

La pertinencia de este artículo consiste en las aclaraciones que se hacen alrededor de la enseñanza de ambiente de aprendizaje STEM en la educación colombiana, y en relación con el ejercicio de la modelación en matemáticas. En este sentido, la educación STEM puede incluir un conjunto más

amplio de propósitos reflejando la naturaleza compleja de disciplinas como la ciencia, la matemática, la ingeniería, la tecnología y el arte (Roberts, 2012), desde una mediación a través del modelamiento como integrador de saberes prácticos y habilidades útiles para la formación de profesionales.

El enfoque de la educación STEM desde la integración interdisciplinar, promueve el pensamiento analítico y crítico que corresponde con el sentido histórico y epistemológico de las ciencias, pero que además, implica un trasegar hacia la complejidad de los problemas de la sociedad actual, así mismo, la práctica STEM es aquella que potencia el pensamiento científico complejo a través de mediaciones y umbrales más o menos establecidos con criterios coherentes alrededor de la problematización, la pasión y la necesidad de aprender con un propósito.

Castiblanco Porras, P. J., & Lozano Medina, R. (2016). El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED instituto técnico agrícola de Pacho, Cundinamarca.

Tesis Maestría. Repositorio Universidad Tecnológica de Bolívar

La pertinencia de este trabajo se evidencia en la utilización del modelo STEM es una muy buena alternativa para el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, pues los estudiantes interactúan con la tecnología y encuentran mayor gusto por aprender, además permite que se manifiesten espontáneamente lo que mejora también el proceso comunicativo de la clase.

La aplicación del modelo STEM haciendo uso de la robótica como práctica pedagógica innovadora si genera mejoras en el aprendizaje de las matemáticas, de manera particular en esta experiencia desarrolló habilidades en la conceptualización y práctica de operaciones básicas, relaciones espaciales, mediciones y comparaciones, pero quizás las mayores destrezas que se observaron tienen que ver con la capacidad que adquieren los estudiantes para resolver problemas a partir de situaciones dadas.

Anexo 3

Matriz de consulta STEM y toma de decisiones

Referencia de la fuente (artículo, libro, documental)	Revista	Pertinencia de la fuente en la investigación	STEM en toma de decisiones
<p>Villa-Ochoa, J. A., Castrillón-Yepes, A., & Sánchez-Cardona, J. (2017). TIPOS DE TAREAS DE MODELACIÓN PARA LA CLASE DE MATEMMATICA. Espaço Plural, 18(36), 219-251.</p>	<p><i>Espaço Plural</i></p>	<p><i>Este artículo presenta una tipología de tareas de modelación que emergió después de analizar parte de las propuestas reportadas en el campo de la modelación matemática. El análisis se centra en la referencia que los enunciados ofrecen acerca de los contextos y la realidad, así como de los propósitos, alcances y limitaciones que se reportan cuando se implementan las tareas.</i></p>	<p><i>En la Educación Matemática existe un creciente interés por la investigación acerca de la modelación y las aplicaciones matemáticas, así como por su integración en los currículos escolares (v.g. books' ICTMA series). El interés se fundamenta en la presencia de los modelos y la modelación en diversas actividades sociales, su conexión con la tecnología y la preparación de los estudiantes en actitudes y competencias matemáticas, para el ejercicio de una ciudadanía responsable y para la participación en los desarrollos de la sociedad.</i></p>

Anexo 4

Formato de Encuesta

Sección 1 de 5

Modelación matemática: Una apuesta educativa interdisciplinaria desde el ambiente de aprendizaje STEM MD - Robotics hacia la toma de decisiones para la vida

Hoy queremos saber cómo aplica sus conocimientos y conceptos previos, así que por favor responder según lo que sabe. Primero, debe leer la situación que se presenta y luego resolver las preguntas relacionadas. Recuerde leer con atención, lo importante es que responda con responsabilidad y tranquilidad.

Correo *

Correo válido

Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

Autorización para el tratamiento y uso de datos personales de conformidad con lo previsto en la Ley 1581 de 2012 "por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales" y el Decreto 1377 de 2013, que la reglamentan parcialmente. manifiesto que otorgo mi autorización expresa y clara para que la Universidad UNIMINUTO, pueda hacer tratamiento y uso de mis datos personales. los cuales están reportados en esta encuesta que tiene fines académicos y que han sido recolectados en el desarrollo de la investigación. De acuerdo a la normativa citada. la Universidad UNIMINUTO queda autorizada de manera expresa e inequívoca para mantener y manejar la información suministrada. solo para aquellas finalidades académicas para las que se encuentra facultado y respetando en todo caso. la normatividad vigente sobre la protección de datos personales. Si esta de acuerdo en participar. confirme la autorización.

Sí, acepto.

No, participo.

Nombre del Colegio al que pertenece *

- Colegio Enrique Olaya Herrera I.E.D
- Colegio La Concepción I.E.D

A qué grado pertenece *

- Noveno
- Octavo

A qué jornada pertenece *

- Mañana
- Tarde

Género *

- Femenino
- Masculino
- Prefiero no decirlo

Un nuevo trabajo.

El logro de tu meta está asegurado el momento en que te comprometes con ella.

Mack R. Douglas.

Juan Ramón está afrontando un nuevo desafío en la vida, ya terminó sus estudios y la situación económica lo llevó a buscar trabajo para ayudar a su familia. Después de mucho buscar, la mejor opción es comenzar a trabajar como mensajero en una empresa ubicada en la zona industrial de Montevideo al occidente de la ciudad de Bogotá. Vía correo electrónico, cumplió con los requisitos exigidos y lo llamaron a una entrevista.

La dirección de la empresa es: Carrera 69 F # 19 A -45.

Juan Ramón debe llegar a su entrevista, ayúdalo a movilizarse en la ciudad, para que no pierda esta oportunidad de empleo.

Juan Ramón, ya tiene la dirección, fecha y hora de la entrevista. ¿Cuál es la mejor opción para saber como llegar a la dirección? Organizar las opciones siendo 1 la mejor opción y 4 la menos favorable. *

	1	2	3	4	5
Preguntar a un familiar	<input type="checkbox"/>				
Buscar en google maps	<input type="checkbox"/>				
Pedirle a alguien que lo acompañe	<input type="checkbox"/>				
Buscar rutas de buses en el sector	<input type="checkbox"/>				
No ir a la entrevista	<input type="checkbox"/>				

¿Qué datos se necesitan saber para llegar a un lugar específico? *

Tu respuesta _____

Ordenar según la prioridad los elementos que Juan Ramón necesita para prepararse para la entrevista. 1 el más importante y 5 el menos importante. *

	1	2	3	4	5
Ir vestido de manera formal	<input type="radio"/>				
Llevar hoja de vida	<input type="radio"/>				
Llevar sombrilla	<input type="radio"/>				
Tener información previa de la empresa	<input type="radio"/>				
Conocer número telefónico de la empresa	<input type="radio"/>				

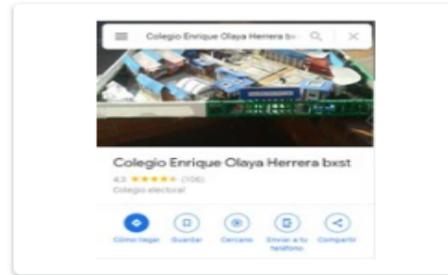
Ordenar según la prioridad los elementos que Juan Ramón necesita para emprender su viaje y cumplir con la entrevista, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante. *

	1	2	3	4	5
Llevar la dirección	<input type="radio"/>				
Llevar celular	<input type="radio"/>				
Llevar dinero	<input type="radio"/>				
Llevar tarjeta del sitp	<input type="radio"/>				
Conocer puntos de referencia	<input type="radio"/>				

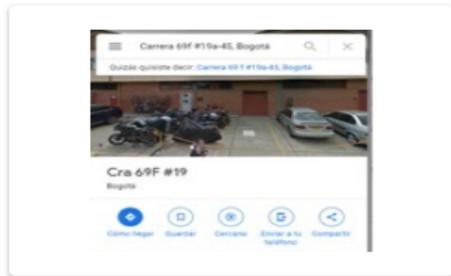
Juan Ramón decide revisar google maps para conocer el lugar al que debe ir ¿Qué dirección debe escoger? *



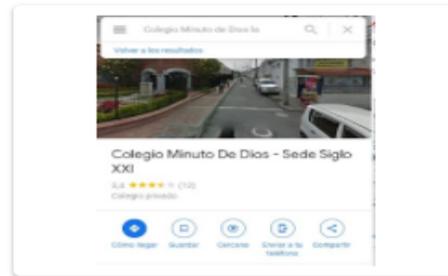
Opción 1



Opción 2

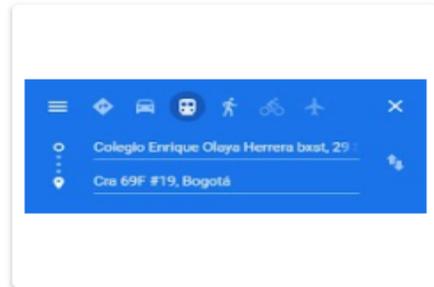


Opción 3



Opción 4

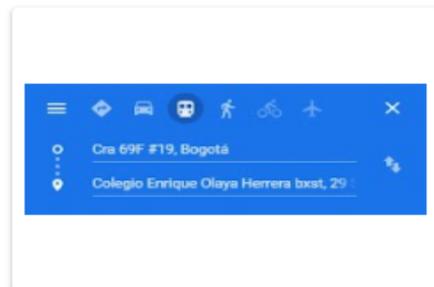
Juan Ramón vive cerca al colegio y decide salir desde allí porque es un lugar conocido para él. Al buscar en google maps la ruta hacia su destino. ¿Qué opción debe escoger para conocer la ruta a seguir? *



Opción 1



Opción 2



Opción 3

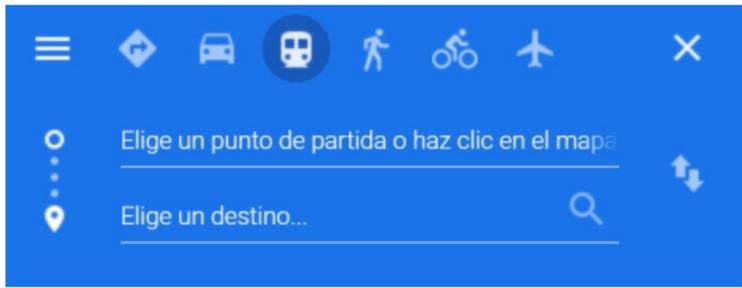


Opción 4

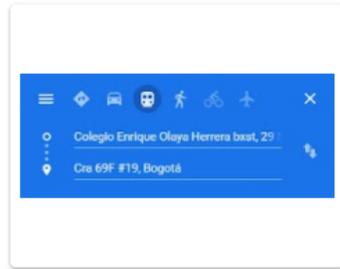
Revisar convenciones

Los símbolos en un mapa son muy importantes, por eso se debe leer con detalle.

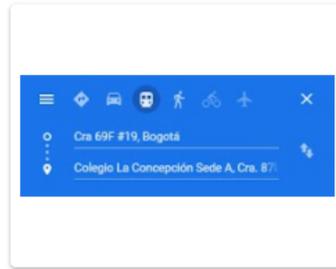
Circunferencia punto de partida y globo destino



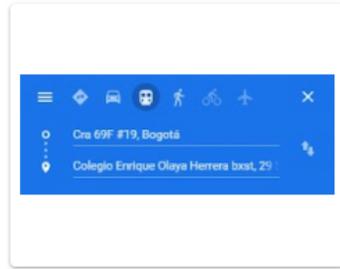
Juan Ramón vive cerca al colegio y decide salir desde allí porque es un lugar conocido para él. Al buscar en google maps la ruta hacia su destino. ¿Qué opción debe escoger para conocer la ruta a seguir? *



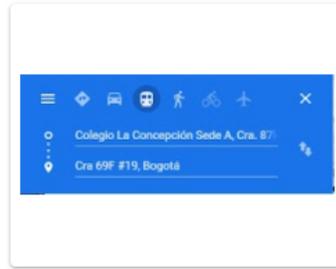
Opción 1



Opción 2



Opción 3

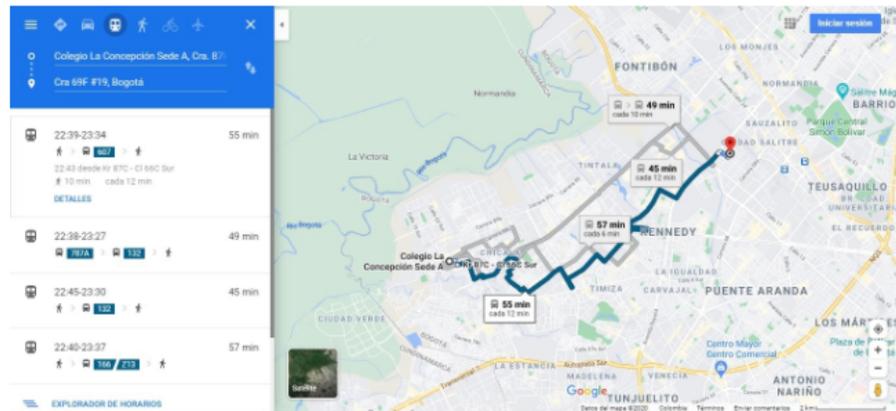


Opción 4

La mejor ruta

Revisa los datos del mapa y responde.

Juan Ramón, vive cerca al colegio y decide salir desde allí porque es un lugar conocido para él. Al buscar en google maps este es el mapa resultante.



¿Cuál es la mejor ruta según el tiempo? *

- 607
- 787 trasbordo a 132
- 132
- 166 o Z13

¿Cuál es la mejor ruta según la frecuencia con la que pasa cada bus? *

- 607
- 787 trasbordo a 132
- 132
- 166 o Z13

¿Cuál es la mejor ruta según la cantidad de tiempo que debe caminar para completar la ruta? *

- 607, en esta ruta debe caminar al inicio 9 min y al final 6 min.
- 787 trasbordo a 132, en esta ruta debe caminar al inicio 4 min, 3min del trasbordo y al final 2 min.
- 132, en esta ruta debe caminar al inicio 5 min y al final 3 min.
- 166 o Z13, en esta ruta debe caminar al 12 minutos.

Según todas las consideraciones anteriores ¿Qué ruta escogería s? *

- 607
- 787 trasbordo a 132
- 132
- 166 o Z13

Gracias por responder las preguntas.

Y por ayudar a Juan Ramón a llegar a su destino.

Se enviará una copia de tus respuestas por correo electrónico a la dirección que has proporcionado.

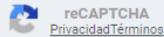
Atrás

Enviar

Página 5 de 5

Borrar formulario

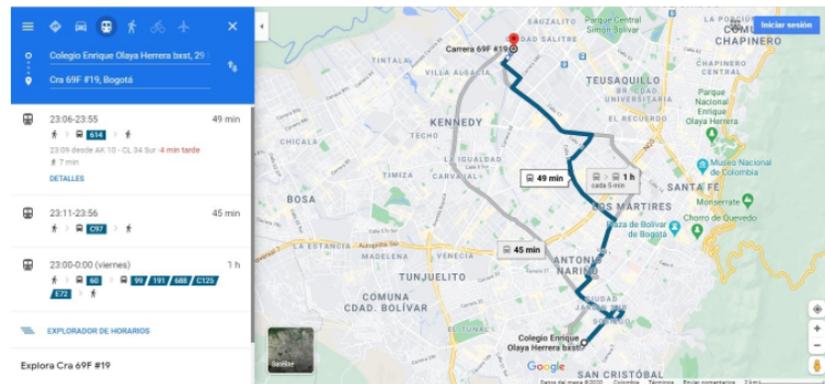
Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.



Escoger la mejor ruta

Revisa los datos del mapa y responde.

Juan Ramón vive cerca al colegio y decide salir desde allí porque es un lugar conocido para él. Al buscar en google maps este es el mapa resultante.



¿Cuál es la mejor ruta según el tiempo? *

- 614.
- C97
- 60 y transbordo a otra

¿Cuál es la mejor ruta según la frecuencia con la que pasa cada bus? *

- 614. Cada 3 minutos
- C97. Cada 7 minutos
- 60 y transbordo a otra ruta. Cada 5 minutos

¿Cuál es la mejor ruta según la cantidad de tiempo que debe caminar para completar la ruta? *

- 614, en esta ruta debe caminar al inicio 2 min y al final 6 min.
- C97, en esta ruta debe caminar al inicio 7 min y al final 4 min.
- 60 y transbordo a otra ruta. En esta ruta debe caminar al 12 minutos.

Según todas las consideraciones anteriores ¿Qué ruta escogerías? *

- 614
- C97
- 60 y transbordo a otra ruta

Gracias por responder las preguntas.

Y por ayudar a Juan Ramón a llegar a su destino.

Se enviará una copia de tus respuestas por correo electrónico a la dirección que has proporcionado.

[Atrás](#)

[Enviar](#)

Página 5 de 5

[Borrar formulario](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

