



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**Diseño y validación de una estrategia, para la formación de maestros con
enfoque STEM**

Nancy Paola Gordillo

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ciencias y Educación
Maestría en educación en tecnología.
Bogotá D.C
2022

**Diseño y validación de una estrategia, para la formación de maestros con
enfoque STEM**

Nancy Paola Gordillo

Trabajo de Grado para optar por el título de
Magister en Educación en Tecnología

Modalidad: Profundización

Director

Antonio Quintana Ramírez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ciencias y Educación
Maestría en Educación en Tecnología
Bogotá
2022

ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN #13 DE 1946 “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Dedicatoria

A mi amada Amy, por su amor a la ciencia, su paciencia y comprensión. ¡Porque quiero ser un ejemplo para ti!

A mi querido esposo, que me ha acompañado en este proyecto y siempre me motivo a seguir adelante.

A mi familia que siempre creyó en mí.

¡Los amo!

Agradecimientos

Doy gracias a la vida por brindarme esta oportunidad de poder culminar mis estudios.

A mi familia por ser mi fuente de inspiración.

A mi esposo por brindarme la oportunidad de aprender de su colegio.

Al colegio Gimnasio los Ángeles por creer en mi proyecto.

A los maestros que participaron en este proyecto, gracias por su dedicación, entusiasmo y entrega.

A todas las personas que hicieron parte de este proceso y acompañamiento.

Muchas gracias a todos.

Resumen

TIPO DE DOCUMENTO: Informe final de trabajo de grado de Maestría en Educación en Tecnología. Modalidad: profundización	TIPO DE IMPRESIÓN: Digitado en computador.	NIVEL DE CIRCULACIÓN: General.
ACCESO AL DOCUMENTO		
Lugar: http://repository.udistrital.edu.co/		Número de documento:
TÍTULO: Diseño y validación de una estrategia, para la formación de maestros con enfoque STEM.		
AUTOR(ES): Gordillo, N.	PUBLICACIÓN: Gordillo, N. <i>Diseño y validación de una estrategia, para la formación de maestros con enfoque STEM.</i> Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Bogotá, Colombia.	
UNIDAD PATROCINANTE: N.A		
PALABRAS CLAVES: Formación de maestros, Comunidades de práctica, Enfoque STEM y Aprendizaje Basado en Problemas. ABP.		
DESCRIPCIÓN El informe de trabajo se fundamenta en el diseño de una estrategia didáctica, desde la reconstrucción teórica y de experiencial, propia de la formación de docentes en STEM (Siglas en inglés Science, Technology, Engineering y Mathematics), considerando como estrategia de aprendizaje, la conformación de comunidades de práctica, como táctica de aprendizaje de los maestros, y siguiendo la metodología del ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos). La experiencia se validó con expertos y con un grupo de maestros en práctica.		
FUENTES: Se citan en total 81 fuentes bibliográficas las cuales giran en torno a las siguientes temáticas: Educación STEM, Formación de maestros en STEM, Comunidades de práctica y aprendizaje Basado en proyectos. Se destacan autores como: Wang, Wanger, Tsupros, Pelejero, Riel entre otros.		
CONTENIDOS:		

Este documento se estructura en siete capítulos, los cuales se describen de la siguiente manera:

En el primer capítulo, se realiza *la descripción de los preliminares* que llevaron a determinar el contexto del problema, la pregunta de investigación, los objetivos de la investigación y la justificación.

En el segundo capítulo, se exponen *los antecedentes* que hacen énfasis en las necesidades de formar maestros en STEM, cómo se da a formación de maestros, la conformación de comunidades de práctica en la formación de maestros.

En el tercer capítulo, se desarrolla el *marco teórico*, donde se hace una indagación entorno a ¿Cómo surge la educación STEM?, la importancia de alfabetizar en STEM, la formación de maestros en STEM, la conformación de comunidades de práctica e implementación de las mismas, la importancia del aprendizaje basado en proyectos como metodología de aprendizaje en STEM.

En el cuarto capítulo, se describe la *Metodología de la investigación* implementada, en torno a la población, la revisión de expertos y el diseño metodológico de la estrategia. De describe las fases de la estrategia y los instrumentos de recolección de la información.

En el quinto capítulo, se narra la *propuesta de la estrategia*, donde se detalla la propuesta inicial, la validación de la propuesta por parte de los expertos, la decantación conceptual de la propuesta y Finalmente la propuesta con ajustes de los expertos.

En el sexto capítulo, se presenta el *Análisis e interpretación de los datos*, se rastrea la información desde la revisión teórica y práctica de la implementación estratégica. Seguido del análisis de resultados, obtenidos de la deconstrucción de instrumentos donde se recolectaron datos. Esta interpretación de la información se realizó en relación a: la conformación de comunidades de práctica, enfoque STEM, Retos del maestro y ABP-STEM.

En el sexto capítulo, se presentan las *conclusiones* del trabajo, en correspondencia al diseño de una estrategia validada para la formación de maestros en enfoque STEM, también se realizan proyecciones y ajustes de mejora a la estrategia final.

METODOLOGÍA:

El enfoque de este estudio es cualitativo, de tipo etnográfico, cuyo objetivo es caracterizar, diseñar y validar una estrategia didáctica. La población de estudio fue, la validación de la estrategia por parte de tres expertos, la implementación de la estrategia con maestros de las asignaturas de Ciencias, matemáticas y tecnología. Como instrumento de recolección de la información se usaron rubricas para validar la estrategia, diarios de campo como desde la observación participante, además se hace uso de grabaciones en audio, video y entrevistas semiestructuradas.

CONCLUSIONES:

El diseño de una estrategia para la formación de docentes en STEM, obtuvo muy buenos resultados, con los maestros en los que se implementó la estrategia, ratificando la importancia de alfabetizar al profesorado de matemáticas, ciencias y tecnología en enfoque STEM, como una manera de trascender también en los estudiantes.

- Para la conformación de comunidades de práctica entre docentes, es importante considerar la empatía académica, entre los maestros, esto hará que el trabajo fluya mejor, en caso que no existan, se deben pensar en dinámicas de juego de roles, que les permita reconocer, personas potencialmente interesantes en el proceso de formación.
- La conformación de comunidades de práctica beneficia la formación de maestros, siendo apta para los fines de la estrategia y aunque existan previamente grupos con algún tipo de relación, hay que seguir fomentando los encuentros, las charlas, participaciones e interacciones dentro de los grupos.
- El ABP-STEM, es una metodología interesante para los maestros al momento de aprender, en ella encuentran una manera diferente y divertida de poder enseñar, el resultado de este trabajo se puede apreciar en las propuestas de los docentes y en el cambio en sus prácticas pedagógicas, donde varios expresaron cambios positivos.
- La alfabetización en STEM, hace que los maestros se involucren, al introducir esta estrategia en las dinámicas de clase, haciendo que las áreas de matemáticas, ciencias, tecnología y matemáticas sean llamativas y respondan a un contexto real.
- Conocer los pasos de la metodología ABP-STEM, permite a los maestros no pensar en contenidos, si no en las habilidades a desarrollar de los estudiantes, propios del aprendizaje por competencias.
- La alfabetización de maestros de las áreas de ciencias, matemáticas y tecnología, se deben continuar realizando, es relevante que para futuras investigaciones se realice un acompañamiento y seguimiento a la implementación de los proyectos desarrollados por los maestros.
- En términos generales el proyecto cumplió con los objetivos propuestos y con la amplia aceptación entre los maestros involucrados en el proceso.

ELABORACIÓN:	ELABORADO POR:	REVISADO Y CORREGIDO POR:
REVISIÓN Y CORRECCIÓN:		

Tabla de Contenidos

1. Capítulo I. Preliminares.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del Problema:	2
1.3. Pregunta Orientadora:	3
1.4. Objetivo General.	4
1.5. Objetivos Específicos:.....	4
1.6. Justificación:.....	4
2. CAPITULO II. Antecedentes.....	7
2.1. Necesidades en la formación de maestros STEM.....	7
2.2. Formación de maestros STEM.....	10
2.3. Comunidades de práctica en la formación de maestros de las áreas STEM.	18
3. Capítulo III. Marco teórico.....	21
3.1. STEM.....	21
3.1.1. ¿Cómo Surge La Educación STEM?	22
3.1.2. ¿Por Qué Alfabetizar En STEM? Y ¿Qué Habilidades Se Desarrollan?	

3.1.3.	Formación De Maestros En STEM.....	29
3.2.	Comunidades de práctica	33
3.2.1.	¿Qué Son Las Comunidades De Práctica?	33
3.2.2.	¿Cómo Implementar Una Comunidad De Práctica?.....	35
3.2.3.	Las Comunidades De Práctica En La Educación	39
3.2.4.	Las Comunidades De Práctica En La Formación Docente	40
3.3.	Aprendizaje Basado En Proyectos.....	42
3.3.1.	Motivación y compromiso.	43
3.3.2.	Lineamientos básicos para construir proyectos ABP.....	44
3.3.3.	ABP Como Metodología STEM	45
3.3.4.	Pasos de la metodología ABP- STEM.	47
4.	Capítulo IV. Metodología de la Investigación.....	55
4.1.	Tipo de investigación.....	55
4.2.	Estudio etnográfico.	55
4.2.1.	Población.....	56
4.2.2.	Revisión de expertos.....	56
4.2.3.	Diseño metodológico.....	57
4.3.	Fases de la Estrategia	58
4.3.1.	Instrumentos para la recolección de información.	58

5.	Capítulo V: Propuesta de la estrategia.....	61
5.1.	Propuesta Inicial.....	61
5.1.1.	Propuesta de la estrategia.....	62
5.2.	Validación De Expertos.	74
5.2.1.	Evaluación Experto 1.....	75
5.2.2.	Evaluación Experto 2.....	77
5.2.3.	Evaluación Experto 3.....	79
5.3.	Descripción Conceptual De La Estrategia.	81
5.4.	Características De La Propuesta. Formación De Maestros En Enfoque STEM	88
6.	Capítulo VI. Análisis E Interpretación De Los Datos	104
6.1.	Revisión Teórica Y Práctica.	104
6.2.	Análisis De Resultados.....	108
6.2.1.	Conformando Comunidades De Práctica.....	116
6.3.	STEM.....	125
6.4.	Retos Del Maestro.	136
6.5.	ABP-STEM.....	142
7.	Capítulo VII. Conclusiones	149
8.	Referencias.	155

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Estrategia teórica en la conformación de CP</i>	62
Tabla 2. <i>Descripción teórica de la estrategia desde el enfoque STEM</i>	64
Tabla 3. <i>Sesión 1. Reto conformar una CP y conociendo STEM</i>	65
Tabla 4. <i>Sesión 2 Indagando en las experiencias STEM</i>	66
Tabla 5. <i>Sesión 3. Siendo autentico con STEM</i>	68
Tabla 6. <i>Sesión 4. Construyendo mi proyecto ABP-STEM</i>	69
Tabla 7. <i>Sesión 5 y 6. Indagando y tomando decisiones con STEM</i>	71
Tabla 8. <i>Sesión 7. Tomando decisiones y siendo críticos en nuestro proyecto STEM</i>	72
Tabla 9. <i>Sesión 8. Presentando mi proyecto STEM</i>	73
Tabla 10. <i>Descripción teórica de la estrategia desde la conformación de CP</i>	82
Tabla 11. <i>Descripción teórica de la estrategia siguiendo el enfoque STEM</i>	84
Tabla 12. <i>Descripción teórica de la estrategia siguiendo la metodología ABP- STEM</i>	86
Tabla 13. <i>Descripción de la sesión 1</i>	88
Tabla 14. <i>Descripción de la sesión 2</i>	90
Tabla 15. <i>Descripción de la sesión 3</i>	94
Tabla 16. <i>Descripción de la sesión 4</i>	97
Tabla 17. <i>Descripción de la sesión 5</i>	99
Tabla 18. <i>Descripción de la sesión 6 y 7</i>	101

Tabla 19. <i>Descripción de la sesión 8</i>	102
Tabla 20. <i>Instrumentos analizados</i>	109
Tabla 21. <i>Saturación de la información</i>	109

Lista de figuras

Figura 1. <i>Definición de STEM según algunos autores</i>	25
Figura 2. <i>Habilidades STEM, Según el consejo de Academias Canadienses (2014)</i>	27
Figura 3. <i>Habilidades 4C que se ajustan a STEM</i>	28
Figura 4. <i>Líneas de trabajo en la alfabetización de STEM</i>	31
Figura 5. <i>Principios para conformar una Comunidad de práctica</i>	36
Figura 6. <i>ABP como metodología para STEM</i>	47
Figura 7. <i>Componentes pedagógicos de la estrategia</i>	57
Figura 8. <i>Modelo de la estrategia</i>	58
Figura 9. <i>Distribución de sesiones</i>	61
Figura 10. <i>Sesión 1. Experiencias previas</i>	105
Figura 11. <i>Aprendiendo sobre STEM</i>	106
Figura 12. <i>Sesión 3. Experiencias ABP-STEM en grupo</i>	106
Figura 13. <i>Sesión 4. Herramientas para el proyecto ABP-STEM</i>	107
Figura 14. <i>Sesión 5. Construyendo el proyecto ABP-STEM profesor como protagonista</i>	108
Figura 15. <i>Cantidad de códigos por familia</i>	110
Figura 16. <i>Categoría comunidades de práctica (CP)</i>	111
Figura 17. <i>Categoría enfoque STEM</i>	112
Figura 18. <i>Categoría enfoque ABP-STEM</i>	113
Figura 19. <i>Categoría Retos del maestro</i>	114

Figura 20. <i>Categoría Dinámicas de formación</i>	115
Figura 21. <i>Cantidad de Códigos por la categoría Comunidades de Práctica</i>	116
Figura 22. <i>Cantidad de códigos por la categoría STEM</i>	125
Figura 23. <i>Cantidad de códigos por la categoría Retos del maestro</i>	137
Figura 24. <i>Cantidad de códigos por la categoría ABP-STEM</i>	142

1. Capítulo I. Preliminares

1.1. Introducción.

El proyecto de investigación que se presenta en este documento tiene como objetivo general diseñar una estrategia para formar maestros con enfoque STEM (Siglas en inglés Science, Technology, Engineering and Mathematics) y metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), desde la conformación de comunidades de práctica, con el fin de aportar herramientas que les permita a los maestros mejorar sus prácticas docentes.

En el primer capítulo de este documento, se encuentra el planteamiento del problema, la reflexión que llevó al planteamiento de la pregunta problema, los objetivos y alcances.

En un segundo capítulo se realizará una recopilación bibliográfica en torno a las necesidades en la formación de maestros, ¿por qué alfabetizar a los maestros? y la conformación de comunidades de práctica desde un enfoque en educación STEM.

En el capítulo tres se encuentra la fundamentación teórica en torno a que es STEM y por qué es importante formar maestros en educación STEM, cómo conformar comunidades de práctica y finalmente el aprendizaje basado en proyectos, como metodología para el desarrollo de proyectos STEM.

En un cuarto momento la metodología de la investigación, en relación a la metodología, propuesta, diseño, validación e implementación de la estrategia didáctica.

En el quinto capítulo, se narra la propuesta de la estrategia, donde se detalla la propuesta inicial, se encuentra también, la validación de la propuesta por parte de los expertos, la decantación conceptual de la propuesta y finalmente la propuesta final con ajustes de los expertos.

En el sexto capítulo, se presenta el Análisis e interpretación de los datos, se rastrea la información desde la revisión teórica y práctica de la implementación estratégica. Seguido del análisis de resultados, obtenidos de la deconstrucción de los diferentes instrumentos. Además, se encuentra la interpretación de la información en relación a las líneas de investigación (comunidades de práctica, enfoque STEM, Retos del maestro y ABP-STEM).

En el sexto capítulo, se presentan las conclusiones del trabajo, en correspondencia al diseño de una estrategia validada para la formación de maestros en enfoque STEM, también se realizan proyecciones y ajustes de mejora a la estrategia final.

1.2. Planteamiento del Problema:

Durante el proceso de reconocimiento e indagación de la metodología STEM, se encontró de manera general muy poca apropiación e incluso mucho desconocimiento de la metodología entre profesores del Distrito Capital, en

especial en las localidades indagadas Fontibón, Suba, Chapinero. Sin embargo, también se encontró un nicho de comunidades educativas trabajando muy activamente en el desarrollo e implementación de la metodología. Esta dicotomía me llevó a indagar un poco más en el ámbito regional y nacional, aprovechando la oportunidad de vivenciar entre la población de la maestría, profesores conocidos de otras regiones y hay poca apropiación del enfoque STEM en los profesores de ciencias, matemáticas y tecnología del país, debido a que es una metodología reciente y la mayoría de maestros no tuvieron una formación inicial con esta metodología, adicional el sistema educativo actual no permite esta interdisciplinariedad ya que está organizado por disciplinas y/o asignaturas estructuradas en estándares y contenidos independientes (Wang, et al., 2020), además de que son impartidas por los docentes de forma independiente, posiblemente, aumentando en los estudiantes un desinterés por la falta de comprensión de los conceptos científicos (La Realización & Manzanares, 2020) y la poca articulación de lo aprendido. Particularmente se encontró que, en la aplicación de metodologías emergentes e innovadores, cuando algunos colegios las implementan, se encuentran con obstáculos a nivel gubernamental.

1.3. Pregunta Orientadora:

¿Qué características didácticas debe tener una estrategia de formación con enfoque STEM, para que sea apropiada por los docentes de matemáticas, tecnología y ciencias?

1.4. Objetivo General.

Diseñar una estrategia para la formación de docentes, a partir de la revisión teórica y de experiencias de formación de profesores, que valide y dé cuenta de las características didácticas que debe tener una estrategia de formación profesoral en educación STEM.

1.5. Objetivos Específicos:

1. Identificar los elementos conceptuales y prácticos, propios la estrategia didáctica para la formación docente en STEM.
2. Diseñar una estrategia para la formación de profesores en ciencias, matemáticas y tecnología en STEM, desde la perspectiva de la conformación de comunidades de práctica.
3. Validar la estrategia propuesta con docentes expertos en STEM y aplicar por lo menos tres docentes de las áreas de ciencias, tecnología y matemáticas.

1.6. Justificación:

En la actualidad se exige que el maestro transforme su figura tradicional como transmisor del conocimiento (Von Garnier, 2010), siendo más un guía o un acompañante del proceso de aprendizaje de los alumnos.

En la actualidad, recae en los docentes la tarea de encontrar y llevar a cabo nuevas estrategias educativas (Molas y Rosselló, 2010), que trasciendan en este proceso de enseñanza.

Por otro lado, la fragmentación del conocimiento cada vez es más cuestionada, (Fuentes y González, 2017) porque se aleja del mundo real, donde se solucionan problemas a partir de la implementación y la transversalización del conocimiento.

Estas exigencias están recayendo en el docente, quien debe comenzar a salir de su campo y explorar en nuevas maneras de integrar el conocimiento. Por lo anterior, STEM se convierte en pieza clave para poder conectar los contenidos con el mundo real del estudiante (Von Garnier, 2010).

Para que los docentes alcancen estándares innovadores, es importante que reciban una formación específica, que les permita desarrollar las habilidades necesarias para promover el aprendizaje de contenidos integrados, propios del enfoque STEM (Fuentes y González, 2017).

A partir de lo anterior, esta estrategia busca diseñar y validar una estrategia para formar maestros con un enfoque en STEM, siguiendo la metodología del ABP y la conformación de una comunidad de práctica que permita responder a la necesidad de formar maestros innovadores.

Esta estrategia permitirá que los maestros de las asignaturas de ciencias, matemáticas y tecnología logren transformar sus prácticas pedagógicas a partir de la conformación de comunidades de práctica (CP), además que conozcan y tengan un acercamiento al enfoque STEM, siguiendo la metodología ABP y finalmente la consolidación de un proyecto donde se integre las materias STEM.

La investigación planteada contribuirá para comprender la necesidad de capacitar a los maestros en este enfoque. Los resultados permitirán determinar el impacto de la estrategia en las dinámicas de los maestros y la conformación de alternativas de trabajo para los maestros. Finalmente, servirá como base para consolidar cursos extensivos orientados a formar maestros que quieran trabajar en STEM.

2. CAPITULO II. Antecedentes

En el siguiente apartado se encontrará una recopilación cronológica de experiencias relacionadas con las necesidades formativas de los docentes en el enfoque STEM, el desarrollo de diferentes estrategias implementadas para la formación de maestros desde el enfoque STEM, la importancia de la conformación de comunidades de práctica (CP) en maestros de las áreas STEM. En cada apartado se reconocerá algunos autores, el tipo de investigación, metodología y resultados alcanzados.

Los antecedentes consultados corresponden a artículos, libros e investigaciones realizadas en un periodo de tiempo no superior a 10 años (2011-2021). Al finalizar cada sesión, se encontrará una reflexión sobre los aspectos más relevantes e importantes para esta investigación.

2.1. Necesidades en la formación de maestros STEM.

En el siguiente apartado se encontrarán diferentes investigaciones que hablan sobre las necesidades y desafíos que tienen los maestros al integrar STEM en sus prácticas y la importancia de formar a los mismos desde este enfoque STEM.

Un primer trabajo es el desarrollado por Shernoff, et al. (2017) quienes se encargaron de identificar los desafíos y necesidades de promover enfoques integrados en la educación STEM, luego de analizar a 22 maestros y cuatro

administrativos, identificados como líderes potenciales en educación STEM. Sus resultados llevaron a establecer que muchos profesores estaban interesados en enfoques integrados de STEM, pero no creen que estén bien preparados. Los maestros y administradores sugirieron una preparación adecuada en STEM, para la investigación implica un replanteamiento y un rediseño significativo en los cursos que se trabajaron.

Por otra parte, Uğraş y Genç (2018) plantean conocer las opiniones de maestros de preescolar en su formación inicial, bajo la educación STEM y sus tendencias en la instrucción STEM integrada. La investigación se realizó con 35 estudiantes en formación, el modelo de investigación se apoyó en un grupo con método experimental pre-test y post-test y entrevista semiestructurada desarrollado por los autores y la "Integrated STEM Instructional Tendencies Scale"¹ (traduce Escala de tendencias de instrucción STEM integrada) usada para para medir la tendencia de los profesores en formación sobre la instrucción de STEM integrada.

A partir del análisis y los resultados recopilados en el anterior trabajo, se encontró que la educación STEM, con lleva a que los estudiantes piensen y transformen el conocimiento teórico en práctico, el estudiante adquiere habilidades que le permiten obtener productos concretos utilizando los conocimientos teóricos adquiridos. Finalmente concluyen que la mayoría de los docentes en formación

¹ Es un modelo que promueve el desarrollo de nuevos conocimientos basándose en las experiencias anteriores y comparar con las nuevas prácticas. Las cinco etapas del aprendizaje son el Compromiso, Exploración, Explicación, Elaboración / Extensión y Evaluación.

indicaron que los programas de pregrado deben incluir cursos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, la importancia y colaboración de los docentes de diferentes áreas y la necesidad de recibir capacitación en educación STEM.

En el trabajo expuesto por Aloraini (2020), tenía como objetivo ver la realidad de los programas de preparación de profesores en matemáticas frente a las exigencias de la educación STEM y desarrollar un posible escenario que cumpla con los requisitos de formación bajo la mirada de STEM. El método usado en este estudio fue el analítico descriptivo. Se preparó un cuestionario y se aplicó a 47 universidades sauditas cuyas facultades contarán con programas de formación en maestros en matemáticas. El estudio arrojó cinco puntos débiles de los programas analizados, sobre cada uno de ellos se plantean recomendaciones que permitirían mejorar estos programas de formación desde una mirada de la educación STEM.

Asimismo, Barajas, et al. (2020) propone un modelo de desarrollo y consolidación de las competencias del profesorado de ciencias experimentales, tecnología y matemáticas (áreas STEM) en los niveles de enseñanza secundaria y bachillerato. La proposición está basada en las interpretaciones de planes de germinación original de profesorado STEM y de las políticas educativas actuales promovidas en la Unión Europea, hacen mención a los esfuerzos que enfrenta la dirección de las erudiciones en la educación actual. Más allá de escudriñar cómo se aborda la educación de los aforos de las diferentes disciplinas STEM, se

presenta una vía de capacidades del profesorado, que se presenta una estructura de desarrollo de competencias del profesorado, que se alcanza con la metodología del aprendizaje basado en la indagación, con contenidos socio-científicos que puedan ser más atractivos para el alumnado actual y que complementen su currículum, al final se traza acciones para actualizar y complementar los programas de formación y actualización docente.

A partir de lo expuesto anteriormente, los maestros que trabajan en educación STEM siempre están en búsqueda la integración de áreas y para ello, se hace necesario ampliar su formación o complementar su línea con cursos extensivos donde los formadores puedan constituir sus propias habilidades en educación STEM, con el fin de transformar sus prácticas pedagógicas.

2.2. Formación de maestros STEM.

En este segundo apartado se hace una recopilación de experiencias exitosas que tuvieron impacto en la formación de maestros y el impacto positivo en las prácticas pedagógicas de los docentes involucrados luego de someterse a una capacitación o curso con enfoque STEM.

Un primer trabajo es el de Srisawasdi, (2012) quien desarrolló una investigación cuyo objetivo de estudio era explorar el efecto del aprendizaje basado en casos, desde la competencia TPACK siglas en inglés Technological Pedagogical Content Knowledge (Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido) (Mishra y Koehler, 2006) para profesores en formación con enfoque

STEM, se desarrollaron diferentes estudios de casos innovadores en matemáticas y ciencias, con 43 profesores de las asignaturas de física, química, biología, matemáticas, durante un curso de tecnología de la información y la comunicación (TIC) en educación de la Universidad de Khon Kaen, Tailandia. Los resultados de este estudio determinaron que la competencia TPACK, se considera una particularidad central para los futuros profesores STEM y el aprendizaje basado en casos² puede desempeñar un papel eficaz en este proceso.

Más adelante en Malasia. Siew, et al. (2015) lleva a cabo una investigación con las percepciones de 25 profesores de ciencias malasios y 21 en adopción del enfoque STEM interdisciplinario basado en proyectos. Los maestros realizaron un taller de 8 horas donde trabajaron y desarrollaron diferentes proyectos STEM en ciencias con contenido científico. La experiencia se recopiló a través de encuestas, entrevistas, preguntas abiertas y debates en el aula antes y al final del taller. Los resultados mostraron que las actividades pueden proporcionar apoyo e información necesaria para que los maestros adopten el enfoque STEM, de manera innovadora, efectiva y basada en proyectos.

Más adelante, Cartagena, et al. (2017) desarrolló un proyecto de innovación educativa, para un curso introductorio de física bajo el enfoque de las ciencias integradas STEM. Los resultados que se obtuvieron en este trabajo fueron: una mejoría en la tasa de aprobación en el curso. La incorporación del enfoque STEM

² El enfoque basado en casos es un proceso de análisis autodirigido o a la construcción colaborativa del conocimiento en situaciones específicas basadas en ejemplos del mundo real. Srisawasdi, (2012)

permite en los estudiantes desarrollar competencias científicas para enfrentar los desafíos actuales y para el mundo del trabajo.

Paralelamente, Fuentes & González (2017) Mediante un análisis documental presentan los tres saberes (contenidos, pedagogía y tecnología) siguiendo el modelo TPACK³ (Mishra y Koehler, 2006) el cual es implementado por docentes de STEM en la realización de experiencias gamificadas. La metodología se fundamentó en la investigación basada en Diseño (denominada DBR, siglas en inglés). Dirigida al diseño y validación de una estrategia de formación en gamificación STEM para profesores de secundaria. A partir de esta investigación se encontró que al formar maestros STEM en los tres saberes del modelo TPACK se fomentaba; la excelencia académica, el desarrollo de competencias disciplinares, pedagógicas y tecnológicas, el interés y motivación de los estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, y finalmente el gusto por la ciencia en los jóvenes, encontrándose un impacto significativo en las prácticas pedagógicas de los maestros.

Por otro lado, Polgampala, et al. (2017). Hace una recopilación de diferentes documentos relacionados con las diferentes prácticas efectivas en los programas de formación de docentes de STEM, con el fin de mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Luego de la revisión literaria, encontraron que los maestros deben estar en constante capacitación, que es necesario recopilar las

³ TPACK corresponde a las siglas inglés al concepto Technological Pedagogical Content Knowledge (Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido) desarrollado por Punya Mishra y Matthew J. Koehler.

experiencias significativas en diferentes contextos cómo modos para motivar y fomentar la investigación en los maestros.

A diferencia, Ferrando et al. (2018) desarrollo una investigación con maestros en formación inicial. El objetivo era evaluar por un periodo casi de dos años una secuencia de aprendizaje diseñada en la integración contenidos de ciencias y matemáticas a través de las TIC (Tecnologías de información y la comunicación) en un entorno real y cotidiano, para maestros en formación inicial. La estrategia orientaba a los estudiantes en la creación de secuencias que cumplieran con actividades de tipo exploratorio, introductorio, estructuración y aplicación. Dentro de los resultados se encontraron que los futuros maestros presentaban muchas dificultades a la hora de trabajar de forma interdisciplinar los contenidos, que era importante generar actividades más allá del diseño, orientadas al análisis crítico y los contenidos STEM como una forma de desarrollar la competencia digital. (Ferrando, et al, 2018).

Por su parte, Guerrero (2019) comenzó en República Dominicana, una capacitación a docentes de química a través de talleres. Buscaba promover y mejorar las prácticas pedagógicas y habilidades experimentales de estos maestros bajo un trabajo práctico y colaborativo, con un enfoque activo constructivista. (Guerrero, 2021). Luego de efectuar este estudio encontró que era necesario realizar un estudio más profundo en las necesidades formativas en STEM y la importancia de formar comunidades de docentes que fortalezcan su práctica.

De modo similar, Domènech et al. (2019) relata la experiencia, adquirida en la formación de 82 docentes de secundaria (33 de ciencias, 22 de tecnología y 27 de matemáticas) sobre Aprendizaje basado en proyecto (ABP) STEM. Esta vivencia se desarrolló en dos módulos: presentación de buenas prácticas, con maestros expertos en el área y diseño de propuestas con la ayuda de tutores. Se analizaron los diferentes proyectos desde distintos componentes didácticos (Contexto, Conflicto, Discurso, Contenidos, Apertura, Interdisciplinariedad). Dentro de los resultados encontrados se observó que 9 de los 87 trabajos realizados, incorporaron más de dos materias, los demás solo se enfocaron en una, observándose una desigualdad en los componentes, pero una estructuración en el enfoque STEM.

Este estudio clasifíco y categorizo todos los proyectos en 4 tipos de trabajos. Los tipos A: proyectos de una sola área, que abordan situaciones del mundo real. Los espacios están en el centro del problema y son elementales, sin embargo, no suficientes, para resolverlo. Los de tipo B: Incorporan materiales del mundo real, pero el contexto y rol del alumnado no es relevante. Los contenidos de una sola área no juegan un papel significativo en la resolución del conflicto, se aplican y desarrollan de manera parcial y no formalizados. Los tipos C: Son proyectos Interdisciplinarios que incorporan 3 áreas STEM. El proyecto tiene sentido sólo dentro del aula, nada del mundo real. El aprieto puede resolverse sin los contenidos, que son reproducidos sin emplear ninguna coincidencia específica

de áreas STEM. Los tipos D: Son proyectos en los que participan dos disciplinas y se incorporan elementos del mundo real en relación al contexto y roles.

Al mismo tiempo Trinidad, et al. (2019). presentan una idea de formación docente basada en secuencias didácticas centradas en actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino respondiendo a un enfoque de educación STEM. La metodología que se adoptó corresponde a un diseño cualitativo de estudio de casos donde los maestros participaron en el análisis crítico de una secuencia, su adaptación e implementación. Dentro de los resultados se destaca la adaptación a la práctica desde diferentes enfoques didácticos, así como las reflexiones y similitudes que se dieron entre los maestros, recogiendo una retroalimentación del quehacer de cada docente.

Por otra parte, Carmona-Mesa et al. (2019) realiza un estudio sobre la implementación y valoración de una propuesta curricular para la formación temprana de profesores en el ABP, basado en un programa de asignaturas STEAM. Para el análisis de esta investigación se retoma la rúbrica ABPmap⁴, en donde se amplía el componente didáctico de integración (mono, multi, inter y transdisciplinar) con el propósito de potenciar la capacidad de la rúbrica para describir el enfoque interdisciplinario de la Educación STEAM. Como resultados se encuentra que la propuesta de formación logró que los futuros maestros alcanzarán una integración amplia de las disciplinas con predominio en las

⁴ Es un instrumento que incluye el análisis de seis componentes didácticos (Contexto, Conflicto, Discurso, Contenidos, Apertura, Interdisciplinariedad) relacionados con el ABP y el ámbito STEM y cuatro niveles para cada componente. Domènech, (2018).

matemáticas y la tecnología, sin embargo, hizo falta mayor trascendencia hacia las ciencias Ingeniería y las artes.

A su vez, Guimerans, (2019) desarrolla un trabajo entorno a la formación de profesores en educación primaria y secundaria bajo el diseño y aplicación de propuestas didácticas innovadoras enmarcadas en el enfoque STEM. Su propuesta consistía en desarrollar dos talleres teórico-prácticos enfocados a los e-textil⁵, en la educación. Como producto de este trabajo se pudo concluir que los maestros que participaron en los talleres e-textil, iniciaron prácticas con los estudiantes que les permitirán conectar el mundo real con el digital, también se evidenció la inclusión de diferentes maestros de distintas asignaturas, colaborando en la construcción de actividades basadas en proyectos relacionados con el pensamiento computacional y la programación.

Por su parte, Scaradozzi, et al., (2019) definen que los maestros en servicio, aun no se encuentran preparados para este nuevo enfoque STEM, por tanto, presentan el estudio de una estrategia de formación a maestros, basada en la implementación de tres metodologías; la robótica educativa, la codificación y Tinkering. Se analizó el impacto en 184 docentes en servicio, mostrando resultados positivos, al proporcionar nociones y mejorar la confianza del docente.

Wing y Cheng (2019), Hacen un estudio con un grupo de futuros docentes, quienes participaron en un estudio de caso basado en el diseño. Los maestros en

⁵ Los e-textiles, también conocidos como «textiles electrónicos», son dispositivos electrónicos o wearables que, en español, se traduciría como «tecnología vestible, usable o llevable». En palabras de Pepler (2017).

cuestión en grupos desarrollaron actividades haciendo uso de la tecnología de drones en la enseñanza. Las experiencias se analizaron en el marco TPCK⁶, al final del artículo se exponen las necesidades de capacitación de los maestros respecto al uso de las tecnologías.

En otro sentido Carmona-Mesa et al. (2020) diseñan y fundamentan una experiencia STEM, donde integran la modelación matemática en contextos de las ciencias (física) y la tecnología. La metodología usada en este estudio fue la cualitativa con enfoque interpretativo, apoyándose el análisis del contenido para estudiar los significados de la matemática y su ampliación en la modelación de fenómenos físicos. Los resultados mostraron que los profesores en formación alcanzaron reflexiones didácticas que mostraban el nivel de preparación y potencial que favorece la integración de la educación STEM, asimismo se evidencia los alcances y limitaciones de la propia experiencia.

Desde lo expuesto anteriormente y con la clasificación realizada, se encontró que es importante identificar las necesidades formativas del profesorado en educación STEM, que la alfabetización de los maestros genera cambios en sus prácticas docentes, que la interdisciplinariedad y el trabajo en equipo se fomentan, así como también, los maestros logran una integración amplia de las disciplinas STEM, con un predominio en la tecnología. Este es un punto de partida importante

⁶ TPCK. Conocimiento Tecnológico Didáctico del Contenido

para este trabajo que busca diseñar una estrategia que desarrolle y transforme las prácticas docentes de maestros en ciencias, matemáticas y tecnología.

2.3. Comunidades de práctica en la formación de maestros de las áreas STEM.

En este tercer apartado se hace una compilación del impacto de la conformación de las comunidades de práctica (CP) en la formación de maestros como estrategia pedagógica significativa, diferencial y perdurable en el tiempo.

Un primer estudio es el de Jho, et al. (2016), su investigación estaba basada en la formación de maestros STEAM. En esta investigación se examinó las condiciones exitosas para la implementación de Comunidades de práctica (CP). El desarrollo de este estudio fue realizado en dos escuelas que trabajan en educación STEAM en Corea. El análisis de datos se llevó a cabo desde una perspectiva de comunidad de práctica (CP), se categorizaron las dimensiones de las Comunidades de trabajo conjunto, compromiso mutuo y repertorio compartido. Al final de este estudio se encontró que las dos escuelas comparten dimensiones similares: mentalidad abierta, auto innovación como empresa conjunta, relación recíproca, intercambio continuo de roles como compromiso mutuo, material educativo y tiempo abundante como repertorio compartido.

Ruan, et al. (2019) orientan su investigación en construir un marco conceptual comprendido por actividades de aprendizaje, comunidad de práctica y desarrollo intelectual del profesor. Diseñando enfoques de capacitación en línea desde un enfoque auténtico, con miras de mejorar las competencias de diseño en

los maestros STEM. En este trabajo se entrevistó a expertos y usuarios para explorar sus percepciones del entorno de aprendizaje auténtico⁷. Los hallazgos sugieren que el uso del marco de aprendizaje auténtico pareció proporcionar pautas de diseño instruccional efectivas para las diferentes partes interesadas.

Por otro lado, Milara, et al. (2020) desarrollan una experiencia de creación y conformación de una comunidad de práctica (CP). En el documento se presentan las diferentes actividades que tiene como objetivo comprender el potencial y el impacto de utilizar fabricación digital (Siglas en inglés DF) para STEAM en la educación formal. Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que los docentes percibieron que la formación tenía un impacto tanto en sus propias prácticas docentes como en las prácticas de los compañeros, concluyendo que para entrenar STEAM se debía utilizar educación STEM.

Por su parte, Flórez y Fernández (2021) analizan los efectos que tiene la conformación de comunidades de práctica (CP) en la enseñanza de las matemáticas, cuando esta es conformada por docentes de básica primaria de una misma institución. Se presentan los resultados donde se encuentra que CP, sirven en primaria para mejorar los procesos educativos, la enseñanza, la reflexión docente frente a sus prácticas, fortaleciendo los canales de comunicación, que optimizan la labor docente.

⁷ Aprendizaje Auténtico. supone que el estudiante es agente activo, es decir que tiene la intención de aprender y desarrollarse; se comporta de modo que conduce a la producción del evento que llamamos aprender Jusino (2003).

En resumen, de los trabajos previamente revisados se puede ver que es preciso formar a los maestros en STEM desde el mismo enfoque STEM, que es necesario establecer estrategias de alfabetización que permitan al maestro en formación o en práctica establecer comunidades de práctica (CP), pues como se pudo establecer anteriormente hay una influencia favorable en las prácticas docentes, además que permite la transversalidad e integración de asignaturas. Por otro lado, el aprendizaje basado en proyectos puede llegar a ser una alternativa que permita al docente desarrollar habilidades analíticas, de pensamiento crítico y trabajo colaborativo, propias de la educación STEM. Desde la información recopilada se ha encontrado que los maestros que viven las experiencias son capaces de recrear y transformar sus prácticas. Así que establecer una estrategia que cumpla con estas características puede llegar a beneficiar a varios maestros que quieran y deseen trabajar en STEM.

3. Capítulo III. Marco teórico.

El siguiente capítulo se expondrán los tres conceptos más relevantes para este trabajo. Características principales de la educación STEM, conformación de comunidades de práctica en la formación de maestros STEM y el aprendizaje basado en proyectos como metodología del aprendizaje en STEM. Como cierre se realizará una presentación de los rasgos, más importantes y necesarios para el desarrollo de esta investigación.

El primer concepto relevante abordado en este documento corresponde a reconocer que es la educación STEM, sus orígenes, la importancia de alfabetizar y la importancia de formar maestros STEM.

El segundo concepto relevante es el de consolidar comunidades de práctica (CP), Elementos para implementar una comunidad de práctica y la importancia de las comunidades de práctica en la formación de maestros.

El tercer concepto relevante corresponde a la formación de maestros STEM. El profesor actual debe desplegar nuevas habilidades y maneras de plantear las estrategias educativas (Molas y Roselló, 2010), así como también requiere de una capacidad de adaptarse a los distintos requerimientos disciplinares (Cartagena, et al, 2017), que exige la sociedad actual.

3.1. STEM

En este apartado encontrará; un recuento histórico del concepto de STEM, características de las actividades STEM, La necesidad de alfabetizar en educación

STEM y finalmente la importancia de formar maestros STEM. Se situará los autores más representativos y finalmente se presentará los aspectos más importantes para el desarrollo de esta investigación.

3.1.1. ¿Cómo Surge La Educación STEM?

STEM proviene del acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics, es un enfoque que aparece con el fin de revolucionar la mirada tradicional que se tenía en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. Su definición sirve para hacer referencia al conjunto de conocimientos, competencias y prácticas relacionadas con este ámbito que deben ser promovidas y desarrolladas a lo largo de la escolaridad (desde una mirada transversal de las cuatro asignaturas) (López, et al, 2020)

STEM se originó en Estados Unidos de América (EE. UU), luego de llevar a cabo un estudio por varios años y encontrar que en las escuelas aumentaba la deserción estudiantil, al tiempo que había una disminución en la participación en carreras relacionadas con ciencias y matemáticas. En las universidades se observaba una disminución de graduados en carreras relacionadas con ciencias e ingeniería (Dugger, 2010). Según un informe de U.S. Business Roundtable, se advertía que, si la tendencia continuaba, más del 90% de los científicos e ingenieros del mundo vivirán en Asia (Business Roundtable, 2005), a estos hallazgos se unieron los resultados desalentadores obtenidos en las pruebas PISA del 2009 en Estados Unidos (Botero, 2018) dejando al descubierto la necesidad de

un verdadero cambio en la enseñanza de las ciencias, matemáticas y la tecnología.

El movimiento STEM inició en estados unidos (EE. UU) y fue conocido como S.M.E.T (acuñado por la National Science Foundation, NSF, en la década de 1990), se reconfiguró a STEM gracias a la Dra. Judith Ramaley, subdirectora NSF (2001-2004), (Tasos, 2018). Actualmente se resalta la integración de estas asignaturas y su impacto de orden educativo, social, laboral e industrial. (Brown, 2012; Chiu, et al., 2015; Tsupros, et al., 2009).

La educación STEM tiene un fundamento teórico al considerar la enseñanza de las Ciencias, matemáticas e ingeniería de forma disciplinar, sin embargo, esto cambió y actualmente se habla desde una percepción moderna de la educación STEM, donde se integran diversas disciplinas (incluidas las cuatro fundamentales) con el fin de resolver problemas del mundo real (Labov, et al. 2010). En la actualidad, la educación STEM se ha convertido en un pilar importante de la innovación en educación. (Martín & Santaolalla, 2020).

Retomando lo anterior, Siekmann y Korbel (2016) define STEM como un enfoque de aprendizaje multidisciplinario o interdisciplinario, centrado en resolver problemas del mundo real, donde se establecen relaciones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y los negocios, siendo estas habilidades útiles para la vida diaria. Sin embargo, consideran las inconsistencias en la definición y promulgación de STEM y plantean la opción de construir el concepto desde las capacidades.

Por otro lado, Shaughnessy (2013) hace referencia a la educación STEM como una forma de resolver problemas con un enfoque en matemáticas y ciencias, apoyados en la metodología del diseño, la ingeniería y la tecnología.

Por el contrario, Ritz y Fan (2015) plantean que la educación STEM se debe enfrentar a tres retos importantes: a) Responder a los desafíos económicos globales que enfrentan las naciones, b) reconoce la demanda de alfabetización STEM para resolver problemas tecnológicos y ambientales a nivel global, y c) enfocarse en el conocimiento necesario para desarrollar las habilidades de la fuerza laboral requeridas en el siglo XXI.

A partir de todo lo anterior, se puede decir que la definición de STEM es relativa, ya que puede variar según la experiencia de los diferentes países, el relato de las investigaciones realizadas o la recopilación teórica de diferentes autores. Lo que se tiene claro es la importancia de la interdisciplinaridad como lo cita Barkatsas, y Cooper (2018) la integración de STEM puede manifestarse en diferentes combinaciones de dos o más de las cuatro disciplinas. Becker y Park, (2011)

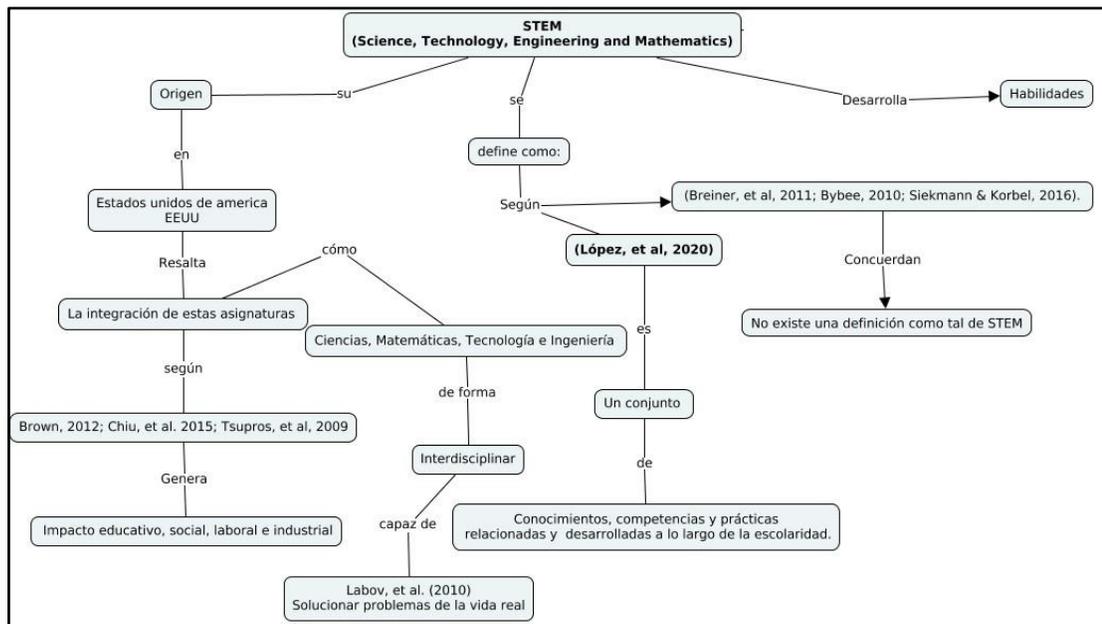
Por ser un enfoque reciente, hay autores que coinciden al indicar que no existe una definición como tal de STEM (Breiner, et al, 2012; Bybee, 2010; Siekmann & Korbelt, 2016). Esto se debe a que está progresando y se sustenta desde la experiencia e investigación que se hace entorno de ella.

Para Couso (2017), STEM no es una metodología en sí misma, sino un indicador (cambiante y progresivo) de herramientas técnicas, perspectivas de enseñanza y métodos metodológicos que se pueden utilizar para las metas STEM.

En términos de metodología, la llegada de STEM a la educación coincide con el resurgimiento de la metodología activas específicas y generales. Ya no se trata solo de comprender de forma independiente la ciencia, Matemáticas y tecnología, se trata de saber resolver problemas en un entorno real, pensando "como" matemáticos, científicos e ingenieros. Domènech, et al. (2019).

En la figura 1. Se hace una descripción del concepto STEM.

Figura 1.
Definición de STEM según algunos autores.



Nota: Fuente elaboración propia.

3.1.2. ¿Por Qué Alfabetizar En STEM? Y ¿Qué Habilidades Se Desarrollan?

Uno de los retos que tiene la educación STEM es aumentar la alfabetización para toda la gente (Bybee, 2010). En la actualidad se hace relevante y necesario educar en STEM, dado que el mundo de ahora y del futuro requiere de personas activas, comprometidas y críticas con un sentido responsable por el medio ambiente y la sostenibilidad, desde una conciencia propia de la ciencia y la tecnología.

En palabras de Couso (2017) estar alfabetizado en STEM es ser capaz de identificar y ofrecer, ciertos conocimientos clave en relación a las formas de hacer, deliberar, hablar y sentir la ciencia, la ingeniería y las matemáticas, de manera más integrada y así mismo comprender, escoger y desarrollar problemas complejos, con el fin de establecer soluciones creativas e innovadoras.

Una verdadera alfabetización en STEM, en palabras Bybee (2010) aumenta la comprensión de los estudiantes respecto a cómo funcionan las cosas, contribuye al uso responsable de las tecnologías, desarrolla habilidades en torno a la resolución de problemas y la alfabetización tecnológica.

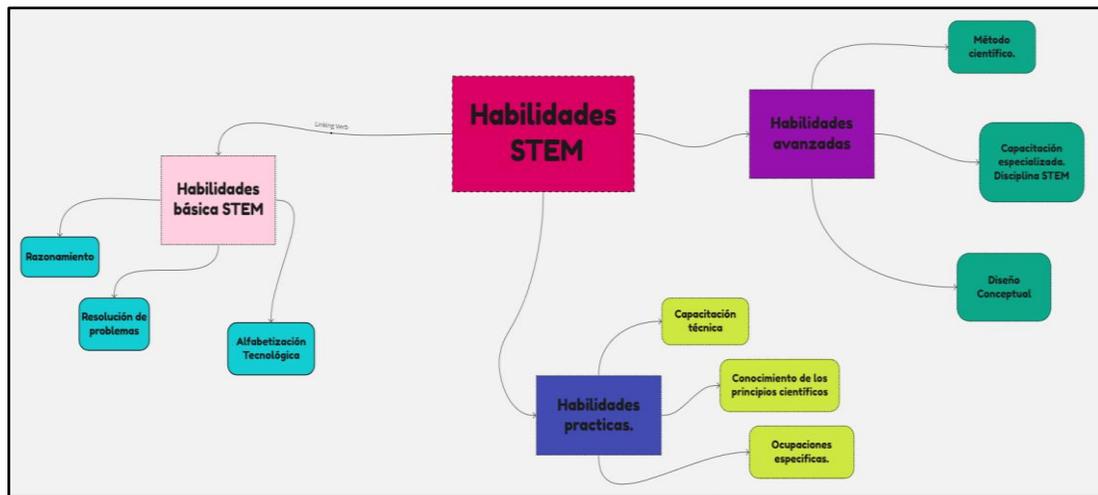
Sin embargo, las habilidades que se pueden desarrollar o alcanzar en STEM son difíciles de definir (Siekman y Korb, 2016), ya que no se encuentran por separado y éstas pueden ir variando según el enfoque que se les dé a lo largo de la escuela, la educación superior y la formación laboral.

Por ejemplo, para el Consejo de Academias Canadienses (2014) como se cita en Siekman y Korb (2016), definido las habilidades STEM como un

conglomerado de capacidades que varían según el área de acción y pueden ir desde el desarrollo básico hasta el avanzado. Figura 2.

Figura 2.

Habilidades STEM, Según el consejo de Academias Canadienses (2014).

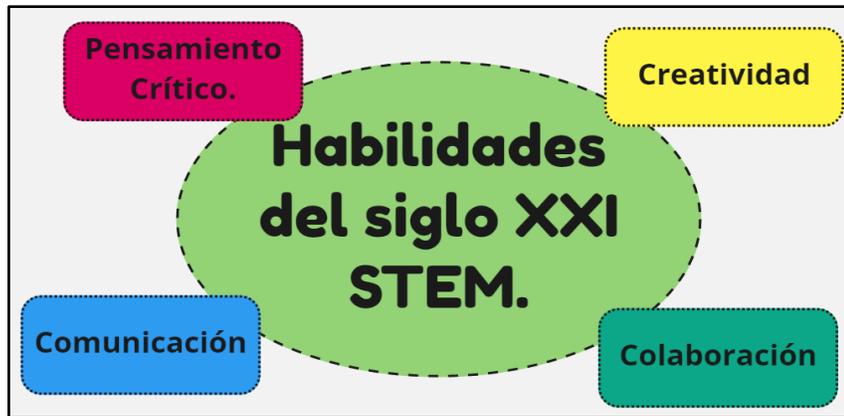


Nota: Información adaptada de "Defining 'STEM' skills: review and synthesis of the literature" (Siekmann y Korbel,2016) Fuente elaboración propia.

Muchas de estas habilidades corresponden a las competencias del siglo XXI tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración, el liderazgo, la agilidad, la adaptabilidad, la iniciativa, la capacidad de comunicación efectiva, análisis de la información, la curiosidad e imaginación Wagner (2010).

Aunque con mayor fuerza en STEM se habla de las habilidades 4C (siglas en inglés critical thinking, communication, collaboration and creativity) ver figura 3. Siendo estas las competencias transversales más importantes y necesarias dentro de la alfabetización en STEM. (Couso, 2017).

Figura 3.
Habilidades 4C que se ajustan a STEM.



Nota: Fuente elaboración propia.

En la actualidad, se necesitan personas ingeniosas, capaces de resolver diferentes problemas de manera creativa. STEM es un enfoque que fomenta la creatividad de todos los participantes en diferentes niveles. (Kanematsu y Barry, 2016)

Una de las mayores problemáticas a las que se enfrenta la alfabetización está en torno al aprendizaje profesional en STEM de los maestros. Según Wilson (2011) el conocimiento de estos se está viendo corto, fragmentado, ineficaz y no cubre todas las necesidades individuales de los maestros, razón por la cual, los profesores no se sienten capaces de participar y conocer sobre el enfoque STEM.

En este momento, no todo en STEM es como se ve, los maestros están lidiando con las complejidades y problemas (Tasos, 2018) en torno al desconocimiento en el enfoque STEM, por eso se hace necesario ampliar la

formación de los maestros, que le permita a los mismo llevar nuevas ideas al aula y transformar sus prácticas.

3.1.3. Formación De Maestros En STEM

Siempre que se piensa en proyectos de innovación surge la necesidad de formación y capacitación de los maestros frente a los diferentes modelos innovadores.

Las ideas innovadoras pretenden cambiar por completo el paradigma educativo imperante, convirtiendo a los maestros en los principales responsables del éxito de las nuevas ideas y proyectos, así como del cambio significativo dentro de la educación actual.

Dentro del nuevo paradigma de educación, se pide al maestro que cumpla con un rol de guía, acompañante, facilitador, más que de transmisor (Von Garnier, 2010) como se citó en Hurtado & Martínez (2017), sin embargo, esto no está siendo fácil, cuando el maestro desconoce la manera o maneras de innovar en el aula.

Lo anterior nos lleva a preguntarnos ¿Qué procesos de formación continua está realizando el maestro actualmente? Según Córdoba (2013) ¿Qué impulsa al docente a cambiar sus prácticas educativas? ¿Cuáles son las estrategias que responden a los requerimientos actuales? Responder estas preguntas no llega a ser fácil, pues se debe hacer un trabajo de profundización y acompañamiento a los maestros en sus procesos de formación e innovación.

Adicional, en la actualidad se considera fundamental que los maestros adquieran conocimientos en relación al uso de las TIC como herramienta fundamental de la actividad docente, al tiempo que desarrolla propuestas didácticas que conjuguen contenidos de las ciencias y matemáticas. Ferrando et al. (2018).

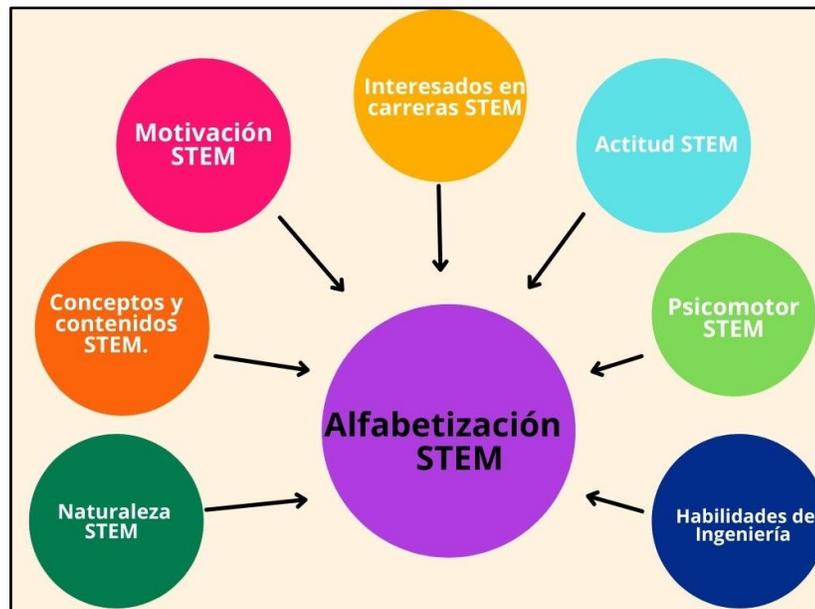
En la actualidad existen muy pocos estudios empíricos que examinen las habilidades previas, los conocimientos y experiencias necesarias para que los maestros implementen la instrucción integrada, sin embargo, STEM es una oportunidad para poder formar a maestros, ya que este enfoque tiene como objetivo, proporcionar habilidades para resolver problemas, innovación, pensamiento lógico y apropiación del saber Donmez, (2020) citando a Morrison (2006).

No obstante, no existe una comprensión de la naturaleza del conocimiento del contenido que necesitan los profesores de STEM, si se hace complejo comprender el contenido del conocimiento de una sola disciplina, entonces pedir a los maestros que aplique el conocimiento disciplinario en las disciplinas STEM genera nuevas brechas y desafíos. Stohlmann, et al. (2014) citando a (Stinson, Harkness, Meyer y Stallworth, 2009).

Para poder afrontar la alfabetización en STEM es imprescindible formar a profesores en práctica (ya en labor) o que estén aún en formación (pregrado) para que hagan parte de este campo interdisciplinario (Torres et al. 2019) y que logren

desarrollar en los estudiantes desde los diferentes niveles educativos todas las dimensiones de alfabetización en STEM figura 4.

Figura 4.
Líneas de trabajo en la alfabetización de STEM.



Nota: Adaptada STEM Literacy Dimensions, Donmez, (2020). STEM Education Dimensions: from STEM Literacy to STEM Assessment. Research Highlights in Education and Science 2020.

No obstante, es evidente que los docentes necesitan una capacitación continua para mejorar o comprender el enfoque STEM (Nadelson et al. 2013), en el momento no hay suficientes líneas de formación a nivel universitario, originado que los pocos profesores que implementan o conocen de STEM no cuenten con los suficientes conocimientos Donmez, (2020) o cursos de formación continua que les permita afianzar sus conocimientos.

Hay investigaciones que dicen que el desarrollo profesional del maestro STEM incluye un amplio conocimiento del contenido (PCK siglas en inglés content knowledge), un enfoque activo, enfoque no tradicional, participación colectiva. Desimone, L. M. (2009), esto quiere decir que para que los maestros tengan éxito en sus prácticas deben desarrollar su conocimiento del contenido de tal manera que se pueda integrar fácilmente con STEM (Green, 2014)

Según Shulman (1986) hay tres categorías del conocimiento que el docente debe desarrollar en integración de STEM, la primera es entorno a la ciencia que imparte, el maestro debe conocer hechos, conceptos y procesos de generación de conocimiento dentro de una disciplina, la segunda el conocimiento pedagógico de su asignatura, corresponde al conocimiento experiencial en el aula, y la tercera en conocimiento curricular, donde conoce el contenido significativo.

Por otro lado, hay quienes han encontrado que los maestros que trabajan en comunidades de práctica, su enseñanza es más efectiva, y el rendimiento de los estudiante aumenta, cuando lo docentes unen fuerzas enfocadas en el desarrollo profesional de sus escuelas (Green, 2014), además comprenden mejor las matemáticas y las ciencias, por tanto, en palabras de Green (2014), El desarrollo profesional integrado con las PC puede ser una forma efectiva de apoyar a los maestros STEM a medida que implementan la educación STEM integrada.

Por otro lado, es importante involucrar a los maestros en un aprendizaje activo Green (2014), la cual está relacionado con las experiencias y con el diseño

de ingeniería, para sí aumentar la comprensión de las conexiones entre las disciplinas STEM.

Finalmente, para que los maestros conformen CP, como estrategia se debe capacitar al maestro en diferentes metodologías, donde se tenga en cuenta la innovación de sus prácticas educativas, la estructuración de su currículo, que tenga una cultura profesional basada en el pensamiento estratégico y que participe activamente de una comunidad de práctica centrada práctica. (Córdoba, 2013).

3.2. Comunidades de práctica

En la siguiente sección se encontrará ¿qué son las comunidades de prácticas? ¿Cómo implementar una comunidad de práctica? Las comunidades de práctica en la formación docente.

3.2.1. ¿Qué Son Las Comunidades De Práctica?

Las comunidades de práctica (CP) tienen origen desde las primeras estructuras sociales creadas por el hombre, ya que se reunían a compartir experiencias y establecer estrategias que les permitía sobre vivir en un entorno hostil. A lo largo de la historia, el ser humano ha formado comunidades, que le han permitido acumular y prolongar el conocimiento en el tiempo. Actualmente se encuentran en todas partes y ámbitos de nuestra vida cotidiana.

Respondiendo a las características nombradas anteriormente una comunidad de práctica según Wenger (2011) corresponde a un grupo de personas que comparten una preocupación o pasión por algo que realizan y que, en la medida en que interactúan entre sí de forma regular, aprenden hacerlo mejor ya que interactúan constantemente.

De forma similar Bronfman (2011) define una comunidad de práctica (CP) como un grupo de personas unidas por una experiencia común, la cual es periódica y estable en el tiempo. Con el fin de aprender de esta práctica recurrente.

Estos grupos no conviven en el día a día, pero en los tiempos donde se concentran comparten información, conocimientos, experiencias y consejos. Estos espacios permiten debatir sobre alguna situación, ventajas, desventajas y necesidades que se pueden presentar, siendo multiplicadores de ideas. Estos grupos pueden crear herramientas, patrones, diseños genéricos, manuales y otros documentos, o simplemente pueden desarrollar un entendimiento tácito que comparten. Son acumuladores de conocimiento desde diferentes perspectivas del saber Wenger, et al. (2002).

Ya desde una mirada hacia la formación de maestros Bozu y Muñoz (2009) complementa la definición de Wenger señalando que corresponden a un grupo de personas (docentes e investigadores) unidas por intereses comunes para compartir y construir de forma colaborativa conocimientos especializados, intercambiar información y experiencias sobre la propia práctica profesional, que

les permite interactuar para seguir aprendiendo y relacionándose entre sí, de tal manera que se desarrolla una compilación común de pensamientos y acciones, conformando por espacios que permiten la mejora de la formación docente y el desarrollo profesional.

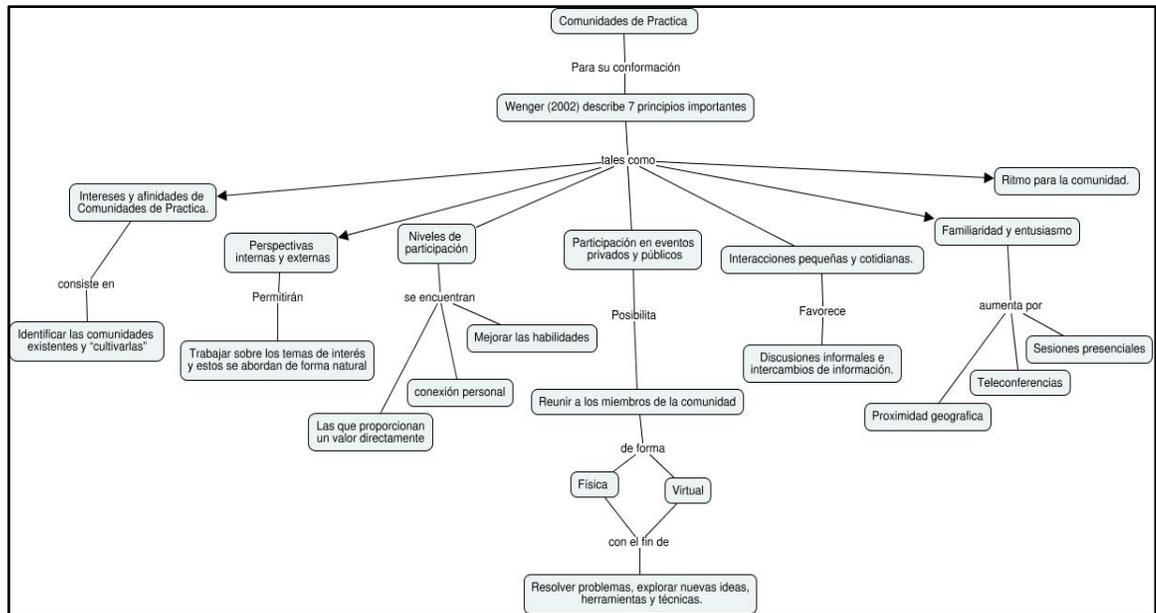
3.2.2. *¿Cómo Implementar Una Comunidad De Práctica?*

Tal y como se nombró anteriormente las comunidades de prácticas vienen inherentes a las relaciones sociales del ser humano, permitiendo que se desarrollen de forma espontánea, la efectividad depende del compromiso de sus miembros y del liderazgo interno Wenger, et al. (2002).

Para implementar una CP, es necesario identificar diferentes aspectos, según Bronfman (2011) y Wenger, et al. (2002) la palabra clave es cultivar y no crear, pues la informalidad y autonomía son aspectos fundamentales de estos grupos.

En la figura 5. Se hace una descripción general de los principios básicos para conformar una comunidad de práctica, posteriormente se hace una descripción de cada uno.

Figura 5.
Principios para conformar una Comunidad de práctica.



Nota: Fuente elaboración propia

Wenger (2002) plantea 7 principios importantes y públicos para consolidar una comunidad de práctica.

1. Diseño para la evolución. Consiste en identificar las comunidades existentes y “cultivarlas”, el término corresponde a ofrecer recursos que contribuyan a cada grupo, en pocas palabras guiar su evolución. Los componentes de diseño deben ser un movimiento de transformación natural de una comunidad. A medida que se desarrollan, las comunidades generalmente se basan en redes personales preexistentes.

Estos recursos deben tener como fin de transformar las conversaciones puntuales en permanentes de forma espontánea, Bronfman (2011) sugiere que

estos recursos pueden ser foros y métodos de trabajo eficaces para el trabajo virtual y presencial, sin perder la naturalidad del grupo.

2. Abra un diálogo entre perspectivas internas y externas. Preguntar por los intereses de las CP, y trabajar sobre los temas de interés, son los temas que se abordan de forma natural. Es posible que estos temas cambien con el tiempo, por tanto, en la conformación de una CP se debe considerar que siempre estarán sujetas al cambio.

Por otro lado, también se necesita una perspectiva externa para ayudar a los miembros a ver diferentes posibilidades. Este cruce de información con “forasteros” permitirá ver otras posibilidades actuando como agentes de cambio.

3. Invite a diferentes niveles de participación. Hay que comprender las dinámicas de participación de los diferentes integrantes. Según Wenger (2002) algunos participan porque la comunidad proporciona valor directamente, unas por la conexión personal y otras por la oportunidad de mejorar sus habilidades, esto permite identificar los niveles de participación. Están los que participan en todo, los que participan de forma presencial, los que participan ocasionalmente y los que participan rara vez, pero están haciendo un seguimiento al aprendizaje y son capaces de llevar buenas conversaciones del tema. Comprendiendo estas dinámicas se debe motivar los diferentes niveles de participación.
4. Desarrollar espacios comunitarios tanto públicos como privados. La mayoría de las comunidades tienen eventos públicos que permite reunir a

los miembros de la comunidad, de forma física o virtual, con el fin de intercambiar consejos, resolver problemas o explorar nuevas ideas, herramientas y técnicas. Estos eventos son públicos porque están abiertos a toda la comunidad. Los espacios privados también son muy importantes pues permite fortalecer lazos de confianza, permiten solucionar problemas puntuales. Estos se pueden dar a través de correos, llamadas o encuentros espontáneos.

5. **Concéntrese en el valor.** Las actividades comunitarias más valiosas son las interacciones pequeñas y cotidianas: discusiones informales o intercambios de información. El valor real de estos intercambios puede no ser evidente de inmediato, estas ideas pueden tardar meses. En el caso en que la comunidad está iniciando, los resultados tardarán aún más.
6. **Combine familiaridad y entusiasmo.** La proximidad geográfica, permite que se realicen encuentros más seguidos, dónde se intercambie información, se construyan conversaciones y participaciones más dinámicas entre los integrantes de la Comunidad. A medida que las comunidades se consolidan, se adaptan cambios en los momentos de reunión ya que se realizan de forma regular por teleconferencias, reuniones presenciales, a través de proyectos, entre otros.
7. **Crea un ritmo para la comunidad.** Las reuniones regulares, las teleconferencias, los almuerzos informales y las diferentes interacciones que se puedan dar dentro del grupo hacen que fluyan con el ritmo de la

comunidad de aprendizaje. Hay que evitar caer en ritmos lentos ya que el éxito de un grupo corresponde al ritmo que se tenga en la CP.

Los anteriores principios, son una herramienta principal para el diseño de la estrategia pedagógica, orientada a la conformación de comunidades de práctica. Estos principios se reflejarán en la propuesta, con miras a que el grupo conformado logre mantenerse en el tiempo con entusiasmo y motivación.

3.2.3. Las Comunidades De Práctica En La Educación

Las comunidades de práctica desde el enfoque educativo han sido en la formación de profesores y en la conformación de grupos lejanos. Según Wenger (2011) esto permite que un miembro de una comunidad pueda hacer parte de diferentes comunidades al mismo tiempo, permitiendo que esta diversidad se permee entre las diferentes comunidades y existan cambio entre ellas.

Cada comunidad de práctica tiene unas características propias que según Bozu, & Muñoz (2009), corresponde a quienes se asocian, para que lo hacen, con que motivación y que finalidad tiene esta integración. Respondiendo a lo anterior plantean unos elementos claves de la CP, por ejemplo, la experiencia previa o un antecedente que genere inquietud entre los participantes, la identidad de cada grupo, el intercambio de experiencias entre los actores, la motivación y la confianza del grupo, la estructura y el liderazgo compartido. Son claves en la conformación de una comunidad de práctica.

3.2.4. Las Comunidades De Práctica En La Formación Docente

Según Riel y Polin (2004) las comunidades de practica en educación se pueden establecer en tres tipos de CP, primero, las centradas en la realización de una tarea, cuyo objetivo es desarrollar un producto, las segundas corresponden a las centradas en la mejora de una práctica académica y laboral, las terceras hacen alusión a las CP centradas en una producción académica.

A partir de lo expuesto por Bozu & Muñoz (2009), en la conformación de las comunidades de práctica se debe considerar las siguientes dimensiones, primero las experiencias como antecedentes motivacionales, segundo, los tipos de miembros que pueden conformar la comunidad, tercero, la identidad y el sentido, cuarto, la motivación y el espacio en donde se viven las experiencias. A partir de lo anterior, se puede decir que las comunidades desarrollarán estas dimensiones de manera diferente, según el enfoque que tengan.

Desde el punto de vista de Riel y Polin (2004) a continuación se darán algunas características propias de cada uno de los tipos de comunidades de práctica que se pueden desarrollar.

Las comunidades centradas en tareas.

Aquí los miembros se agrupan según las tareas que vayan a realizar, los miembros se deben conocer entre ellos, debe haber una división de roles y tareas. En cuanto al tema de trabajo debe estar definido desde el inicio hasta el final, los objetivos de la tarea deben ser claros y hacen parte del proyecto. Los grupos de participación deben ser pequeños. Al culminar terminan con la elaboración de un

producto donde se evidencie lo aprendido. Las formas de reproducción de conocimiento y crecimiento adquirido debe dar de forma explícita durante la práctica.

Las comunidades centradas en el conocimiento.

Su participación puede ser virtual o presencial, no es necesario que los miembros de la comunidad se conozcan, alto grado de identidad con el objeto de conocimiento, división del trabajo basada en roles e identidades. El conocimiento surge de la evolución y acumulación del mismo, el aprendizaje desde el mismo conocimiento. Todos los diálogos son escritos a través de documentos o enlaces, se crean bancos de información y conocimientos, Esta organización se da por la producción de conocimiento, el trabajo intelectual y las construcciones teóricas.

Comunidades centradas en la práctica.

La participación de los miembros puede ser virtual o presencial, los integrantes buscan mejorar sus prácticas laborales, no es necesario que se conozcan, deben de tener una identidad profesional, su liderazgo debe surgir del grado de experiencia de cada miembro. Son grupos de mucha actividad productiva, el aprendizaje es consecuencia de la práctica, el maestro siempre se está rediseñando y experimentando. Siempre está abierto a la intervención de múltiples participantes, la evolución de las practicas a través del discurso, las herramientas y artefactos.

Este último, se ajusta al tipo de comunidad que se quiere desarrollar en esta investigación, donde los maestros puedan transformar sus prácticas pedagógicas desde la reflexión y el aprendizaje en comunidad.

3.3. Aprendizaje Basado En Proyectos.

En el siguiente apartado encontrará, características y significados del ABP, Elementos básicos para desarrollar un proyecto siguiendo la metodología ABP, ABP como metodología en STEM, la importancia del pensamiento de Diseño en la formación de STEM y pasos para el diseño de experiencias STEM-ABP.

Fundamentado en el constructivismo, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) exalta la enseñanza por competencias, incluyendo según Domènech-Casal et al, (2018) el aprendizaje en contexto, desde una situación o un problema, la introducción de los contenidos a partir de un contexto, así como el reto compartido por el alumno. En pocas palabras, el ABP se ubica en la necesidad de un propósito, con el fin de producir un aprendizaje.

En la actualidad, el término ABP ha ido cobrando distintos significados (Domènech-Casal et al, 2018), sin embargo, aun así, se caracteriza por qué:

- La enseñanza se contextualiza en un problema o un contexto definido.
- Salinas (1999). Es una metodología activa⁸ centrada en el protagonismo del estudiante.

⁸ Las metodologías activas son las que tienen como protagonistas al estudiante. Así que el aprendizaje reside en el alumno, asignándole valor a su compromiso, activismo e implicación.

- Implica que las tareas que se desarrollen deben ser del tipo intelectual, basadas en la investigación, lectura, escritura, debates y presentaciones (Larmer, et al. 2015).
- Los contenidos clave se van incorporando desde el contexto y el hacer, relevante para la resolución del problema.
- El papel del maestro para Johari & Bradshaw (2008) consiste en ser un guía, capaz de mediar entre las habilidades a desarrollar por el estudiante y el desafío propuesto, garantizando que la experiencia siempre sea agradable y significativa al alumno.

Esta metodología, tiene una alta acogida, ya que reconoce y es capaz de atender los diferentes tipos de aprendizaje, desarrolla en los estudiantes habilidades como; el pensamiento crítico, pensamiento analítico, resolución de problemas, apertura y uso a los comentarios críticos, abierto a las fallas, desarrolla expresión oral y escrita, logra diferenciar y clasificar las fuentes por su importancia y credibilidad, llega hacer inferencias y conclusiones de forma independiente, aprende el manejo del tiempo, Conley (2008).

3.3.1. Motivación y compromiso.

Cuando se trabajó con ABP, una de sus características más atractivas es que se enfoca en la participación del estudiante, encajando muy bien con la línea del enfoque STEM.

Esta metodología ha demostrado reunir diferentes factores que fomentan la motivación (Larmer, et al. 2015) como, por ejemplo:

- En los estudiantes se motivan cuando el trabajo implica trabajar con otros de manera colaborativa. (Blumenfeld, et al.,1991).
- La toma de decisiones motiva al estudiante, pues le da oportunidad de manejar su autoexpresión y toma de decisión. (Brophy, 2013).
- El ABP hace énfasis en la autenticidad de las tareas que se realizan a lo largo del proyecto, así como el publicar el producto final, fomentando la participación de los estudiantes. (Brophy, 2013).
- Las actividades, el tipo de preguntas y el contexto donde se desarrolla el proyecto, hace que se aprendizaje no sea tradicional centrado en contenidos, siendo un relevante en el compromiso y motivación del estudiante. (Blumenfeld, et al.,1991).

3.3.2. Lineamientos básicos para construir proyectos ABP.

Ciro (2012), citando a Bottoms y Webb (1988) Dice que, en el ABP, se debe garantizar que todos los actores involucrados participen en el desarrollo de proyecto, donde se cumplan unos lineamientos básicos, como, por ejemplo:

- *Situación o problema:* Es aquí donde se describe el tema o problema del proyecto, esta debe ser relevante para los integrantes a nivel académico y social. Demasiados desafíos y muy pocos desafíos desaniman a los

estudiantes; por eso, se busca un nivel de desafío, ni demasiado difícil, ni demasiado fácil. (Larmer, et al. 2015).

- *Descripción y propósito del proyecto:* Es la forma detallada del proyecto, aquí se deja en evidencia como se está abordando el proyecto.
- *Especificaciones de desempeño:* Son las directrices que permiten conocer cómo se va a desarrollar el proyecto.
- *Cronograma:* Son instrucciones que indican las fases o etapas del proyecto, aquí se incluyen las metas a corto, mediano y largo plazo.
- *Evaluación:* está estructurada por el docente para revisar el desempeño del estudiante en el desarrollo del proyecto.
- *Evaluación del proyecto:* Esta orientado a mejorar la eficacia del proyecto respecto a sus metas.

Cabe resaltar que cumplir con estos parámetros o incluir más que sean efectivo, hacen parte del éxito del proyecto, sin embargo, esto se logra entre más se encuentren involucrados los estudiantes en el proceso.

3.3.3. ABP Como Metodología STEM

El ABP ha sido determinado como una metodología privilegiada que se acerca a los objetivos STEM, pues sus proyectos admiten la participación dos o más disciplinas, así como la multiplicidad propia de STEM, configurándose de distintas maneras al programa metodológico ABP- STEM Domènech-Casal (2018).

El aprendizaje Basado en proyectos permite enseñar desde un contexto o situación donde los estudiantes son los protagonistas y son quienes planean, implementan y evalúan los proyectos que tienen relevancia en el mundo real.

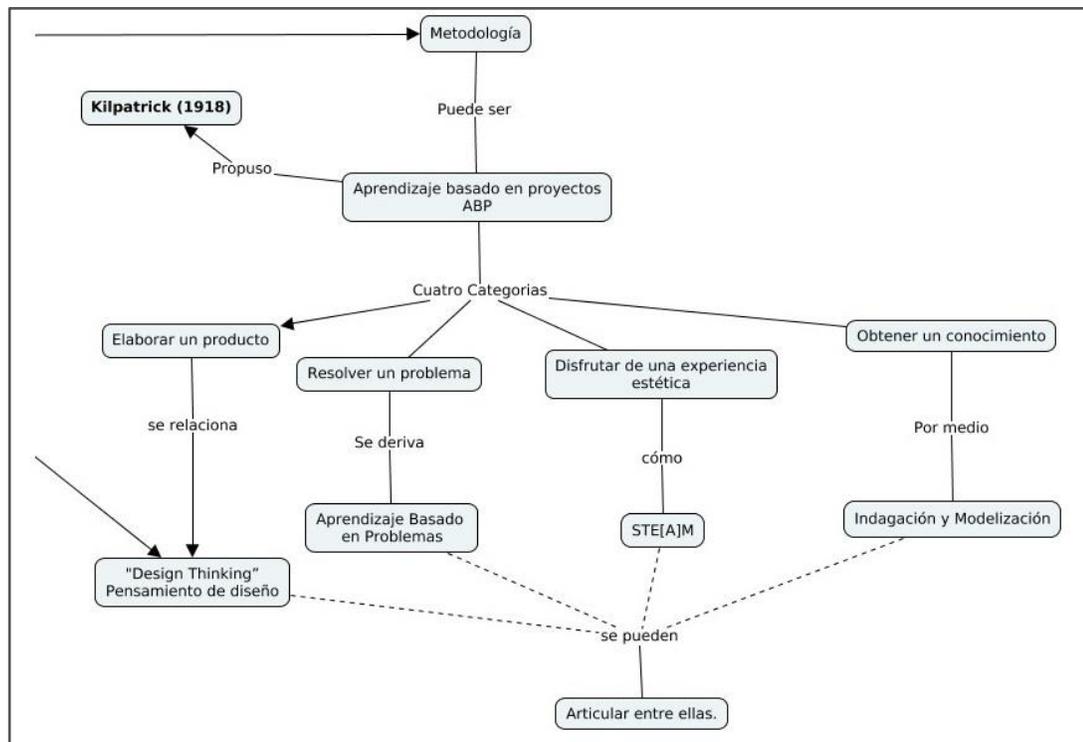
Desde la articulación del ABP y STEM Domènech-Casal (2018) citando a Kilpatrick (1918) propone que en el ABP-STEM se puede desarrollar 4 tipos de proyectos encaminados a elaborar un producto, Resolver un problema, Disfrutar de una experiencia estética y Obtener un conocimiento.

Las tres primeras hacen parte de lo que se denota *lo queremos hacer*, aquí prima la elaboración de un producto (metodología de “Design Thinking”⁹), resolver un problema (se pueden ubicar actividades que generen Controversias, Estudio de Casos, Aprendizaje-Servicio, Ciencia Ciudadana) y Disfrutar de una experiencia estética (lo que hace STEAM al incluir las artes en sus proyectos)

El último tipo de proyecto hace referencia al *queremos saber*, su objetivo es el aprendizaje, la metodología que más se acerca es la modelización y la indagación. Descripción en la figura 6.

⁹ Pensamiento de Diseño.

Figura 6.
ABP como metodología para STEM.



Nota: Adaptada de Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica, Domènech-Casal, J. (2018). Fuente elaboración propia.

3.3.4. Pasos de la metodología ABP- STEM.

Generando una idea para un proyecto.

Para la mayoría de los profesores, generar ideas para proyectos puede llegar a ser divertido, sin embargo, este debe ir más allá, se requiere que sea visionario, creativo, innovador y colaborativo, dado que el proceso es más animado y productivo cuando hay más de una persona involucrada.

La relación entre el ABP y el pensamiento de diseño es interesante ya que ambos comienzan con una lluvia de ideas y se centran en la mejor idea para desarrollar siempre pensando en la elaboración de un producto final.

Existen dos formas básicas de llegar a un proyecto uno es adaptar el proyecto de otra persona a sus necesidades y la otra es diseñar tu propio proyecto desde cero. Larmer, et al. (2015), describen que para el diseño de una experiencia STEM-ABP los maestros deben considerar 7 elementos básicos propios del del proyecto.

Un Problema o Pregunta Desafiante.

Las preguntas se centran en llamar la atención del estudiante, esto permite que aprendan nuevos conocimientos, sino que también aprendan cuando y como utilizarlos a corto y largo plazo. Esto ayuda a los estudiantes a activar sus conocimientos previos, con el fin de organizar la información y establecer conexiones con el nuevo conocimiento (Dean y Hubbell 2012).

Los siguientes son niveles que se deben considerar para la estructuración del desafío. Primero, los desafíos pueden abordar conceptos difíciles, pero el maestro cómo orientador debe realizar aclaraciones, asegurando que los estudiantes comprendan. Segundo, los problemas deben estar bien estructurados, aquellos que se salen de la estructura, llevan a que los estudiantes conformen sus propias soluciones, no siempre es lo mejor, sin embargo, aprenden en el proceso. Tercero, la complejidad y cantidad de pasos en los que los estudiantes deberán resolver el problema.

Indagación profunda.

Luego de las preguntas desafiantes, los estudiantes en orientación con el maestro identificarán la investigación que deberán desarrollar. A partir de allí establecerán la investigación, las tareas a realizar y planificarán el tipo de producto que se realizará al final.

Esta investigación no solo consiste en buscar información requiere de ir más allá, los estudiantes podrán acudir a entrevistas a expertos, trabajos de campo, elaboración de experimentos, investigar sobre las necesidades de los usuarios frente a un producto o servicio Larmer, et al. (2015).

Resolver cada pregunta, hace que surjan más preguntas y por tanto más respuestas, convirtiéndose en un ciclo donde los estudiantes profundizan cada vez más en el tema. Para evitar que los estudiantes caigan en una saturación de información, es importante que el proyecto esté bien planificado por el docente, diseñando las actividades hacia la meta del proyecto.

En un proyecto, los problemas o preguntas desafiantes establecen un propósito para el aprendizaje y estas deben propender por desarrollar el pensamiento crítico. Las preguntas difíciles deben requerir de más tiempo para pensarlas y resolverlas, por tanto, no se podrán resolver en una sola conversación o sesión.

Si esto ocurre, los estudiantes deben enfrentar problemas y preguntas que no se resuelven en algunas reuniones de clase, así que los equipos colaborativos atravesarán fases de desarrollo, así como altibajos emocionales, esto con el fin de

desarrollar las habilidades interactivas necesarias para contribuir a un equipo. Finalmente, si los estudiantes van a desarrollar habilidades de autogestión que serán útiles en la universidad, la carrera y la vida, entonces deben poder manejarse a sí mismos en el transcurso de semanas, en lugar de días.

Autenticidad.

Proyectos auténticos mejorar la participación de los estudiantes dentro del proyecto. Aunque puede llegar a ser algo complejo, el reto del maestro y del estudiante es hacer una experiencia lo más “real” posible.

Para que una experiencia sea autentica Larmer, et al. (2015). Cita los conceptos de Strobel, Wang, Weber y Dyehouse en su artículo de 2013 sobre educación en ingeniería, donde se establecen cuatro formas de abordar el reto.

Primero, un contexto auténtico donde el estudiante realice juego de roles correspondientes al mundo real, como por ejemplo cuando los estudiantes de primaria diseñan y crean menús de restaurantes, o los estudiantes de secundaria, actuando como asesores del presidente, entre otros.

Segundo, tareas y herramientas auténticas, le dan valor al proyecto cuando corresponden a lo que sucede en el mundo “real”, otra forma es enfocar en problemas, dilemas y formas de pensar, aquí se pueden encontrar tareas asociadas a diseño de sitios web, escuelas o espacios de vida; a organizar exposiciones; analizar alternativas en competencia; preparar presupuestos;

realizar encuestas telefónicas; o escribir cartas al editor entre otros. Larmer, et al. (2015).

Tercero, impacto autentico en el mundo real, son experiencias donde los estudiantes pueden comunicar o socializar sus resultados a otros como, por ejemplo, hacer una presentación ante las directivas de un colegio, con una propuesta de infraestructura, eventos o acciones que pueden impactar a la comunidad de forma positiva, cuando escriben libros y crean un programa de tutoría para lectores más jóvenes, diseñan y venden tarjetas para recaudar dinero para un santuario de vida silvestre, o realizar proyectos de investigación y enviar datos que se utilizarán para comprender mejor el cambio climático. Estos proyectos motivan a los estudiantes a trabajar por lo general en ellos antes y después de la escuela y en el recreo. Barrows, (1988). McCombs, (1996); Pintrich y Schunk, (2002).

Cuarto, autenticidad personal, ya que se habla de las preocupaciones, interese o problemas personales de su vida, por que involucra las necesidades, valores, idioma, y prácticas culturales, propias de los estudiantes. Larmer, et al. (2015).

Decisión por parte del estudiante.

Es importante para alcanzar el pensamiento crítico, la decisión del estudiante es importante en los proyectos ABP, ya que brinda motivación, apropiación de la experiencia, pues los estudiantes requieren de libertad para actuar y reflexionar sobre sus acciones, para aprender de cada situación.

Los estudiantes necesitan cierta libertad para actuar y para reflexionar sobre sus acciones si quieren aprender de la situación. En términos de motivación, brindar a los estudiantes la oportunidad de expresar sus propias ideas y opiniones y tomar decisiones durante el trabajo del proyecto valida los impulsos básicos de autonomía y competencia, y contribuye a la motivación intrínseca (Brophy, 2013).

Reflexión.

Dewey (1938) no aprendemos de la experiencia. Aprendemos reflexionando sobre la experiencia, este es el acto simbólico de las actividades que se dan dentro del proyecto, siendo una acción de los estudiantes y los maestros quienes a lo largo del desarrollo del reto revisarán constantemente la eficiencia de sus actividades de investigación, la calidad y obstáculos que se pueden presentar y como superarlos.

La reflexión permite que el estudiante evalúe el problema y determine si ha tenido una situación similar y cómo lo resolvieron, en caso de no relacionar con un momento anterior, pasarán a buscar la forma de resolver el problema o reto.

Reflexionar en el propio pensamiento puede

Crítica y revisión.

Se habla de la evaluación formativa, siendo esta una evaluación constante, sistemática, donde se revisa los avances y progresos de los estudiantes en el desarrollo de sus competencias. Dentro del trabajo se establecen momentos de revisión donde los encargados del proyecto reciben comentarios de parte del

maestro, u otros tutores que orienten el proceso, con el fin de revisar y mejorar siempre.

Se debe enseñar a los participantes del proyecto a examinar el trabajo de los demás con una mirada que le permita ofrecer sugerencias para mejorar. Siendo el momento crítico y de revisión una parte fundamental y normal en la creación de un producto siguiendo una serie de procesos donde se indique la retroalimentación como dice Larmer, et al. (2015) citando a Berger (2003), esta retroalimentación debe ser “específica, útil y amable”

La evaluación formativa debe evaluar el conocimiento del contenido y la comprensión conceptual (Larmer, et al. 2015), aunque al final también en la presentación del producto se puedan ver.

Un producto final público.

Hacer público el trabajo de los estudiantes, los empodera invitando al estudiante a dar lo mejor de sí mismos. Haciendo que la participación, la investigación y el compromiso sean auténticos y reales.

El desarrollo de habilidades, conocimiento y apropiación de los contenidos adquiridos. El ejercicio no sólo se realiza al final, dentro de las socializaciones con otros grupos, permite que estas habilidades se estructuren, así en la presentación final se sientan más empoderados de su proceso.

En palabras de Larmer, et al. (2015) “Las exhibiciones públicas del trabajo de los estudiantes no sólo explican de qué se trata el aprendizaje basado en proyectos, sino que también generan buena voluntad y promueven el ABP como

un enfoque poderoso para la enseñanza y el aprendizaje” siendo una estrategia sólida y viable para el desarrollo de proyectos.

Se ha encontrado que los estudiantes recuerdan más lo que aprenden y lo retienen por más tiempo de lo que suele ser en el caso de la instrucción tradicional. Demostrando que los estudiantes aprenden el contenido en un nivel más profundo en comparación con los enfoques superficiales luego de llevar a cabo un proyecto con metodología ABP-STEM,

4. Capítulo IV. Metodología de la Investigación.

En el siguiente capítulo se hace una descripción de la metodología tipo de estudio investigación y estudio realizado, el tipo de población, una descripción de los instrumentos de recolección de información, la evaluación de la estrategia por parte de los expertos y finalmente la caracterización de la estrategia implementada.

4.1. Tipo de investigación.

El propósito de esta investigación es de orden cualitativa de tipo etnográfico que tiene como objetivo caracterizar, diseñar y validar una estrategia didáctica para la formación de maestros de las áreas de ciencias, tecnología y matemáticas, desde una revisión teórica de formación de maestros con enfoque STEM, siguiendo la metodología del ABP.

Para este trabajo se recolectará la información a través de diarios de campo, encuestas semiestructuradas, grabaciones, audios y revisión por parte de expertos, describiendo el ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen durante el desarrollo de la estrategia, evaluando su funcionamiento cotidiano y anormal (Schensul, et. al 2013; Van Maanen, 2011).

Con estos instrumentos se realiza una triangulación

4.2. Estudio etnográfico.

Se habla de un estudio etnográfico dado que la información se recoge de observaciones a través de diarios de campo y encuestas semiestructuradas que permitieron recoger información propia del comportamiento de los participantes,

sus interacciones, diálogos, opiniones, así como los momentos de ambientación y dinámicas, para posteriormente se tuvieron en cuenta para el análisis y validación de la estrategia.

4.2.1. Población.

La estrategia se realizó con 6 maestros de las asignaturas de matemáticas, ciencias y tecnología del colegio Gimnasio los Ángeles de la localidad de Fontibón. Cuya población de estudiantes es de estratos 1 y 2.

Cabe aclarar que los maestros corresponden a docentes de las secciones de primaria y bachillerato, con experiencia laboral en la enseñanza de su disciplina entre los 1 y 3 años en promedio, algunos de ellos todavía se encontraban culminando su pregrado o habían iniciado otros estudios de profundización.

Los maestros decidieron participar de manera voluntaria en la puesta y marcha de la estrategia de capacitación, el grupo de maestros se mantuvo hasta el final de la implementación.

4.2.2. Revisión de expertos.

Siguiendo el método DELPHI¹⁰ donde se seleccionarán tres expertos que hayan trabajado o conozcan sobre trabajar proyectos con enfoque STEM y la metodología ABP-STEM.

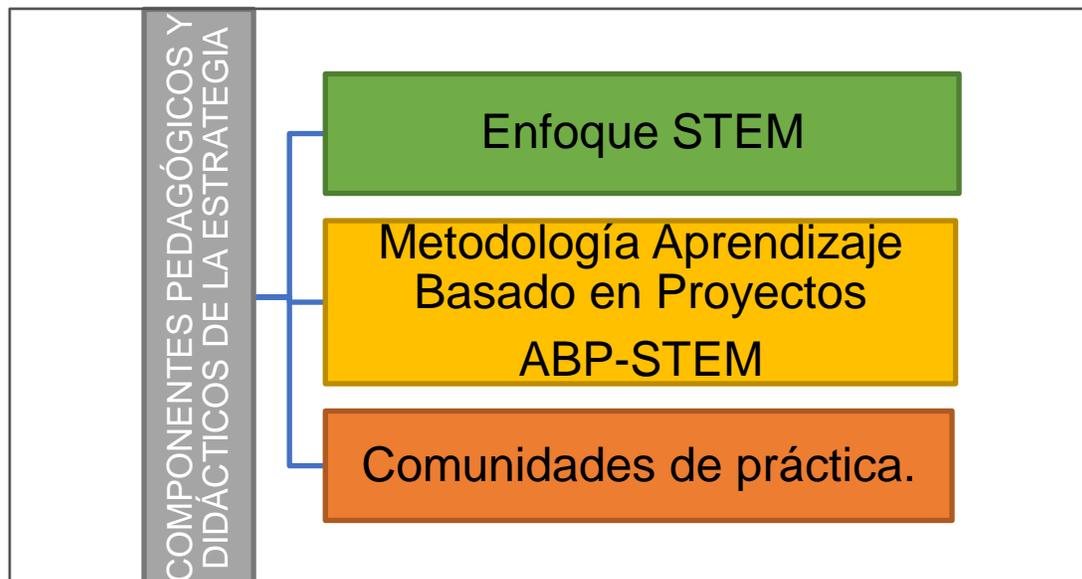
¹⁰ Astigarraga, (2003). La predicción de Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos.

Esta información se compartió vía internet a diferentes expertos que trabajaron o desarrollan trabajos con enfoque STEM. Se recibió respuesta de tres de ellos, el perfil de los participantes corresponde a Magister en educación en Tecnología, especialistas en educación en tecnología, estudiantes de maestría cuyos trabajos tienen relación con el enfoque STEM.

4.2.3. *Diseño metodológico.*

El siguiente diagrama describe el diseño método seguido el desarrollo de esta investigación, la información se hará más precisa y detallada en link de la parte inferior de la imagen figura 7.

Figura 7.
Componentes pedagógicos de la estrategia.



Nota: Fuente elaboración propia. Para ampliar la información puede visitar el

siguiente link <https://cmapscloud.ihmc.us:443/rid=1XB8SQ8Z7-PJV3P8-2DLS4HT>

4.3. Fases de la Estrategia

Corresponde a los diferentes momentos relacionados con el diseño, implementación y ejecución de la estrategia, siguiendo los parámetros conceptuales y didácticos, en la figura 8, se describe en brevedad el diseño e implantación de la estrategia.

Figura 8.
Modelo de la estrategia.



Nota: Fuente elaboración propia.

4.3.1. Instrumentos para la recolección de información.

Para la recolección de la información del presente estudio, se hicieron uso de los siguientes instrumentos.

Rúbrica de evaluación.

Para la revisión por parte de los expertos, se diseña una rúbrica que permite evaluar la estrategia desde las tres líneas principales donde se encuentra apoyada la estrategia. En el anexo encontrarán la rúbrica utilizada por los expertos. (Anexo 1).

Diarios de campo

Es un instrumento que permite la sistematización de las diferentes prácticas pedagógicas, con el fin de mejorarlas, enriquecerlas y transformarlas (Martínez, 2007).

En este caso se realizó una transcripción detallada de cada una de las sesiones. Haciendo una descripción detallada de los diferentes momentos que hicieron parte de la estrategia (Anexo 7 al 13)

Estos diarios se procesaron a través de la plataforma *Atlas. TI 9*

Entrevistas.

Se realizan entrevistas semiestructuradas a 5 de los 6 docentes que participaron de la estrategia, con el fin de revisar las dinámicas que se dieron en torno de la conformación de comunidades de práctica, la construcción del proyecto STEM, además del desarrollo e impacto de la estrategia. Las preguntas se muestran en anexos (ANEXO 14).

Cada una de las entrevistas se realizaron luego de la presentación del proyecto final, adicional se realizó de manera personalizada y de manera virtual

cada una, quedando un registro de video y la transcripción completa de cada entrevista. (ANEXO 15 al 19).

Las entrevistas se procesaron a través de la plataforma *Atlas. TI 9*

5. Capítulo V: Propuesta de la estrategia.

En el presente capítulo, se encontrará: una descripción de la estrategia fundamentada en la conformación de comunidades de práctica según Wenger (2002), Metodología ABP de Larmer (2015) y enfoque STEM para la formación de maestros (Pelejero, 2018), validación de la estrategia por parte de tres expertos, y finalmente la reestructuración y adecuación de la estrategia final.

5.1. Propuesta Inicial.

Luego de un recorrido conceptual y de la revisión de experiencias previas, se plantea la siguiente estrategia, la cual es sometida a revisión por parte de los expertos en enfoque STEM.

Figura 9.

Distribución de sesiones.



Nota: Fuente elaboración propia.

5.1.1. Propuesta de la estrategia.

Descripción teórica de la estrategia desde la conformación de CP

Tabla 1.
Estrategia teórica en la conformación de CP

Sesión (es)	Descripción dentro de la estrategia
1	Identificar las comunidades ya existentes entre los maestros, estas pueden ser por áreas, ciclos, secciones (primaria y bachillerato) con el fin de aprovechar las charlas espontaneas (Bronfman, 2011) que se pueden dar entre estos grupos.
2, 3 y 4	Las dinámicas o retos incentivan la participación de los docentes en los diferentes niveles Según lo Wenger (2002) en la conformación de una comunidad de práctica. Se identificarán los maestros que participan todo el tiempo, los que lo hacen de forma ocasional, los de rara vez, sin embargo, cada actividad deberá ir direccionada la participación desde los diferentes estándares.
1, 2 y 5	Se establecerán espacios donde trabajarán en todo el grupo. (Virtual y presencial)
3, 4, 5 y 6	Trabajo en grupos pequeños, de forma presencial, virtual, que les permita interactuar entre ellos y conocer apreciaciones de otros miembros de la comunidad.

3, 4, 5 y 8	La realización de eventos dentro de la comunidad y fuera de los grupos. En el caso de la actividad de cierre los maestros los maestros expondrán su producto final al otros compañeros y directivos académicos.
3, 4, 5, 6 y 7	Pequeñas interacciones que se darán de forma espontánea dentro de cada grupo durante cada actividad propuesta, el uso de espacios de trabajo personales, donde los profesores se podrán reunir y acordar dinámicas de trabajo para la realización del proyecto, estas estrategias pueden extenderse (seguir trabajando) al trabajo futuro entre ellos.
Todas las sesiones.	Combine familiaridad y entusiasmo, son maestros de un mismo colegio, esto hace que exista ya una afinidad previa entre ellos, que les permita sentirse en familiaridad.
Previo a las sesiones	Ritmo para la comunidad. Se establecerán fechas de reunión, donde los grupos se reunirán para trabajar en el proyecto, estas reuniones contarán con las características que se nombraron anteriormente, algunas serán formales otras informales

La estrategia está orientada cumplir los objetivos del enfoque STEM, según lo planteado por Pelejero (2018), citando a Smith y Karr-kidwell, 2000; Moore, et. al, (2014); Moore y Smith (2014).

Tabla 2.

Tabla 2.*Descripción teórica de la estrategia desde el enfoque STEM*

Sesión (es)	Descripción dentro de la estrategia.
Sesión 1 y 2	Se mostrará el enfoque STEM desde una visión holística.
Sesión 3 y 5	<p>Se abordarán algunos desafíos de ingeniería siguiendo el pensamiento de diseño en STEM. Se proponen retos, que involucran el trabajo colaborativo.</p> <p>Los retos o problemas desde un contexto real, cómo se indica en STEM.</p>
3, 4, 5, 6 y 7	<p>Los maestros resolverán retos desde una visión global desde las asignaturas STEM que ellos manejan.</p> <p>Por otro lado, los o él proyecto que construyan debe integrar las tres asignaturas de forma global.</p>
Previo a las sesiones	<p>Se propenderá por que el maestro sea el protagonista del trabajo en el desarrollo de la estrategia, característica propia del enfoque STEM.</p> <p>Luego en el planteamiento del proyecto los maestros también deberán exaltar rol del estudiante en el proyecto que platee.</p>
Todas las sesiones.	Las actividades planteadas dentro de la estrategia deberán fomentar la comunicación, la cooperación y el trabajo en equipo.

Tabla 3.

Sesión 1. Reto conformar una CP y conociendo STEM.

Reto conformar una comunidad de práctica y conociendo STEM.				
Tiempo: 1h		Sesión: Presencial		No 1
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón	
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles				
Objetivo: Conformar una comunidad de práctica con los docentes de ciencias, matemáticas y tecnología del colegio Gimnasio los Ángeles.				
Materiales: Video Beam, computador, acceso a internet, dispositivos electrónicos, (celular o computador).				
¿Quiénes somos?				Tiempo: 15 min
Los maestros se presentarán, título, materia que imparte, tiempo como docente y tiempo como docente del colegio.				
¿Qué es STEM?				Tiempo: 10 min
Se comparte el siguiente link. https://www.menti.com/1txwtck3yu				
Los maestros escribirán 4 palabras que relacionen con ¿Qué es STEM?				
Se compartirá la presentación y entre todos los presentes construirán el concepto de STEM.				
¿Cuáles son mis propuestas de innovación?				Tiempo: 20 min
En este espacio los maestros relatarán al grupo, de manera muy breve, una experiencia que haya sido significativa e innovadora a lo largo de su experiencia.				

Al finalizar cada presentación los demás miembros de la comunidad, darán algunos consejos, recomendaciones que le permitan a los maestros retroalimentar esta práctica.	
Habilidades y competencias.	Tiempo: 15 min
Los maestros a través del siguiente link escribirán las habilidades que hacen parte del siglo XXI	
Link de acceso: https://padlet.com/nanyvirtual/8myrp83afbrmlwl Se compartirá el Padlet para compartir las ideas de los maestros.	
Posteriormente se preguntará a los docentes ¿Qué habilidades se desarrollan en STEM? para así conocer su relación con las habilidades del siglo XXI	

Nota: Fuente elaboración propia.

Tabla 4.
Sesión 2 Indagando en las experiencias STEM.

Indagando en las experiencias STEM.			
Tiempo: 1h		Sesión: Presencial	
		No 2	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Reconocer las experiencias que hay en STEM, sus elementos, metodología y pasos necesarios para desarrollar una experiencia con este enfoque.			
Materiales: Impresiones (Anexo), Video Beam, computador, acceso a internet, dispositivos electrónicos, (celular o computador).			
Experiencias STEM en el mundo.		Tiempo: 25 min	

Experiencia en preescolar.

<https://youtu.be/XVjaBB0ux5g>

Ejemplo de un colegio STEM.

<https://youtu.be/AsTcNoR3GQ0>

Aprendizaje basado en proyectos STEAM +: soluciones reales a partir de preguntas de conducción.

https://youtu.be/H7LHsL0iB_w

Luego de ver los videos los maestros responderán las siguientes preguntas.

- Qué fue lo que más les llamó la atención.
- Es posible desarrollar proyectos en nuestras aulas.
- ¿Qué elementos o pasos encontraron en el desarrollo del proyecto? ¿qué metodología se aproxima más?

Pasos para el desarrollo de experiencias STEM

Tiempo: 25 min

Los maestros contarán con una hoja, donde encontrarán una mini experiencia STEM (ver anexo). Los maestros la resolverán siguiendo los pasos que se proponen allí.

Al final se socializará las siguientes preguntas.

¿Cómo les pareció la experiencia?

¿Qué dificultades presentaron durante el desarrollo de la experiencia?

¿Qué le cambiaría o mejoraría a la experiencia?

Nota: Fuente elaboración propia.

Tabla 5.*Sesión 3. Siendo autentico con STEM.*

Siendo autentico con STEM.				
Tiempo: 1h y 10 min		Sesión: Virtual		No 3.
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón	
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles				
Objetivo: Identificar los pasos de un proyecto STEM y proponer un reto o pregunta con este enfoque.				
Materiales: Impresiones y copias del material (Anexo), computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.				
Pensamiento diseño.			Tiempo: 10 min	
Se presentarán diferentes situaciones donde los maestros de ejemplos sobre actividades de pensamiento de Diseño, con el fin de motivar el pensamiento creativo de los maestros. (Anexo)				
Desarrollando una experiencia STEM			Tiempo: 30 min	
En el encuentro se mostrarán los pasos de un proyecto STEM, los cuales se identificaron en el ejercicio de la anterior sesión.				
A partir de la información preliminar se presenta una experiencia STEM (ver anexo), los maestros deberán resolver en grupos siguiendo los pasos ABP-STEM.				
Todo el material usado en esta sesión lo compartirán a través del equipo de TEAMS. En el cierre, presentarán el resultado obtenido, a sus compañeros.				

Tomado de: https://www.teachengineering.org/activities/view/duk_tower_tech_act	
Reto STEM	Tiempo: 30 min
<p>Para esta experiencia se les propone a los maestros que piensen en un proyecto que quisieran trabajar con sus estudiantes, de manera transversal siguiendo el enfoque STEM, este proyecto se presentará a sus compañeros y directivas, donde se evidencie el trabajo realizado por cada uno.</p> <p>Luego se reunirán en grupo, socializarán las diferentes propuestas y escogerán una que pueda llegar a ser común para todos, en caso que no se logre, puede decidir trabajar de manera individual. Es importante que se revisen los planes de estudio y se busquen puntos en común.</p> <p>Plantearán el reto o pregunta problema. Para el desarrollo de este ítem, se mostrarán ejemplos de retos, preguntas, que permita a los maestros orientar su proyecto.</p> <p>La propuesta deberá quedar creada dentro de en una carpeta en la plataforma TEAMS, con el nombre del proyecto.</p>	

Nota: Fuente elaboración propia.

Tabla 6.
Sesión 4. Construyendo mi proyecto ABP-STEM.

Construyendo mi proyecto ABP-STEM.		
Tiempo: 1h	Sesión: Presencial.	No 4.

Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Revisar algunas herramientas útiles para el desarrollo del proyecto.			
Materiales: Impresiones y copias del material (Anexo), computadoras, acceso a internet.			
Herramientas en STEM			Tiempo: 30 min
<p>En este espacio se mostrarán algunas herramientas que pueden llegar a ser útiles para los maestros dentro de la estructuración de su proyecto.</p> <p>App para Ciencias.</p> <p>Essential anatomy, LeafSnap, Gene screen, star walk, physics quiz game</p> <p>Apps para Matemáticas.</p> <p>Bmath, Telémetro: Smart Measure</p> <p>Apps para Tecnología.</p> <p>Scratch Jr, Coding for Carrots, Grasshopper, Lightbot</p> <p>Apps para realidad aumentada.</p> <p>Quiver, Zapworks, metaverse, zookazam, magicplan, AR anatomía 4D, Fetch lunch, Aumentaty (scope), assemblr edu.</p> <p>Herramientas para realidad aumentada, laboratorios, programación, entre otros.</p> <p>(ver presentación anexa) se mostrarán el funcionamiento de algunas de ellas.</p>			
Actividad de motivación			Tiempo: 20 min
<p>Los maestros escogerán un tema de su asignatura y crear una ficha de realidad aumentada, podrán usar las aplicaciones Aumentaty (scope) o assemblr edu.</p> <p>Compartirán su ejercicio con otros maestros y en la carpeta de TEAMS</p>			

Nota: Fuente elaboración propia.

Tabla 7.

Sesión 5 y 6. Indagando y tomando decisiones con STEM.

Indagando y tomando decisiones con STEM.			
Tiempo: 1h y 10 min		Sesión: Virtual-presencial	
		No 5 y 6.	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Estructurar la propuesta para el desarrollo del proyecto ABP- STEM.			
Materiales: Computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.			
Pensamiento creativo.		Tiempo: 10 min	
<p>Los docentes cumplirán el siguiente reto: realizar un hueco en la hoja, en donde puedan pasar a través de él. No podrán recurrir a ayudas tecnológicas. Link https://view.genial.ly/61856ef6af48230d7fba19e0/presentation-sesion-5-formacion-de-maestros-stem</p> <p>Los profesores mostrarán a sus compañeros sus propuestas y responderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué fue lo más difícil de la experiencia? - ¿Cómo se podría trabajar desde clase, con sus estudiantes? 			
Desarrollando una experiencia STEM		Tiempo: 120 min	
Los maestros seguirán trabajando en el tipo de propuesta de proyecto, en el encuentro anterior ya habían definido el tema a trabajar y el reto o pregunta orientadora.			

Se entregarán en una hoja los pasos para el desarrollo de un proyecto ABP-STEM, se busca que los maestros sigan esa ruta definiendo momentos, algunos recursos, como manejarán la transversalidad y los aportes desde las diferentes asignaturas.

Es importante que establezcan el tipo de producto con el que se dará evidencia el resultado del reto.

El orientador revisará el trabajo de los maestros y guiará de ser necesario.

Nota: Fuente elaboración propia.

Tabla 8.

Sesión 7. Tomando decisiones y siendo críticos en nuestro proyecto STEM.

Indagando y tomando decisiones con STEM.			
Tiempo: 1h y 10 min		Sesión: Virtual-presencial	
		No 7	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Estructurar la propuesta para el desarrollo del proyecto ABP- STEM.			
Materiales: Computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.			
Pensamiento de diseño.		Tiempo: 20 min	
La sesión iniciará con un pequeños Reto: Imagine que la gente no pudie ver los colores, ¿cómo funcionarían los semáforos? Diseñe un sistema de tráfico que no se base en los colores.			

<p>Los maestros presentarán las diferentes ideas y sustentarán el sistema escogido, pueden explicar en un bosquejo.</p> <p>Luego de escuchar la socialización, responderán ¿Cómo se puede relacionar con su asignatura? ¿Cómo puede mejorar el ejercicio?</p>
<p>Desarrollando una experiencia STEM Tiempo: 120 min</p>
<p>Revisión de la propuesta, final por parte del grupo de maestros. Se revisarán que todos los pasos para el desarrollo del proyecto sean claros y evidentes dentro del proceso.</p> <p>También se deberán establecer los momentos de evaluación y seguimiento de los estudiantes.</p>

Nota: Fuente elaboración propia.

Tabla 9.

Sesión 8. Presentando mi proyecto STEM

Presentando mi proyecto STEM.				
Tiempo: 1h y 10 min		Sesión: Virtual-presencial		No 8
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón	
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles				
Objetivo: Estructurar la propuesta para el desarrollo del proyecto ABP- STEM.				
Materiales: Computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.				
Pensamiento creativo.				Tiempo: 20 min

Se entregará a los profesores los siguientes materiales, botones, hojas, limpiapipas, algodón, ojos móviles, pegante. Con lo anterior, construirán un insecto con los materiales dados.

Luego explicarán a sus compañeros ¿por qué es un insecto?

Desarrollando una experiencia STEM

Tiempo: 110 min

Revisión de la propuesta, final por parte del grupo de maestros. Se revisarán que todos los pasos para el desarrollo del proyecto sean claros y evidentes dentro del proceso.

Nota: Fuente elaboración propia.

5.2. Validación De Expertos.

La validación se realizó con tres expertos. Los perfiles de los maestros seleccionados son:

Experto 1. Magister en Educación en Tecnología, desarrolló un trabajo de investigación con enfoque STEM en Robótica.

Experto 2. Aspirante a Maestría en la enseñanza del inglés como segunda Lengua, desarrolla un trabajo en implementación de STEM en la enseñanza del inglés y dirige proyectos STEM.

Experto 3. Especialista en Educación en Tecnología, trabaja proyectos STEM en el área de matemáticas, para los niveles de primaria.

Para la evaluación de la estrategia, se entregó a cada experto la propuesta con una rubrica de evaluación (Anexo 1), en donde se solicitó evaluar cinco

aspectos en relación ABP-STEM (contexto, conflicto, interdisciplinariedad y autonomía) y tres en relación a la conformación de comunidades de práctica (reconocimiento de las comunidades de práctica, trabajo con las comunidades de práctica e Interacciones entre la comunidad de práctica)

5.2.1. Evaluación Experto 1.

Se resaltan los ítems señalados por el evaluador, esta información se puede revisar en el Anexo 2.

Evaluación Propuesta De Estrategias STEM – ABP

CONTEXTO: La estrategia tiene impacto en el contexto donde se desarrolla la estrategia, es útil para el maestro y su rol es real en su propio contexto.

CONFLICTO: El reto o problema se puede solucionar conociendo el aprendizaje Basado en proyectos (ABP) y experiencias STEM.

INTERDISCIPLINARIEDAD: La estrategia promueve la participación de dos materias STEM, en el desarrollo de un proyecto institucional.

AUTONOMÍA DE LOS PARTICIPANTES: La estrategia promueve en los participantes el ingenio y la participación en la construcción y desarrollo de un proyecto ABP- STEM que se ajuste a las necesidades propias de la institución.

EXPERIENCIA. La estrategia implementa experiencias propias de ABP-STEM (Diseñar, construir, elaborar y concluir)

Observaciones.

El trabajo es bien interesante, pero recomendaría como sugerencias de la propuesta los siguientes puntos para que sea un proyecto más sólido.

1. La propuesta se estructura en 8 sesiones de clase siguiendo metodología ABP, pero no me queda claro el tipo de actividad a desarrollar. Si es una unidad didáctica, secuencia didáctica o ATE.

2. Es importante mencionar como es el tipo de integración del proyecto, interdisciplinar o multidisciplinar, además como se relacionan las temáticas desde cada asignatura, estableciendo temas, escenarios y preguntas orientadoras para cada sesión.

3. Sería bien interesante mencionar los objetivos de aprendizaje STEM desde cada asignatura trabajada en la propuesta.

4. Es importante aclarar cómo se va a desarrollar la propuesta STEM- ABP si es mediante resolución de problemas según los métodos de Newell y Simmos, Polya o mediante el proceso de diseño de ingeniería.

Comunidades De Práctica.

RECONOCIMIENTO DE LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA: La estrategia permite la identificación y conformación de comunidades de práctica según sus afinidades e interés, y su interés por transformar sus experiencias.

TRABAJO CON LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA: Las experiencias diseñadas en la estrategia, permite el intercambio de información con otros integrantes, en espacios académicos.

INTERACCIÓN ENTRE LA COMUNIDAD DE PRACTICA: La estrategia promueve el uso de diferentes espacios donde pueden interactuar los participantes de forma constante, a través de conversaciones formales e informales.

Observaciones.

El trabajo es muy interesante ya que está capacitando maestros de diversas áreas para integración STEM. Recomendaría consultar el documento de la Maestría seminario de educación STEM y educación en tecnología elaborado por la doctora Flor Ángela Bravo ya que es una excelente guía para el desarrollo de actividades STEM.

5.2.2. Evaluación Experto 2.

Se resaltan los ítems señalados por el evaluador, esta información se puede revisar en el Anexo 3.

Evaluación Propuesta De Estrategias STEM – ABP

Es una propuesta interesante, y diferente ya que busca formar docentes de cualquier asignatura en la metodología STEM y el aprendizaje basado en proyectos desde un contexto real y desde los conceptos básicos para el manejo

de esta metodología. Se destaca el material audiovisual y de apoyo para comenzar e iniciar la motivación desde este enfoque.

CONTEXTO: La estrategia tiene un impacto en cualquier contexto educativo, es útil y tiene sentido para cualquier participante. El rol del maestro es real en cualquier contexto.

CONFLICTO: La estrategia tiene un impacto en cualquier contexto educativo, es útil y tiene sentido para cualquier participante. El rol del maestro es real en cualquier contexto.

INTERDISCIPLINARIEDAD: La estrategia motiva la participación de tres o más materias STEM, en el desarrollo de un proyecto institucional.

AUTONOMÍA DE LOS PARTICIPANTES: La estrategia promueve en los participantes el ingenio y la participación en la construcción y desarrollo de un proyecto ABP- STEM que se ajuste a las necesidades propias de la institución.

Comunidades De Práctica.

RECONOCIMIENTO DE LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA: La estrategia promueve el trabajo en grupos que tengan intereses en común o afinidades entre cada uno de los miembros.

TRABAJO CON LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA: Las experiencias diseñadas en la estrategia, permite el intercambio de información con otros integrantes, en espacios académicos.

INTERACCIÓN ENTRE LA COMUNIDAD DE PRACTICA: La estrategia promueve solamente encuentros presenciales o virtuales donde pueden interactuar de forma constante en conversaciones formales.

Observaciones:

Es necesario que en cada sesión o encuentro se asignen roles diferenciados a los miembros de cada equipo para que haya una distribución inicial de las responsabilidades propias a cada reto.

5.2.3. Evaluación Experto 3.

Se resaltan los ítems señalados por el evaluador, esta información se puede revisar en el Anexo 4.

Evaluación Propuesta De Estrategias STEM – ABP

CONTEXTO: La estrategia tiene un impacto en cualquier contexto educativo, es útil y tiene sentido para cualquier participante. El rol del maestro es real en cualquier contexto.

CONFLICTO: El reto o problema se puede solucionar conociendo el enfoque STEM y la metodología aprendizaje Basado en proyectos (ABP)

INTERDISCIPLINARIEDAD: La estrategia motiva la participación de tres o más materias STEM, en el desarrollo de un proyecto institucional.

AUTONOMÍA DE LOS PARTICIPANTES: La estrategia promueve en los participantes el ingenio y la participación en la construcción y desarrollo de

un proyecto ABP- STEM que se ajuste a las necesidades propias de la institución.

*EXPERIENCIAS. La estrategia implementa las dinámicas propias de ABP-STEM, validando el conocimiento en la construcción de un proyecto
Con enfoque ABP-STEM.*

Observación

Aunque se mencionan los docentes que están participando en proyecto, en cuanto a la relación de la interdisciplinariedad de este, no es claro los grupos de trabajo y ello hace difícil comprender si la estrategia promueve colaboración de las diferentes materias. Sería interesante que los maestros al finalizar de exponer y de responder las preguntas vuelvan a revisar la propuesta con el fin de hacer un feedback de su trabajo y de la misma propuesta.

Comunidades De Práctica.

RECONOCIMIENTO DE LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA: La estrategia promueve el trabajo en grupos que tengan intereses en común o afinidades entre cada uno de los miembros.

TRABAJO CON LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA: Las experiencias abordadas en la estrategia fomentan las conversaciones dinámicas y el intercambio de información con otros integrantes en espacios diferenciados.

INTERACCIÓN ENTRE LA COMUNIDAD DE PRACTICA: La estrategia promueve el uso de diferentes espacios donde pueden interactuar los

participantes de forma constante, a través de conversaciones formales e informales.

Observaciones:

Segundo ítem. Dentro de la estrategia no queda claro los grupos conformados por los docentes. Se entiende que son docentes de las tres asignaturas, sin embargo, no hay restricción de conformación de grupos. Puede ser que un grupo este creado por docentes de primaria de las tres asignaturas, o un grupo creado solo por docentes de una asignatura.

Para el desarrollo de la estrategia se tuvieron en cuenta las apreciaciones de del experto 2 y 3 en cuento a desarrollo de STEM, en el caso del experto uno, como se piensa en la formación de maestros en práctica de diferentes áreas, se pretende desarrollar el pensamiento de Diseño, mucho más que el computacional, propio de la robótica.

En cuanto a las apreciaciones en torno a las comunidades de práctica, cada observación se tuvo en cuenta y se ajustó dentro de la estrategia a implementar.

5.3. Descripción Conceptual De La Estrategia.

La propuesta está estructurada en 8 sesiones, dirigidas al desarrollo y conformación de un proyecto, siguiendo la metodología de ABP-STEM, desde la implementación y consolidación de una comunidad de práctica entre maestros centrada en la transformación de sus experiencias docentes.

El trabajo propende por desarrollar en los maestros habilidades propias del enfoque STEM, estimular el trabajo colaborativo entre pares y finalmente la integración de asignaturas en un sólo proyecto.

A continuación, en la **tabla 10.** se hace una descripción de los diferentes momentos pensados para la consolidación de una (o varias) comunidad(es) de práctica entre los maestros de las asignaturas de ciencias, matemáticas y tecnología. Wenger (2002).

Tabla 10.

Descripción teórica de la estrategia desde la conformación de CP.

Sesión (es)	Descripción dentro de la estrategia
1, 2 y 3	<p><u>Identificar las comunidades ya existentes entre los maestros.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se fomentará el trabajo por áreas, ciclos, secciones (primaria y bachillerato), grupo de amigos, con el fin de aprovechar las charlas espontaneas (Bronfman, 2011) que se pueden dar entre estos grupos y que permitan reconocerse como miembros de una posible comunidad de práctica.
2, 3 y 4	<p><u>Las dinámicas o retos incentivan la participación de los docentes.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se promoverá las interacciones entre los integrantes según los diferentes niveles de participación planteados por Wenger (2002) en pro de estructurar o conformar una comunidad de práctica.

	<ul style="list-style-type: none"> • Se identificarán los maestros que participan todo el tiempo, los que lo hacen de forma ocasional, los de rara vez, sin embargo, cada actividad deberá ir direccionada la participación desde los diferentes estándares.
1, 2, 5	<p><u>Se establecerán espacios de trabajo.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se abordará la conceptualización de la estrategia con todo el grupo de maestros. (Virtual y presencial). • Se trabajará en espacios diferenciados, como salones, espacios abiertos o laboratorios.
3, 4, 5 y 6	<p><u>Trabajo en grupos pequeños, de forma presencial y/o virtual.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les permita interactuar a los participantes y conocer apreciaciones de otros miembros de la comunidad, compartirán experiencias y retroalimentarán algunas de ellas. Estas mismas podrán servir de ideas de proyectos.
3, 4, 5 y 8	<p><u>Eventos dentro y fuera de la comunidad.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Adicional durante los diferentes retos, expondrán sus resultados. • En el caso de la actividad de cierre los maestros prepararán una presentación como su producto final al sus compañeros y directivos académicos.
3, 4, 5, 6 y 7	<p><u>Interacciones entre los participantes.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se buscará que estas sean de forma espontánea dentro de cada grupo durante las diferentes actividades propuestas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Se hará uso de los espacios de trabajo personales, donde los profesores se podrán reunir y acordar dinámicas de trabajo para la realización del proyecto. • Se espera que al final las estrategias pueden extenderse (seguir trabajando) a sus dinámicas diarias de trabajo.
Todas las sesiones.	<p><u>Se combinará la familiaridad y entusiasmo.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Por ser maestros de un mismo colegio, esto hará que exista ya una afinidad previa entre ellos, que les permita sentirse en confianza. • Se animarán las charlas dentro de la formalidad (conceptualización) e informalidad (lúdicas, retos, conversaciones con lenguaje coloquial) para que sus interacciones sean más tranquilas.
Previo a las sesiones	<p><u>Ritmo para la comunidad.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se establecerán fechas de reunión, donde los grupos se reunirán para trabajar en el proyecto, estas reuniones contarán con las características que se nombraron anteriormente, algunas serán formales otras informales

Nota: Fuente elaboración propia.

La estrategia está orientada cumplir los objetivos del enfoque STEM, según lo planteado por Pelejero (2018), citando a Smith y Karr-kidwell, 2000; Moore, et al, (2014); Moore y Smith (2014). **Tabla 14.**

Tabla 11.

Descripción teórica de la estrategia siguiendo el enfoque STEM.

Sesión (es)	Descripción dentro de la estrategia.
Sesión 1 y 2	<ul style="list-style-type: none"> • Se mostrará el enfoque STEM desde una visión holística.

Sesión 3 y 5	<ul style="list-style-type: none"> • Se abordarán algunos desafíos de ingeniería siguiendo el pensamiento de diseño en STEM. • Se proponen mini retos, que animan el trabajo colaborativo. • Los retos o problemas se abordarán desde un contexto real, cómo se indica en STEM.
2, 3 y 4	<ul style="list-style-type: none"> • Los retos y mini retos, inducirán a los participantes a implementar del diseño y rediseño. • Se promueve aprender del fracaso.
3, 4, 5, 6 y 7	<ul style="list-style-type: none"> • Los maestros resolverán retos (siguiendo el pensamiento de diseño) desde una visión global de las asignaturas STEM que ellos manejan. • El (los) proyecto(s) que construyan debe integrar las tres asignaturas de forma global.
6, 7 y 8	<ul style="list-style-type: none"> • Las ideas de proyectos por parte de los maestros, deberán exaltar rol del estudiante y el rol del maestro STEM.
Previo a las sesiones	<ul style="list-style-type: none"> • Se diseñarán retos que se ajusten a la dinámica de la capacitación y las necesidades de los maestros en formación. • Se buscará que el maestro sea el protagonista del trabajo en el desarrollo de la estrategia, característica propia del enfoque STEM. •
Todas las sesiones.	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades planteadas dentro de la estrategia deberán fomentar la comunicación, la cooperación y el trabajo en equipo.

Nota: Fuente elaboración propia.

Momentos propios de la estrategia donde se seguirá la metodología APB-STEM planteada por Larmer, et al. (2015), en la **tabla 12.** se nombran los

momentos propios de la estrategia y la construcción del proyecto por parte de los maestros.

Tabla 12.

Descripción teórica de la estrategia siguiendo la metodología ABP- STEM.

Sesión (es)	Descripción dentro de la estrategia.
2, 3	<p>Un Problema o Pregunta Desafiante.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encontrarán mini retos relacionados con el pensamiento de diseño. • La construcción del proyecto final se presentará como un problema a través de una pregunta desafiante.
2, 3, 4, 5, 6 y 7	<p>Indagación profunda.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Son los momentos dentro de la formación, donde los participantes podrán plantear tareas a realizar, consultas, planificarán el producto final de cada uno de los mini retos. • La conceptualización previa de los maestros, como herramienta para la elaboración de proyectos con metodología ABP-STEM • En la construcción del proyecto, corresponde al momento donde los maestros, acudirán al currículo para encontrar temáticas que puedan articular en el proyecto. • Esta también definido por los momentos donde acordarán como se abordarán las temáticas desde las asignaturas involucradas en la construcción del proyecto.
2, 3, 4 y 5	Autenticidad

	<ul style="list-style-type: none"> • Se motivará inicialmente con retos creativos, que motiven a los participantes a construir soluciones creativas e innovadoras. • Dentro del proyecto, los maestros deberán construir un proyecto que se ajuste a las necesidades de los estudiantes para los cuales se está construyendo el proyecto. • El proyecto debe propender por estimular la creatividad de los estudiantes en el desarrollo del proyecto.
3, 4, 5, 6 y 7	<p>Decisión (fomenta el pensamiento crítico)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los mini retos incluirán momentos donde los participantes trabajarán en grupos, tomarán decisiones, experimentarán y realizarán sus propias conclusiones desde su construcción. • Dentro del proyecto realizado por los maestros decidirán sobre cómo realizar el proyecto, socializarán entre ellos y realizarán acuerdos que los lleve a construir su propio proyecto.
2, 3, 4, 6 y 7	<p>Reflexión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El moderador y los participantes los obstáculos que se presenten en la realización de los mini retos y buscarán maneras de resolverlos. • En la construcción del proyecto el moderador dará las herramientas y ejemplos de proyectos, los participantes construirán su proyecto y proyectarán la viabilidad del mismo.
2, 3, 4, 6 y 7	<p>Crítica y revisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ya sea en los mini retos o en el problema principal, se deben acordar momentos de evaluación y revisión del

	proyecto, estos momentos podrán ser, en los grupos de trabajo, con el moderador o con otros agentes externos.
2, 3, 4, y 8	<p>Producto final.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cada reto contará con un producto final para presentar, los participantes lo resolverán de diferentes maneras, pero bajo los mismos lineamientos y condiciones. • En el proyecto principal realizado por los participantes, se pide presentar una idea de proyecto siguiendo los pasos ABP-STEM

Nota: Fuente elaboración propia.

5.4. Características De La Propuesta. Formación De Maestros En Enfoque STEM

A continuación, se hace una descripción de los diferentes momentos de la estrategia, teniendo en cuenta, espacios, herramientas (tecnologías y conceptuales), tiempo de ejecución y actividades propias del proceso de formación.

Sesión 1. ¿Qué sabemos del enfoque STEM?

En esta fase se conformará el grupo de trabajo cuyo interés en común en transformar sus prácticas pedagógicas, adicional de revisarán las ideas previas que tiene los maestros del enfoque STEM y finalmente se las habilidades del siglo XXI. La tabla 13. Describe los diferentes momentos de la sesión.

Tabla 13.

Descripción de la sesión 1.

¿Quiénes somos? y ¿qué es STEM?

Tiempo: 1h		Sesión: Virtual zoom.		No 1
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón	
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles				
Objetivo: Conformar una comunidad de práctica con los docentes de ciencias, matemáticas y tecnología del colegio Gimnasio los Ángeles.				
Materiales: Video Beam, computador, acceso a internet, dispositivos electrónicos, (celular o computador).				
¿Quiénes somos?			Tiempo: 15 min	
<p>Se iniciará la actividad con la presentación de la moderadora, seguido se proyectará el siguiente link</p> <p>https://view.genial.ly/617afa52dec8a60d4c36431c/presentation-presentacion-maestros-stem</p> <p>Como ejercicio de reconocimiento del grupo, los maestros se presentarán, indicando su título, materia que imparte en el colegio, tiempo como docente y tiempo como maestro del colegio.</p>				
¿Qué es STEM?			Tiempo: 10 min	
<p>Se comparte el siguiente link. https://www.menti.com/1txwtck3yu</p> <p><u>Actividad 1.</u></p> <p>Los maestros escribirán 4 palabras que relacionen con ¿Qué es STEM?</p> <p>Se compartirá la presentación y entre todos los presentes construirán el concepto de STEM.</p> <p>Posteriormente se compartirán las ideas y se realizará una aproximación a concepto STEM.</p>				

¿Cuáles son mis propuestas de innovación?	Tiempo: 20 min
<p>En este espacio los maestros relatarán al grupo, de manera muy breve, una experiencia que haya sido significativa e innovadora a lo largo de su experiencia.</p> <p>Al finalizar cada presentación los demás miembros de la comunidad, darán algunos consejos, recomendaciones que le permitan a los maestros retroalimentar esta práctica.</p>	
Habilidades y competencias.	Tiempo: 15 min
<p><u>Actividad 2.</u></p> <p>Los maestros a través del siguiente link escribirán las habilidades que hacen parte del siglo XXI</p> <p>Link de acceso: https://padlet.com/nanyvirtual/8myrp83afbrmlwl Se compartirá el Padlet para socializar las ideas de los maestros.</p> <p>Luego se preguntará a los docentes ¿Qué habilidades se desarrollan en STEM? para así conocer su relación con las habilidades del siglo XXI</p>	

Nota: Fuente elaboración propia.

Sesión 2. Indagando en las experiencias STEM.

En este encuentro se verán algunos videos relacionados con experiencias STEM, se identificarán la metodología para el trabajo de STEM y los elementos o pasos propios de una experiencia STEM, detalles **Tabla 14.**

Tabla 14.

Descripción de la sesión 2.

Indagando en las experiencias STEM.			
Tiempo: 1h		Sesión: Presencial	
		No 2	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Reconocer las experiencias que hay en STEM, sus elementos, metodología y pasos necesarios para desarrollar una experiencia con este enfoque.			
Materiales: Impresiones (Anexo), Video Beam, computador, acceso a internet, dispositivos electrónicos, (celular o computador).			
Experiencias STEM en el mundo.		Tiempo: 25 min	
<p>Experiencia en preescolar.</p> <p>https://youtu.be/XVjaBB0ux5g</p> <p>Ejemplo de un colegio STEM.</p> <p>https://youtu.be/AsTcNoR3GQ0</p> <p>Aprendizaje basado en proyectos STEAM +: soluciones reales a partir de preguntas de conducción.</p> <p>https://youtu.be/H7LHsL0iB_w</p> <p><u>Actividad 1.</u></p> <p>Luego de ver los videos los maestros responderán las siguientes preguntas.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Qué fue lo que más les llamó la atención. - Es posible desarrollar proyectos en nuestras aulas. - ¿Qué elementos o pasos encontraron en el desarrollo del proyecto? ¿qué metodología se aproxima más? 			

Actividad 2.

Se mostrará a los maestros la sesión: VER, TOCAR Y DESCUBRIR.

Se explicará en que consiste el ejercicio y porque se puede considerar una mini experiencia STEM. Link

<https://view.genial.ly/617ca09f013d140db375cf71/presentation-sesion-2-formacion-de-maestros-stem>

Momento 1

La experiencia partirá con tres preguntas:

¿Cómo describirías un tomate?

¿y si no pudieras ver el tomate y sólo pudieras describirlo al tacto?

¿Podrías adivinar que el objeto era un tomate si lo sostuvieras en tus manos con los ojos vendados?

Luego: se presentará el siguiente reto: **¿De qué otra manera describirías un tomate?**

Los maestros darán definiciones más amplias de este ejercicio.

Momento 2.

Ahora se proponen a los maestros que piensen en un cambio al ejercicio inicial.

Se colocan objetos en una caja entre ellos el tomate, en parejas, uno de los integrantes se pondrán una venda y deberá caracterizar y agrupar cada uno de los elementos.

Los maestros podrán hacer los aportes e interacciones necesarias.

Al final se socializará las siguientes preguntas.

1. ¿Cómo categorizó cada grupo los diferentes objetos?
2. ¿Existe sólo una forma correcta de agrupar los objetos?
3. ¿Qué formas son mejores? ¿Cuáles son las mejores características para utilizar al agrupar objetos?
4. ¿Qué tan fácil (o difícil) fue identificar y describir objetos usando solo el tacto?
¿Por qué?
5. ¿Por qué es bueno practicar el uso de diferentes habilidades de observación?

Reflexión.

Con todo el grupo se socializarán las siguientes preguntas

1. Si la actividad se llevará a cabo con los estudiantes, ¿Qué asignaturas podría involucrar?
2. ¿Qué le variaría a la actividad?
3. ¿Desde su asignatura podría aportar algo a la experiencia?

La sesión se cierra con las reflexiones de los maestros.

Nota: Fuente elaboración propia.

Sesión 3. Siendo autentico con STEM.

En esta sesión se identificarán los elementos de los proyectos ABP-STEM, los maestros analizarán diferentes experiencias, la resolverán y finalmente propondrán el proyecto en el que deseen ejecutar en su institución. Descripción detallada de cada momento en **Tabla 15.**

Tabla 15.
Descripción de la sesión 3.

Siendo autentico con STEM.			
Tiempo: 1h y 15 minutos		Sesión: Presencial	
		No 3.	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Identificar los pasos de un proyecto STEM y proponer un reto o pregunta con este enfoque.			
Materiales: Impresiones y copias del material (Anexo), computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología. Hojas de papel, servilletas, papel crepe, papel mantequilla, tijeras, cinta, nylon y moneas.			
Pensamiento diseño.			Tiempo: 40 min
<u>Actividad de motivación.</u>			
<p>Inicialmente de mostrará a los maestros algunas páginas interesantes donde se proponen algunos proyectos con enfoque STEM</p> <p>https://www.siemensstemday.com/</p> <p>https://www.teachengineering.org/</p> <p>https://www.stem.org.uk/</p> <p>De cada página se tomarán algunas experiencias y se compartirán con los maestros, de acuerdo al interese de los maestros y sus asignaturas. (Anexo 5 y 6)</p> <p>También se da la opción que ellos exploren y reconozcan algunas experiencias.</p>			

Como parte del ejercicio de reconocimiento los maestros iniciarán con la siguiente presentación.

Link <https://view.genial.ly/617cae351766240db0aa345d/presentation-sesion-3-formacion-de-maestros-stem>

Viviendo experiencias STEM (Tiempo 10 min)

- Para iniciar los maestros se encontrarán con la siguiente situación:
 - ¿Cuál es el propósito de un paracaídas?
 - ¿Cuál es el papel de un paracaídas en el paracaidismo?

Imagina que estás saltando de un avión a 10,000 pies en el aire. ¿De qué tipo de material le gustaría que estuviera hecho su paracaídas y de qué tamaño le gustaría que fuera?
- Se escuchará las apreciaciones de los maestros participantes.
- Luego se propone el siguiente **RETO** “**Crear un paracaídas usando diferentes materiales que le permitan funcionar mejor. Exponga su resultado**”
- Se dará un tiempo de 2 min para que los maestros puedan confirmar su grupo de trabajo.
- Los participantes internamente, deberán definir roles específicos para el desarrollo del reto, se registra las interacciones entre los maestros.

- Se entregarán los materiales (Hojas de papel, servilletas, papel crepe, papel mantequilla, tijeras, cinta, nylon y moneas) para que los docentes desarrollen su reto y lo comprueben. Contarán de 15 a 20 min para el desarrollo del reto.

Finalmente.

Se socializará con los maestros.

- ¿Qué tipo de papel es el mejor material para hacer un paracaídas? ¿Por qué?
- ¿Qué materiales no funcionaron bien? ¿Por qué?
- ¿Qué cambios podrías hacer para mejorar tu diseño?
- ¿Influye en algo la geometría del paracaídas?

Revisión (Tiempo 8 min)

Luego de la socialización se preguntará a los maestros.

- ¿Qué pasos se identificaron en la experiencia y que se deban considerar para desarrollar un proyecto? Se escucharán las ideas y anotarán en el tablero.

Pasos para desarrollar una experiencia STEM.

Tiempo: 25 min

En el encuentro se mostrarán los pasos de un proyecto STEM, los cuales se identificaron en el ejercicio de la anterior sesión, se explicará de manera breve en que consiste cada uno, y por qué son necesarios en los proyectos STEM.

Link <https://view.genial.ly/617cae351766240db0aa345d/presentation-sesion-3-formacion-de-maestros-stem>

Reto STEM.

Tiempo: 10 min

Reto:

Para esta experiencia se les propone a los maestros que piensen en un proyecto que quisieran trabajar con sus estudiantes, de manera transversal siguiendo el enfoque STEM, este proyecto se presentará a sus compañeros y directivas, donde se evidencie el trabajo realizado por cada uno.

Nota: Fuente elaboración propia.

Sesión 4. Herramientas para mi proyecto ABP-STEM.

En esta sesión se revisarán aplicaciones, apps y herramientas digitales que sean de ayuda para el desarrollo del proyecto. En la **tabla 16**. Se encontrarán cada uno de los momentos, así como también, los instrumentos implementados.

Tabla 16.

Descripción de la sesión 4.

Herramientas para mi proyecto ABP-STEM.			
Tiempo: 1h y 20 minutos		Sesión: Presencial.	
		No 4.	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Revisar algunas herramientas útiles para el desarrollo del proyecto.			
Materiales: Computadoras y acceso a internet.			
Herramientas en STEM			Tiempo: 40 min
En este espacio se mostrarán algunas herramientas que pueden llegar a ser útiles para los maestros dentro de la estructuración de su proyecto.			

App para Ciencias.

Essential anatomy, LeafSnap, Gene screen, star walk, physics quiz game

Apps para Matemáticas.

Bmath, Telémetro: Smart Measure

Apps para Tecnología.

Scratch Jr, Coding for Carrots, Grasshopper, Lightbot

Apps para realidad aumentada.

Quiver, Zapworks, metaverse, zookazam, magicplan, AR anatomía 4D, Fetch lunch, Aumentaty (scope), assemblr edu.

Herramientas para realidad aumentada, laboratorios, programación, entre otros.

Link <https://view.genial.ly/617d1751733ebf0dac4e58e0/presentation-sesion-4-formacion-de-maestros-stem>

Reto.

Tiempo: 40 min

Actividad 1.

Crear una ficha de realidad aumentada, en grupo, para un curso en particular.

Luego compartirán con sus compañeros.

Nota: Fuente elaboración propia.

Sesión 5. Construyendo mi proyecto ABP-STEM.

En la **tabla 17**, se hace una descripción de esta sesión, aquí se realizarán ejercicios relacionados con el pensamiento de Diseño en STEM y planeación de la primera parte del proyecto STEM-ABP

Tabla 17.
Descripción de la sesión 5.

Construyendo mi proyecto ABP-STEM.			
Tiempo: 1h y 10 min		Sesión: Virtual-presencial	
		No 5.	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Estructurar la propuesta para el desarrollo del proyecto ABP- STEM.			
Materiales: Computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.			
Pensamiento de Diseño.			Tiempo: 30 min
<p>Los maestros iniciarán con un reto de pensamiento de diseño con enfoque STEM.</p> <p><u>Actividad 1.</u></p> <p>Se entregará una hoja tamaño oficio y unas tijeras. Los docentes cumplirán el siguiente reto: realizar un hueco en la hoja, en donde puedan pasar a través de él. No podrán recurrir a ayudas tecnológicas.</p> <p>Link https://view.genial.ly/61856ef6af48230d7fba19e0/presentation-sesion-5-formacion-de-maestros-stem</p> <p>Los profesores mostrarán a sus compañeros sus propuestas y responderán:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué fue lo más difícil de la experiencia? - ¿Cómo se podría trabajar desde clase, con sus estudiantes? 			
Trabajado en equipo.			Tiempo: 45 min

Planteamiento del problema. Para esta experiencia se les propone a los maestros que piensen en un proyecto que quisieran trabajar con sus estudiantes, de manera transversal siguiendo el enfoque STEM, este proyecto se presentará a sus compañeros y directivas, donde se evidencie el trabajo realizado por cada uno.

Los maestros se organizarán en grupos y trabajarán en:

- Definir un tema en común para trabajar en el proyecto.
- Definir un tema en común para desarrollar el proyecto.
- ¿Cuál va a ser el objetivo del proyecto?
- ¿Cuál sería el producto final?
- Plantear la pregunta problema o reto a trabajar.
- Revisar si hay alguna asignatura que lidere la propuesta.

Para este momento los maestros se reunirán en grupo, socializarán las diferentes propuestas y escogerán una que pueda llegar a ser común para todos, en caso que no se logre, puede decidir trabajar de manera individual. Es importante que se revisen los planes de estudio y se busquen puntos en común.

Plantearán el reto o pregunta problema. Para el desarrollo de este ítem, se mostrarán ejemplos de retos, preguntas, que permita a los maestros orientar su proyecto.

La propuesta deberá quedar creada dentro de en una carpeta en la plataforma TEAMS, con el nombre del proyecto.

Nota: Fuente elaboración propia.

Sesión 6 y 7. Indagando y tomando decisiones con STEM.

En esta sesión los maestros trabajarán en la estructura del proyecto, siguiendo los pasos de la metodología ABP. **Tabla 18.**

Tabla 18.

Descripción de la sesión 6 y 7.

Indagando y tomando decisiones con STEM.			
Tiempo: 3h		Sesión: Virtual-presencial	
		No 6 y 7	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Estructurar la propuesta para el desarrollo del proyecto ABP- STEM.			
Materiales: Computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.			
Desarrollando una experiencia STEM.			Tiempo: 120 min
<p>Los maestros se organizarán en grupos y trabajarán en:</p> <p>El desarrollo del tipo de propuesta de proyecto, en el encuentro anterior ya habían definido el tema a trabajar y el reto o pregunta orientadora.</p> <p>Se entregarán en una hoja (Anexo) los pasos para el desarrollo de un proyecto ABP-STEM, se busca que los maestros sigan esa ruta definiendo momentos, algunos recursos, como manejarán la transversalidad y los aportes desde las diferentes asignaturas.</p> <p>Es importante que establezcan el tipo de producto con el que se dará evidencia el resultado del reto.</p>			

Los participantes construirán una presentación donde se deberán de ver los diferentes momentos del proyecto. Problema o pregunta desafiante, indagación profunda, autenticidad, reflexión, crítica y revisión y producto final público.

Esto se anexará al ejercicio de la sesión anterior donde definieron, el problema, temática a abordar, habilidades a desarrollar, objetivo y asignatura líder.

Los maestros construirán el proyecto bajo los parámetros ABP-STEM

El orientador revisará el trabajo de los maestros y guiará de ser necesario.

Nota: Fuente elaboración propia.

Sesión 8. Tomando decisiones y siendo críticos en nuestro proyecto STEM.

En esta sesión los maestros realizarán la presentación y sustentación de su producto final. En la **tabla 19**. Se hace la descripción de cómo se realizará la socialización del proyecto por parte de los maestros.

Tabla 19.

Descripción de la sesión 8.

Indagando y tomando decisiones con STEM.			
Tiempo: 2h 0min		Sesión: Virtual-presencial	
		No 8	
Sector:	Privado	Lugar:	Ferrocaja-Fontibón
Institución educativa: Gimnasio los Ángeles			
Objetivo: Estructurar la propuesta para el desarrollo del proyecto ABP- STEM.			
Materiales: Computadoras, acceso a internet, planes de estudio de matemáticas, ciencias y tecnología.			

Desarrollando una experiencia STEM.

Tiempo: 120 min

Revisión de la propuesta, final por parte del grupo de maestros. Se revisarán que todos los pasos para el desarrollo del proyecto sean claros y evidentes dentro del proceso.

Los participantes expondrán sus proyectos, estos serán presentados a sus compañeros y directivos, con el fin que les puedan realizar preguntas, sugerencias respecto del proyecto desarrollado por los diferentes grupos.

Este ejercicio permitirá apropiación de los maestros frente a su trabajo, así como su empoderamiento del proyecto.

Al cierre se los invitados a la socialización contarán con un espacio para preguntas, sugerencias, recomendaciones y felicitaciones.

Nota: Fuente elaboración propia.

6. Capítulo VI. Análisis E Interpretación De Los Datos

En el ejercicio de observación participante¹¹ se desarrolló como se mencionó en el apartado anterior, en 8 sesiones ubicadas entre el mes de octubre y noviembre 2021. Distribuida en sesiones virtuales, presenciales e híbridas.

La implementación presencial se llevó a cabo, en las instalaciones del colegio Gimnasio los Ángeles de la localidad de Fontibón, las reuniones virtuales e híbridas se mediaron a través de la plataforma TEAMS.

En los diferentes momentos se realizó una observación y una transcripción de los cada uno de los encuentros, la información se analizó a través de ATLAS.TI (versión 9)¹²

Cada código señalado allí, surge de los datos que se procesaron, luego de realizar una revisión teórica y la práctica se conformaron categorías según sus características y similitudes, exponiendo así las ideas más importantes y sobresalientes de este trabajo.

6.1. Revisión Teórica Y Práctica.

Aquí se hace una descripción entre las palabras que más sobresalían en los diarios de campo y se estableció una correlación entre la teoría y el desarrollo de la misma estrategia.

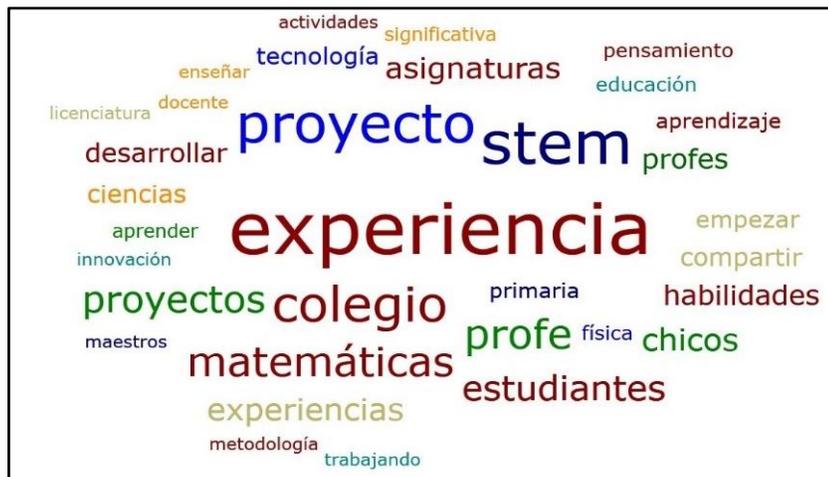
¹¹ La participación pone el énfasis en la experiencia vivida por el investigador apuntando su objetivo a “estar dentro” de la sociedad estudiada. (Guber, 2019).

¹² Es instrumento informático que facilita el análisis cualitativo de grandes volúmenes de datos textuales. (Justicia, 2005).

A continuación, encontrarán diferentes esquemas de palabras de nubes (obtenidos de Atlas TI), con una descripción frente al progreso de la estrategia y su objetivo.

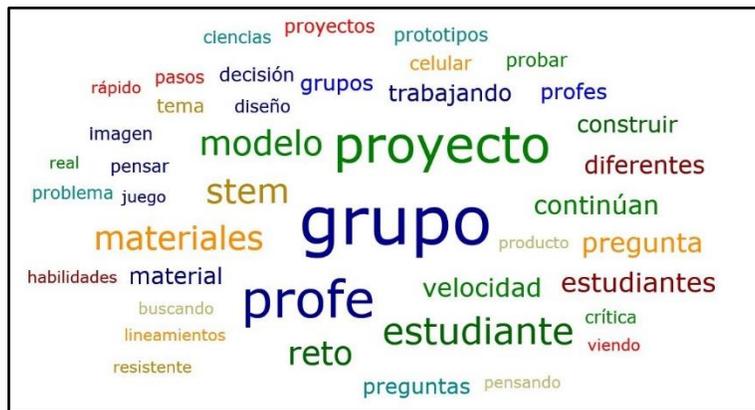
En la **figura 10**. Se puede apreciar que el objetivo de la sesión, concuerda con las palabras que más recurrentes durante la misma, en este caso, la reunión se había enfocado en conocer a los participantes y sus experiencias previas en el desarrollo de proyectos, en el diagrama se puede ver que las palabras que más se usaron en encuentro corresponden Experiencia, proyecto, STEM, colegio, estudiantes, matemática entre otros.

Figura 10.
Sesión 1. Experiencias previas.



Nota: Obtenida del Diario 1. Fuente: Elaboración propia.

En la sesión 2, se presentó al grupo de maestros diferentes experiencias e ideas de proyectos tipo STEM, se habló de ¿qué es el enfoque STEM? y el papel del estudiante en este proceso de aprendizaje, al revisar la **figura 11**. Se



Nota: Obtenida del Diario 3. Fuente: Elaboración propia.

De una forma más estructurada en la sesión 4, se abordaron las herramientas, aplicaciones y actividades que se pueden ir ancladas a los proyectos STEM, en la **figura 13**. Se destacan las palabras: proyecto, aplicación(es), estudiantes y maestro, demostrándose nuevamente una correlación con el objetivo de esta sesión.

Figura 13.

Sesión 4. Herramientas para el proyecto ABP-STEM.



Nota: Obtenida del Diario 4. Fuente: Elaboración propia.

En la sesión 5, los maestros son protagonistas en el desarrollo de micro proyectos, se acentúan las pequeñas comunidades de práctica (CP) que se han ido gestionado, en la **figura 14**. Se destacan palabras como profe, proyecto, tecnología, estudiantes y grupo.

Figura 14.

Sesión 5. Construyendo el proyecto ABP-STEM profesor como protagonista.



Nota: Obtenida del Diario 5. Fuente: Elaboración propia.

No se hizo una construcción de la nube de palabras de las sesiones 6, 7 y 8 porque los maestros estuvieron trabajando en el proyecto final y en la sesión 8 se hizo el cierre, encontrándose solamente palabras que se relacionaban con el proyecto individual de cada grupo.

6.2. Análisis De Resultados.

Para la descripción y análisis, se grabó cada una de las sesiones realizadas con los maestros a través de la plataforma TEAMS y con ayuda de una cámara. (Ver anexo) posteriormente se transcriben los diarios de campo (Anexo) y se complementó con las entrevistas a 5 de los 6 participantes.

Con estos instrumentos, se realizó la confrontación de los mismos **tabla 20** y a partir de esta información se determinó: el total de citas, total de códigos, y total de familias o categorías, como se puede observar en la **tabla 21**.

Tabla 20.

Instrumentos analizados.

Instrumentos analizados.	
Diarios de campo	8
Entrevistas	5

Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 21.

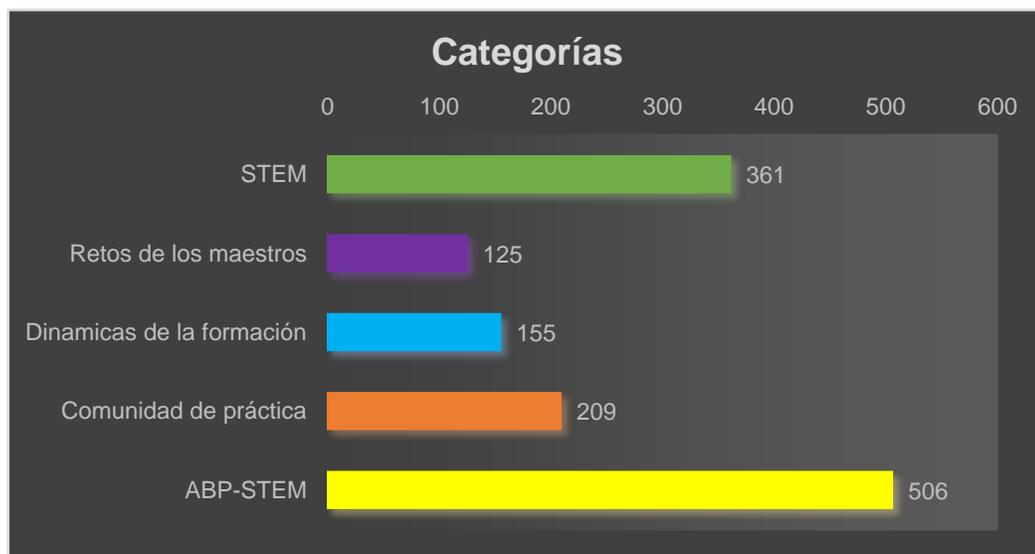
Saturación de la información.

Saturación de la información.	
Citas en total	1027
Códigos en total	67
Familias en total	5

Nota: Fuente elaboración propia.

Luego de la codificación, se determinaron 5 categorías, cada una corresponde a un grupo de códigos que se articulan entre ellos. En la **figura 15**. Se presenta las familias con su respectiva cantidad de citas, cabe aclarar que varias citas pueden responder a diferentes categorías, lo que hace que el total de cita no corresponda al total procesadas.

Figura 15.
Cantidad de códigos por familia



Nota: fuente elaboración propia.

Por otro lado, STEM y ABP-STEM son las categorías que más saturadas y se destacan siendo elocuente con la estrategia, dado que, esta se encuentra estructurada y apoyada en estos lineamientos rigurosos de este enfoque y metodología.

Cada una de las categorías señaladas en la **figura 15**. Cuentan con un grupo de códigos, que se relacionan con la teoría y el desarrollo práctico de la estrategia, esta descripción por familia y su respectivo análisis se realizará más adelante.

En los siguientes esquemas, se encontrarán las categorías y los códigos que hacen parte de cada grupo y se codificaron en tres colores, los de color verde que corresponden a los aspectos teóricos, las de color magenta a la información

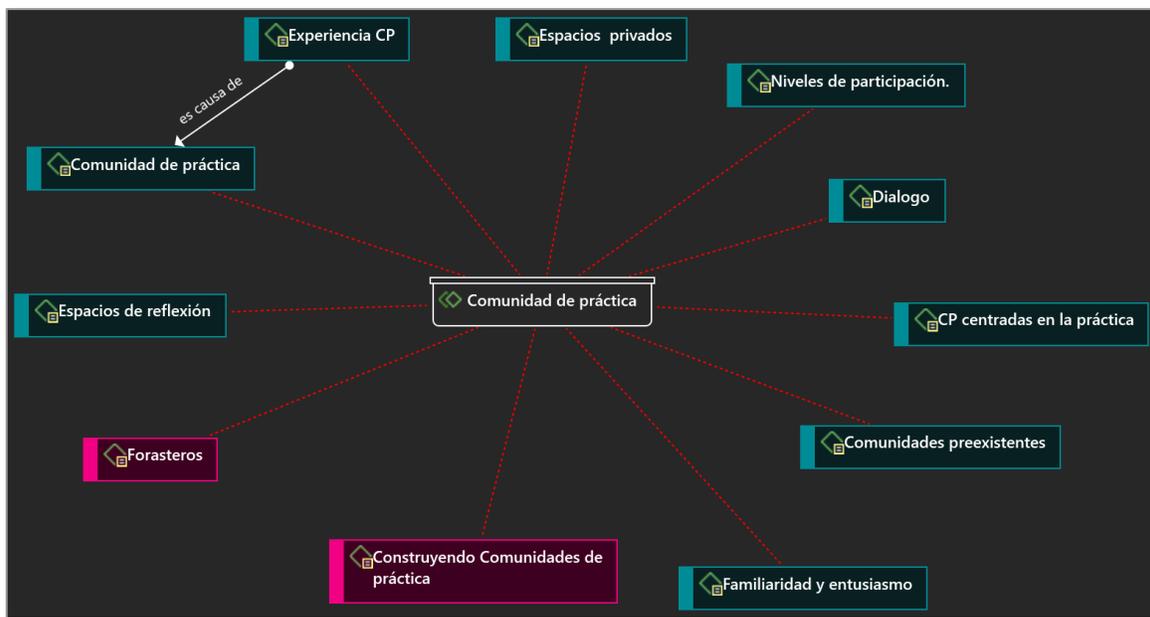
implícita que se desprende de la teoría y los de color morado que se relacionan con las inferencias teórico-prácticas.

En las descripciones gráficas se encontrará que varios de los códigos están sustentados teóricamente, por lo anterior se realizó la codificación, surgieron otras, espacios de trabajo y planeación donde los participantes pueden hacer usos de estos momentos para intercambiar información y compartir experiencias.

En la **figura 16**. Se muestran algunas relaciones que se dan entre algunos de los códigos, la mayoría de ellos responden a ¿cómo conformar una comunidad de practica (CP)?

Del mismo modo, cuando las comunidades ya preexisten o están en conformación, la familiaridad hace que se fortalezcan los lazos, observándose una asociación directa entre ellas.

Figura 16.
Categoría comunidades de práctica (CP)



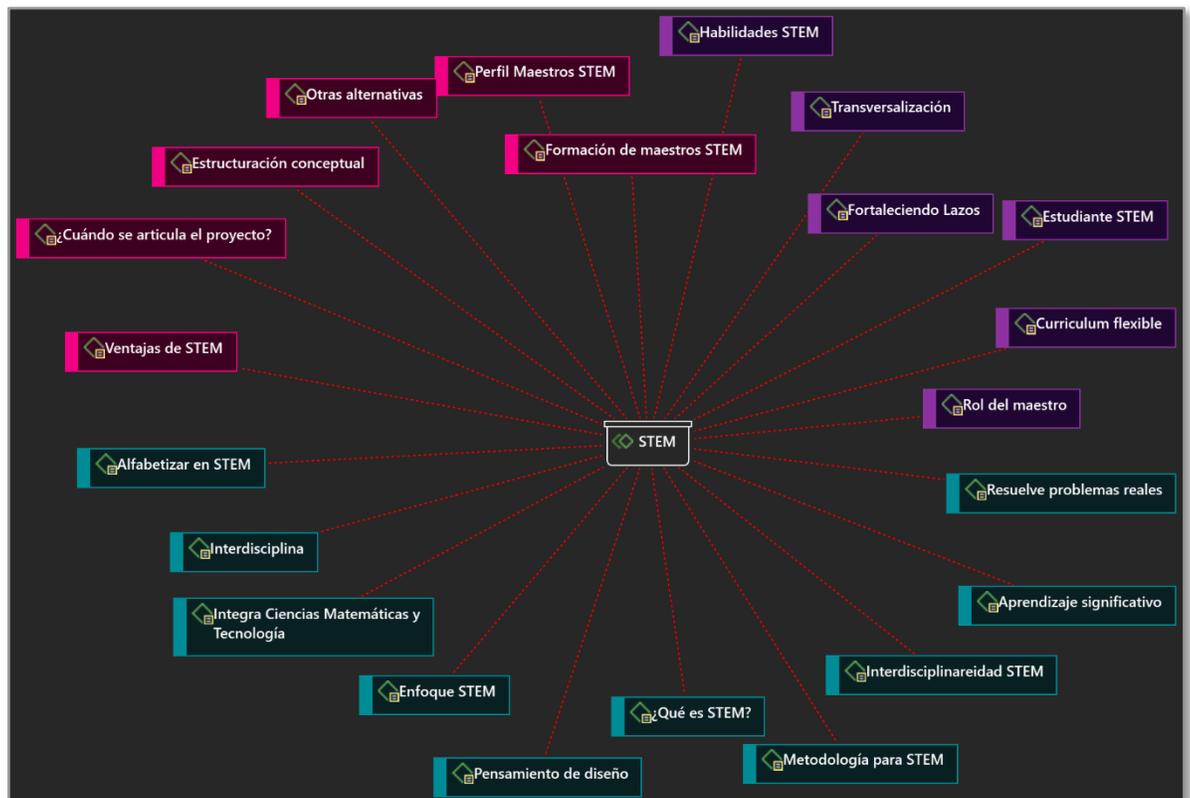
Nota: Códigos que hacen parte de esta categoría. Obtenida en Atlas. TI.

Fuente: elaboración propia

En la **figura 17**. Se pueden visualizar los principales códigos que responden al enfoque STEM, reflejándose un incremento ente los códigos que tiene relación implícita y práctica.

El código de fortaleciendo lazos se correlaciona con la categoría CP, por el efecto que tiene en ambas categorías, al servir como motivador para la conformación CP y los beneficios que brinda en la implementación de STEM.

Figura 17.
Categoría enfoque STEM.

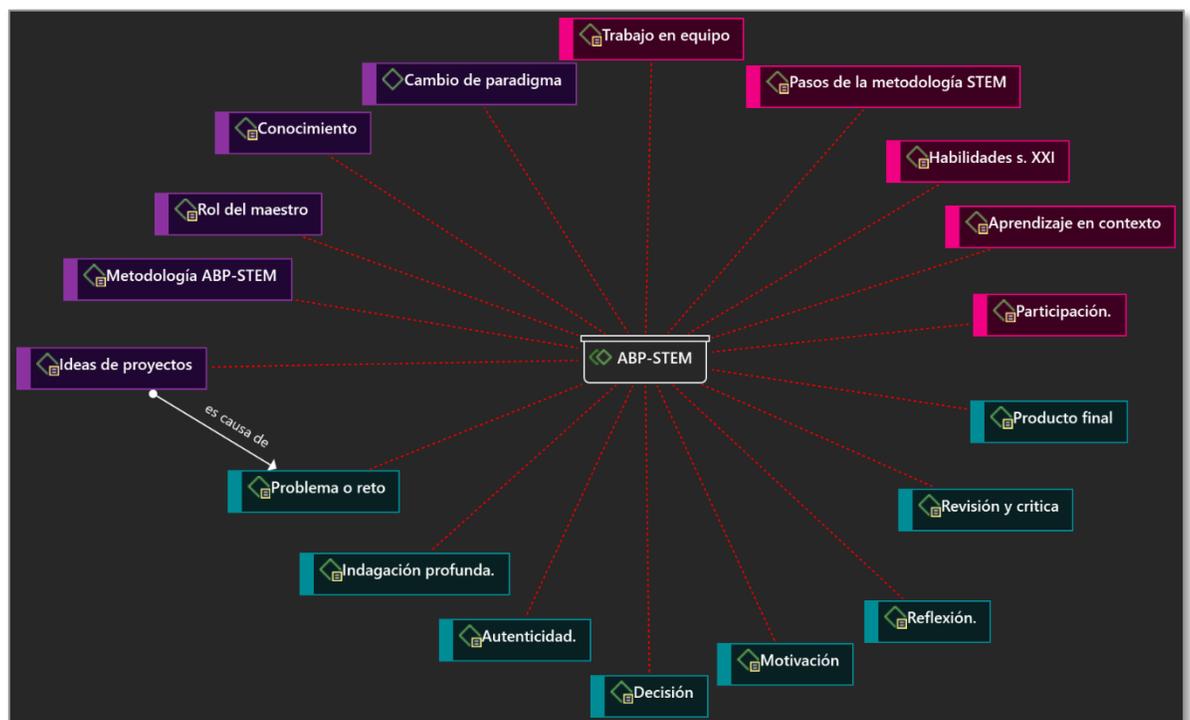


Nota: Códigos que hacen parte de esta categoría. Obtenida en Atlas. TI.

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Se encuentran los códigos relacionados con la metodología STEM, aquí, al igual en la figura anterior, se encuentra en buena proporción la relación entre la teoría y la práctica, dado que la estrategia se desarrolló de forma experiencial y conceptual, donde los participantes aprendieron sobre el enfoque STEM, siguiendo la metodología ABP-STEM.

Figura 18.
Categoría enfoque ABP-STEM.



Nota: Códigos que hacen parte de esta categoría. Obtenida en Atlas. TI. Fuente:

elaboración propia.

Esta última categoría **Figura 19.** es una de las más importantes, los códigos adscritos aquí, corresponden a las apreciaciones propias de la observación y la comparación teórica, dónde se evalúa el rol del maestro como educador, pero al mismo tiempo como aprendiz, que asume retos desde las dos líneas del aprendizaje y la enseñanza.

Figura 19.
Categoría Retos del maestro.



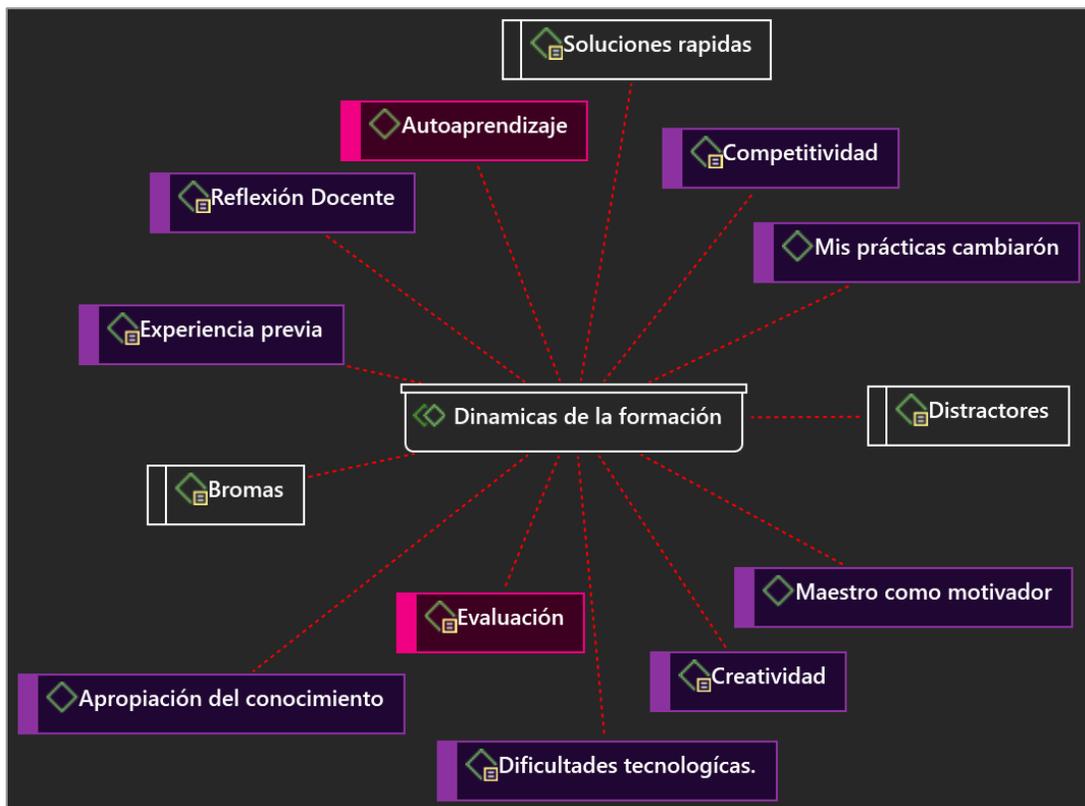
Nota: Códigos que hacen parte de esta categoría. Obtenida en Atlas. TI.

Fuente: elaboración propia.

Los códigos que hacen parte de esta última categoría se derivan de las necesidades, habilidades, experiencia, apropiación del maestro durante la

formación. En la **Figura 20**. se encuentran diferentes códigos, que más adelante se abordarán dentro del análisis.

Figura 20.
Categoría Dinámicas de formación.



Nota: Códigos que hacen parte de esta categoría. Obtenida en Atlas. TI.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta en forma gráfica y analítica la correspondencia entre la cantidad de citas y los códigos de acuerdo a cada una de las categorías.

6.2.1. Conformando Comunidades De Práctica.

En la **figura 21**. se detalla la categoría relacionada con las comunidades de Práctica, en ella se encuentran 13 códigos, de los cuáles, 10 corresponden a aspectos teóricos propios de la conformación de una CP.

Los códigos con mayor densidad corresponden al dialogo que se da entre los participantes, el tipo de familiaridad, que habla de la relación entre los participantes y la experiencia de los maestros. Como inspiración para la construcción de la CP, estos tres aspectos serán sensibles de análisis pues tiene correspondencia con los momentos más significativos en la consolidación de CP.

Figura 21.

Cantidad de Códigos por la categoría Comunidades de Práctica.



Nota: Fuente elaboración propia, obtenida del análisis de Atlas-TI.

Experiencia. Las CP se nutren constantemente de las experiencias personales que otros docentes van aportando, siendo una forma de abordar la

enseñanza y el aprendizaje dando cavidad a la opinión y al conocimiento que une a la comunidad.

Las siguientes son algunas de las citas que vislumbran la importancia de la experiencia, en este proceso de aprendizaje hacia el enfoque STEM.

12:10 p 3 en Entrevista M.

M: Bueno, pues digamos que lo fuimos dialogando, poquito a poquito con la profe. Por ejemplo, recuerdo que la profe de matemáticas ehm (sic) nos contó sobre un proyecto que había estado trabajando y así, poquito a poquito fuimos llegando como a lo que queríamos y así mismo, pues digamos que al compartir las ideas de lo que estaba trabajando dijimos, bueno, como que podemos trabajar por ejemplo algoritmos.

P: 8:20 p 3 en Diario 4

ellos pueden hacer ejercicios de realidad aumentada, tienen su jardín su huerta aquí, pero desde tecnología la profe les va a enseñar a como generar realidad aumentada.

7:191 p 11 en Diario 1

A: a partir de esas figuras geométricas poder factorizar, eso me parece muy...interesante y... pues, me gusta el curso de octavo precisamente por esa temática.

7:69 p 11 in Diario 1

G: tuvimos la experiencia de llevar a los chicos ah (sic) aulas vivas, entonces eso me apreció una experiencia que les aporta resto a ellos.

Al recopilar esta información, se encontró que los proyectos desarrollados, en gran parte estuvieron inspiración en los momentos donde los maestros compartieron su diferente experiencia, fue justo allí donde se dio la idea de que podrían trabajar.

EL Dialogo. Es uno de los parámetros más eficaces en la conformación y consolidación de una comunidad de práctica (Wenger, 2016). Luego del análisis cualitativo, se encuentra que dentro de la categoría CP, es uno de los aspectos con mayor relevancia, dado que es de los primeros pasos que se deben considerar para que una comunidad se puede nutrir de las experiencias colectivas de los diferentes miembros de la comunidad.

Las siguientes son algunas de las citas que correspondes a la percepción de los maestros frente al dialogo como una gente propositivo e importante para poder conocerse y realizar un proyecto en conjunto.

10:4 p 2 en Entrevista A.

A: Es importante, digamos que, que se puedan crear con esas personas que no estabas trabajando espacios de diálogo, que permitan hacer la construcción conjunta de un proyecto.

11:6 p 3 en Entrevista L.

Entonces, entre las tres todas colaboramos todas, hubo bastantes ideas, y bastantes cosas innovadoras y es cómo que van saliendo más cosas. ¿No? Entonces, a raíz de una idea, cada una iba despertando otras ideas.

13:35 p 8 in Entrevista G.

G: Pues yo creo que es un papel principal porque si no hay interacción entre los entre los participantes, pues no va a haber proyecto.

A partir de lo anterior podemos ver como las interacciones que se dieron entre los participantes van adquiriendo valor a tal punto que comparten información conocimientos consejos que les permiten resolver problemas entre ellos. (Wenger, 2016)

También se encontró, que se van haciendo reflexiones en torno a las experiencias que se viven y pueden fortalecer las CP:

9:76 p 19 in Diario 5

...hay cosas muy geniales que uno encuentra, pero también nosotros hemos hecho cosas muy valiosas que podemos rescatar y empezar a compartir con nuestros compañeros...

Familiaridad y entusiasmo. Una comunidad que está conformada, combina sus espacios formales e informales para establecer momentos de dialogo entre los integrantes de la comunidad, sin embargo, en este caso, con los maestros que estaba incursionando en la construcción de una comunidad, se identificaron espacios y conversaciones que hacían que los momentos de trabajo fueran amenos, creando un nivel de comodidad y libertad de expresarse sinceramente, como se puede leer en las siguientes citas.

5:54 p 9 in Diario 3

A: Bueno ¿lo recorto?

Fr: Pues si quiere...si quiere lo recorto yo... jejeje.

G: ¿Usted sabe recortar? Jejeje

Fr: Obvio que sí. jajajajaja es coger las tijeras y seguir la línea...

G: ¡Nooo!, porque no es tan fácil, hay gente que no sabe recortar, así como no sabe colorear.

La anterior frase, corresponde al grupo 2, entre ellos el nivel de confianza era alto, siempre bromeando, pero lograban encontrar puntos muy rápido de compaginación académica, haciendo que su trabajo fuera más divertido, sin perder la rigurosidad académica.

Esta es una de las percepciones de un integrante del grupo, luego de culminar la experiencia.

13:8 p 3 in G.

...es bien importante tener una afinidad con el Grupo, sí, porque si uno no tiene una afinidad con sus compañeros de trabajo, pues el proyecto se va a volver jarto tanto para quienes tienen que hacer el trabajo, que sería el docente como para quienes van a aplicar el proyecto.

17:53 p 14 in Diario 6

Fr: eh (sic) yo no sabía que usted era familiar de Escobar, el patrón del mal.

G: Tan bobo.

Fr: Jajajaja con razón es toda peligrosa.

A: G vamos a descanso, vaya y descanse.

Fr: Ya nos conectamos.

G: Listo ya nos vemos, chaos asquerosos (sic).

Fr: Porque nos trata mal.

G: jajaja porque iba hablar y me dicen que van a descanso.

Fr: pinche (sic) Escobar.

Fr: Si, me parece bien.

G: Chao.

La familiaridad y proximidad que hay en este grupo, permite ver que los maestros trabajan con libertad, que su forma de expresarse, no los lleva a sobrepasar el respeto y que dentro de sus charlas amenas realizar trabajo académico. Las siguientes son apreciaciones de dos de los participantes de este frente a la importancia de tener algún tipo de afinidad entre los integrantes del grupo.

10:3 p 1 in Entrevista A.

P: ¿Cuál crees que es la importancia de trabajar y construir proyectos STEM en grupo? ¿O sea, cuál fue la importancia para Ustedes de trabajar en grupo y construir proyectos, STEM, cuál crees que sea la importancia?

A: Considero que es que hay un aspecto a importante y es la empatía, sí, y, y.

A: No sé cómo. Sí como la empatía, el trabajo en grupo, que, que se pueda generar entre esas personas.

13:13 p 4 in Entrevista G.

Sí, claro, sí. También eso es importante porque digamos uno, no se entiende con alguien, bueno, pues la amistad yo no puedo ser amiga, no sé de sumercé, pero nos podemos entender, pero creo que si somos amigas tenemos muchas más cosas en común.

13:12 p 4 in Entrevista G:

...había un interés, los tres estábamos, digamos, el interés en particular era la biodiversidad. Si teníamos ese interés, entonces creo que eso nos hizo como, ay (sic) listo, podemos trabajar en eso. Sí, los tres teníamos esa afinidad. Entonces fue como fácil poder organizar qué era lo que queríamos.

En contraste estaba el grupo 1. Aquí los maestros involucrados no tenían alguna proximidad, aunque había un interés académico al poder afrontar el reto propuesto. Era un grupo que por primera vez trabajaban en un proyecto, aunque eran compañeras hacía varios meses, sus interacciones académicas eran fueron pocas.

11:5 p 2 en Entrevista L.

L: No, señora, no, pues de pronto compañeras de trabajo del año pasado, pero de ahí de ahí no pasamos, no, ni siquiera hablamos de pronto, ni cómo trabajamos cada uno en su área ni nada estas cosas.

Al inicio las interacciones de este grupo eran más complejas, con decisiones simples, de poco debate, pues hasta ahora se estaba conociendo, porque los

maestros de primaria tienden a trabajar de manera individual, porque son maestros multidisciplinar, sin embargo, luego de la experiencia, el trabajo entre ellas mejoró, como se puede ver en la siguiente cita.

12:23 p 6 en Entrevista M.

Entonces el hecho de que nos reuniéramos juntas las tres, para hablar de ese tema, me dio un poco más de campo para que este año pudiera decirles profes, miren estoy haciendo este proyecto.

Aunque es un grupo que surgió de la imposición de un trabajo, tiene posibilidades de acrecentarse y solidificarse, en la medida en que tengan más espacios de socialización e interacción.

Construyendo comunidades de práctica, en la actualidad se hace necesario cultivar las CP de forma activa y sistemática, para el beneficio de los miembros y de la propia comunidad. Wenger, (2016).

Dentro de la construcción de estas comunidades se pretende que los maestros logren competencias ambiciosas, que fomenten la apertura a los cambios, que sean capaces de reconocer los desafíos que trae el desconocimiento de algunos temas. (córdoba, 2013).

A partir de lo anterior y reconociendo a los dos grupos de maestros en formación se puede decir que lograron dar pasos a la construcción de una comunidad centrada en la práctica y que, pese a los diferentes puntos de partida de cada grupo, se encontró avances importantes.

10:7 p 2 en Entrevista A.

A: ...resulta que esos hay profesores de primaria que están dictando ahorita en grado sexto, esto sí entonces, pues las profes de primaria me decían como venga, esto lo podemos también articular para los, para los más pequeñitos.

Aquí se puede ver una ampliación e integración entre los dos grupos de trabajo, quienes en su necesidad de mejorar sus prácticas buscan momentos y espacios para concordar, esto se da por la familiaridad y la necesidad de trabajar proyectos integrados.

14:4 p 3 en Entrevista V.

V: Por ejemplo, para mí personalmente nos une más a nosotros, por ejemplo, primero que todo nos une como maestros, si segundo nos une hace a trabajar con los estudiantes y tercero como institución.

14:15 p 6 en Entrevista V.

...me están ahorita contando todo lo que quieren hacer, entonces ha sido muy chévere también, porque pues me uno con los, bueno, con toda primaria, que es como mi rango, mi campo y también con los de bachillerato, entonces ha sido también cómo se trabajó en equipo y como, como no sé cómo esa, esa, esa carga que tenemos todos...

En este caso es importante que las instituciones sigan fomentando espacios donde los maestros puedan intercambiar información, experiencia, consejos e ideas entorno a su práctica docente.

6.3. STEM

Esta categoría está compuesta por 13 códigos, en la **figura 22**. se puede observar la agrupación y la cantidad de citas asociadas.

Dentro de los códigos que más se destacan por su saturación se encuentra la alfabetizar en STEM, interdisciplinariedad en STEM, pensamiento de diseño, el rol del maestro, formación de maestro STEM, integra ciencia, tecnología y matemáticas, sin embargo, existe una singularidad entre los códigos de aprendizaje significativo, currículo flexible, habilidades STEM, metodologías STEM y resuelve problemas reales, los cuales serán focos de estudio y profundización.

Figura 22.
Cantidad de códigos por la categoría STEM.



Nota: Fuente elaboración propia, obtenida del análisis de Atlas-TI.

Alfabetizar en STEM, corresponde mostrar las competencias en STEM y lograr poner el conocimiento en cada una de las disciplinas que se involucra allí (Couso, 2017). Comprendiendo esto y evaluando su pertinencia en la estrategia se encuentra las siguientes citas.

14:11 p 5 en Entrevista V.

V: ...a la hora de planificar uno puede, por ejemplo, con este modelo trabajar. Todos los cursos, Todos los profesores y todas las asignaturas y eso es genial porque pues no sólo integramos o bueno no, no, no, no solo se integra a la de uno, sino no se habría más campos.

Uno de los parámetros que reconoce la alfabetización de maestros en STEM, es que los docentes logran alcanzar un nivel de confianza, a tal punto que reconocen sus debilidades y carencias con el fin de mejorar sus prácticas docentes.

13:50 p 11 en Entrevista G.

...Si sirve, porque uno se da cuenta que uno como profesor, pues también tiene algunas falencias y algunas equivocaciones, y a veces uno también tiene que aprender del otro...

Otro aspecto que se aborda la formación de maestros en STEM es la capacitación constante, pues, aunque los maestros, comprenden la dinámica del enfoque STEM y la construcción de proyectos siguiendo la metodología ABP-STEM, se hace necesario, hacer un acompañamiento que va desde el diseño

hasta la ejecución y evaluación de la propuesta, para evitar caer en acomodaciones del contenido desde la visión sesgada del maestro.

13:39 p 9 en Entrevista G.

Hubiese sido muy chévere como tener más sesión, porque yo creo que es, o sea es un tema super interesante, muy, muy interesante.

10:47 p 11 en Entrevista A.

...debería haber un momento de acompañamiento para el desarrollo y un tercer momento de evaluación, que muy poco lo, lo, lo tocamos. Se acuerdan que yo les decía, es que hay uno, tiene que entrar a preguntarse, ¿cómo voy a evaluar esto?

11:23 p 7 en Entrevista L.

...ahí, de pronto muchas cositas, en el tiempo es que veces no tenemos, no hay, que no nos alcanza para hacer, no para planearlo, porque para planearlo lo tenemos, pero si faltan cositas de pronto, como lo desarrollamos, si me entiende, entonces yo.

L: Pues yo pienso o estoy mirando cómo hacerlo de manera o de una manera que sea una planificación muy, muy, muy, muy buena, toca.

12:35 p 9 in Entrevista M.

Pensaría saber mucho más, el cual debe estar planteado, eh (sic) de cierta manera por todos juntos y no decir listo, ahí está el proyecto, ahora usted

comienza a plantearse, comienza, porque no debe haber, digamos que otros momentos más, digamos que no, no tan largos, pero sí de calidad.

10:33 p 6 in Entrevista A. revisada

A: Sí, y digamos que haya como una persona encargada de.

A: En últimas como de especializada también en ese tipo de proyectos y nos vaya guiando a nosotros como profesores eh (sic).

Interdisciplinaridad STEM o integrar Ciencia, Matemáticas y tecnología. Suenan similares, sin embargo, la primera hace alusión al trabajo interdisciplinar de cualquier materia que siga el enfoque STEM, la segunda corresponde a los proyectos que solamente involucran las ciencias, matemáticas y tecnología, sin necesidad de seguir una metodología explícita.

Dentro del desarrollo con los docentes se encontró que hubo enfuerzo por partir de la Interdisciplinaridad de STEM, en el caso del grupo 1 así se hizo (maestros de bachillerato), sin embargo, en el grupo 2 (maestros de primaria) se vio una integración de la ciencias, matemáticas y tecnología, ya que se centraron en el producto final en sí mismo, más que en el desarrollo del conocimiento de los estudiantes, pues este grupo partió de una idea y sobre ella buscaron que temas se podía enseñar.

12:2 p 1 en Entrevista M.

M: Y así articulamos todas las áreas. ¿Si entonces dijimos listo, entonces Eh (sic)? Tecnología, matemáticas, Ciencias. ¿Cómo articulamos esas 3 áreas? Porque estábamos los 3 docentes. Entonces, Eh (sic) Lo hablamos, dialogamos y llegamos a la conclusión de que pues es la pizzería en ese caso.

11:1 p 1 en Entrevista L.

Pues nosotros nos basamos como más que todo en los chiquitos, para prácticamente primaria, pues por la experiencia que tuve el año pasado con algo similar de ese proyecto, entonces por eso fue que nos basamos en realizar ese proyecto.

En cambio, el grupo 1 se centró en el conocimiento (que iban a enseñar) y luego buscaron las herramientas y el pretexto para poder llegar a los estudiantes.

13:3 p 2 in Entrevista G.

El líder, iba a ser Ciencias. Entonces dijimos, Bueno, vamos a empezar con taxonomía desde taxonomía que pueden estudiar los chicos desde las matemáticas, entonces ahí el profe propuso conjuntos, listo y desde conjuntos, y desde taxonomía que podríamos hacer con tecnología. Entonces el profe propone una aplicación para poder hacer un álbum fotográfico con los códigos QR.

12:42 p 12 in Entrevista M.

M: Yo pienso que, si se puede articular todas las áreas y no dejar de lado las vertientes, obviamente si es necesario comenzar desde lo básico, poder generalizar

En el **Rol del maestro STEM**, se reconoce que este debe ser un guía y facilitador, es la persona encargada de planificar, organizar y acompañar el proceso de aprendizaje, tiene un papel importante ya que de él depende cómo se da la experiencia de aprendizaje y es el principal encargado de motivar el aprendizaje.

La siguiente cita presenta al maestro como un motivador.

7:157 p 23 in Diario 1

P: Porque la idea es que empezar a crecer en desarrollar proyectos y la fuente más importante de esto son los maestros, son ustedes, son los que dan vida a todos los proyectos que un colegio...

La siguiente a un profesor cómo guía.

8:63 p 16– 17 in Diario 4

P: ...¿qué hiciste? ¿qué pasó aquí? ¿por qué llegaste a este punto? ¿crees que hubieras podido cambiar algo? eh (sic), ahí es donde podemos ayudar con las sugerencias, pero no sugerencias de hazlo de esta manera, si no, y si cambiamos esto, ¿pensaste en cambiar tal cosa? ¿Revisa tal otra?

Pensamiento de diseño. Haciendo alusión a lo expuesto por Green (2014) la integración de la tecnología se dio como un proceso de diseño de ingeniería, donde la tecnología sirvió como herramienta de aprendizaje, esto aplicó para la formación de maestros y el diseño de los proyectos propuesto por los mismos.

8:54 p 14 in Diario 4

P: ...en el diseño de ingeniería, lo que más se trabaja es el pensamiento de diseño, que es que podamos construir, desarrollar, elaborar y entregar al final un proyecto.

En las siguientes descripciones se encuentra situaciones donde se planteó a los maestros como acudir en sus proyectos el pensamiento de diseño.

4:20 p 3 en Diario 2

...leemos los tres cerditos hoy porque es una muy buena historia sobre cómo es el proceso de construcción y cómo funciona, además lo que hace que sea una buena casa. ¿Cuáles son las buenas ideas de ingeniería?

4:24 p 4 en Diario 2

...trajimos todo juntos en una actividad donde pudieran hacer sus propias casas y ver qué materiales que usarían realmente.

4:26 p 4 en Diario 2

...Todas las casas se verán diferentes, algunos de ellos van a colapsar, pero eso es parte del método científico...

Los maestros deben vivir experiencias en torno al pensamiento de diseño, con el fin de que ellos mismos promuevan estas experiencias en sus prácticas.

5:24 p 3 in Diario 3

les traje diferentes tipos de papel, y ustedes van a determinar de todos, si pudieran determinar de todos el mejor ¿con cuál lo harían?

5:46 p 7 in Diario 3

El grupo está reunido haciendo planos de diferentes tamaños.

Fr: ¿de cuánto? (Dibujando un esquema) G: De cinco porque de diez no alcanza. Yo recorto.

- El profe A coge nailon y un lápiz para simular un compás, los demás compañeros le ayudan a sostener la hoja*

8:55 p 15 in Diario 4

hasta las civilizaciones egipcias, solo nombrando esto puedo integrar a sociales, cómo construyeron ellos pirámides, creo que es otra vaina que hasta actualmente los ingenieros también se lo preguntan ¿cómo lo construyeron? y hay un ejercicio que se le pide a los estudiantes hacer todo el diseño, todo el diseño no lo van a hacer, porque no se puede, todo el diseño para construir una pirámide.

Los maestros dentro de su formación solicitan poder trabajar más situaciones en torno al pensamiento de diseño, esto se debe a que desde la misma experiencia el maestro aprende.

10:32 p 6 in Entrevista A.

A: Eh (sic), pero también. Este hace falta más tiempo para para poderle seguir trabajando a ese tipo de cosas.

A: Entonces está como ese sinsabor, no sé cómo es la prueba, pero, pero necesitamos aún más.

P: Hace falta más.

10:46 p 11 in Entrevista A.

sí, sí nos permite a nosotros como pensar. Las cosas de diferente forma y. Y puedes decir listo por, digamos que dos situaciones le dan uno o bueno, a mí me dio una idea general.

A: Pero, pero pues si me hubiese gustado como más experimentación por parte de nosotros.

13:41 p 9 in Entrevista G.

Si, pero si hubiese sido chévere, digamos hacer muchas más actividades, pero es entendible que el tiempo era, pues.

Currículo flexible. Es importante que dentro de la planeación los maestros tengan un conocimiento amplio de lo que enseñan, porque es desde aquí donde se puede presentar la integración de los contenidos en STEM

13:1 p 1 in Entrevista G:

el grupo de nosotros lo hizo a partir uno eh (sic) estuvimos en cuenta el currículo del Colegio y entonces el plan de estudios lo tuvimos en cuenta y que ese plan de estudios y transversalizará, que esa temática es transversalizaran entre las tres áreas, que era tecnología, matemáticas y Ciencias.

14:11 p 5 in Entrevista V.

V: Si hay muchas, o sea, a la hora de planificar uno puede, por ejemplo, con este modelo trabajar. Todos los cursos, Todos los profesores y todas las asignaturas y eso es genial porque pues no sólo integramos o bueno no, no, no, no solo se integra a la de uno, sino no se habría más campos.

Aprendizaje significativo. Dentro de los contextos de formación los maestros deben experimentar o percibir que aprendieron algo que les sirve para cambiar sus prácticas docentes. Cuando una práctica no es significativa, no trasciende los muros de la escuela, en este caso los profesores llevaron su aprendizaje a otros compañeros y otras experiencias.

13:6 p 2 in Entrevista G.

yo creo que la importancia principal es que los chicos puedan hacer de esos proyectos ser aplicables a la realidad. Sí que no se quede simplemente en el concepto que vivimos, sino que ellos puedan llevar eso a lo que hacen en su vida diaria.

14:30 p 9 in Entrevista V.

V: Sí, claro. Por ejemplo, antes de tenía sólo una idea. Como conceptual y ya ahora sí tiene, ahora tengo yo personalmente una idea, haya muchísimos más clara de todo este modelo y los chéveres que es trabajarlo.

Enfoque STEM el enfoque está relacionado con la visión que se le da al abordaje de proyectos, es interesante cuando los maestros logran llevar el concepto a otros espacios o áreas con el fin de articular el aprendizaje. El motivar a otros a participar fuera de las áreas STEM es extender la posibilidad de alfabetizar a todos los maestros que se conozca este enfoque,

10:11 p 2 in Entrevista A.

Obviamente los alcances van a ser distintos, pero los desarrollos que se pueden implementar pues pueden ser de forma conjunta, sin importar el nivel de educación.

14:11 p 5 in Entrevista V.

V: Si hay muchas, o sea, a la hora de planificar uno puede, por ejemplo, con este modelo trabajar. Todos los cursos, Todos los profesores y todas las asignaturas y eso es genial porque pues no sólo integramos o bueno no, no, no, no solo se integra a la de uno, sino no se habría más campos.

Resuelve problemas reales. Los maestros desde la misma experiencia y vivencia de la formación, identificaron el impacto que genera en un grupo trabajar temas de interés y reales, los cuales se evidenciaron en la construcción de sus proyectos.

4:98 p 13 in Diario 2

Vemos a nuestros estudiantes colaborando naturalmente para resolver problemas, no sólo los que les presentan los profesores, sino los que enfrentan todos los días.

13:31 p 7 in Entrevista G:

..una de las necesidades que inspiró también el proyecto es el reconocimiento del territorio y eso ahí estamos hablando desde las Ciencias Sociales y cómo reconozco yo mi territorio es de las Ciencias Sociales, tengo que tener una ubicación geográfica, tengo que, sí, entonces si es sincero muchísimo en la práctica, porque uno empieza a ver.

6.4. Retos Del Maestro.

En la **figura 23**. Se muestra los 8 códigos asociados a esta categoría, el que más se destaca, está relacionado con la formación continua que requieren los

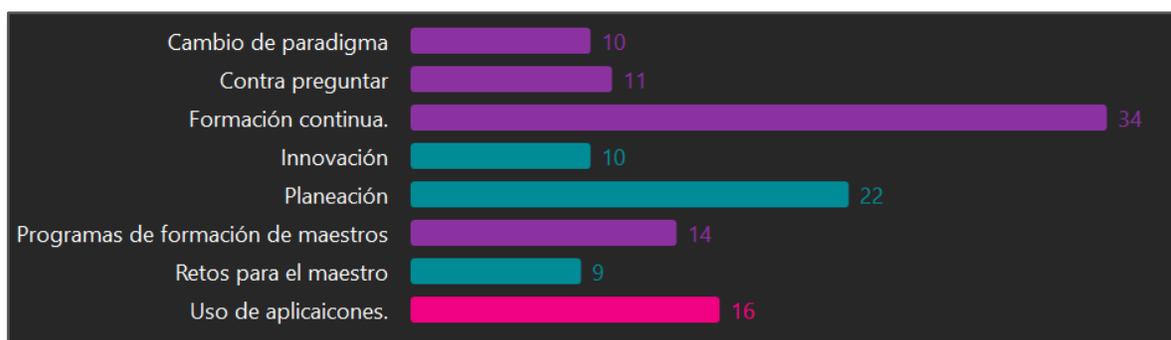
maestros, la planeación, uso de aplicaciones y los programas de formación continua.

Dentro del análisis, se hará una descripción detallada de la importancia estos tres códigos, vistos desde el reto que enfrentan los maestros que quieren trabajar en STEM.

Otros códigos, que tiene similitud por la densidad de citas corresponden a cambio de paradigma, contra preguntar, innovación y retos para el maestro.

Figura 23.

Cantidad de códigos por la categoría Retos del maestro.



Nota: Fuente elaboración propia, obtenida del análisis de Atlas-TI

Formación continua. Hay que continuar invirtiendo tiempo y recursos en la preparación de maestros que logren estar bien preparados y con grandes habilidades, para continuar con el trabajo STEM, Polgampala, et al. (2017) citando (Wittmer 1980), a señala que la enseñanza facilitadora no es un arte innato en los maestros los educadores STEM deben aprender esta habilidad.

Los mismos maestros luego de someterse a la estrategia indicaron como se muestra en las siguientes citas poder seguir en formación sobre este enfoque el

cual realmente es amplio y en el que se debe seguir escrudinando, dado que los momentos de aplicación y evaluación requieren de otro tipo de acompañamiento.

14:24 p 8 in Entrevista V.

Pero yo, o sea, a nivel personal, sí me gustaría más capacitaciones porque es un modelo mucho ir a trabajar y de pronto a veces quedan vacíos, en el cual los cuales, pues no sé de pronto con otras capacitaciones podemos ya llenarlos y tener muchísimo más claro todo eso entonces, pues me parece que fue muy, muy chévere, todo ese momento, pero desearía tener muchos más espacios para seguir trabajando con este modelo.

12:35 p 9 in Entrevista M.

Pensaría saber mucho más, el cual debe estar planteado, eh (sic) de cierta manera por todos juntos y no decir listo, ahí está el proyecto, Ahora usted comienza a plantearse, comienza, por qué no debe haber, digamos que otros momentos más digamos que no, no tan largos, pero sí de calidad.

La Planeación es una de las funciones que tienen los maestros al idear sus clases, según los contenidos secuenciados que vaya a impartir, sin embargo, pueden recaer en el facilismo de solo transmitir conceptos. Por el contrario, en STEM los maestros diseñan y plantean todos los momentos del proyecto, esto requiere de tiempo y reunión entre el grupo de maestros que están dispuestos a trabajar en STEM.

Esto puede tener dos miradas, la facilidad para organizar los proyectos en conjuntos y el tiempo que requiere pensar en conjunto un proyecto, es importante que se gestionen grupos a partir de los intereses particulares así el trabajo fluirá mejor y se podrá combinar con momentos de charla o tertulias.

10:15 p 3 en Entrevista A.

Hum (sic) digamos que el problema radica en cuanto a que se den esos espacios dentro de las planeaciones curriculares y, si dentro del colegio, esos espacios de diálogo que nosotros podemos como decir listo, vamos a crear un proyecto, entonces pongámonos de acuerdo. Sí.

Uso de las TIC.

11:30 p 8 in Entrevista L.

L: ¿Listo entonces? O sea, bueno, si es una planificación que hay que hacerla muy, muy, digamos, muy exacta y muy bien, muy bien organizada para llevarlo, para llevarla bien acá.

Permite a los docentes revisar sus planeaciones e innovar en ellas.

13:52 p 12 in Entrevista G.

Sí, porque ya tengo otras ideas porque ya tengo otras planeaciones y ya veo a otra manera otra visión de cómo enseñarles a los chicos.

Uso de aplicaciones. La pandemia enfrento a los maestros a dar un paso gigante frente a la tecnología y comenzar a hacer uso de artefactos tecnológicos

cómo mediadores del aprendizaje, sin embargo, esto se debe aprovechar para articular proyectos.

En el grupo de maestros se encontró una mayor resistencia al uso de las aplicaciones en el aula, manifestando los pocos recursos, sin embargo, se dieron estrategias de trabajo para el área de tecnología.

8:34 p 6 in Diario 4

eso está pensado desde tener el recurso para computadores y de más, hasta donde yo sé, se está pensando desde la construcción y la parte física, porque no hay recurso.

Por el otro lado, había maestros que aún le apuntaban al uso de aplicaciones, puede relacionarse por que el profesor que más proponía estas ideas era el de tecnología, esto quiere decir que hace falta seguir fomentando el aprendizaje de los demás maestros.

7:84 p 14 in Diario 1

Scratch que los videojuegos no solo es para el ocio o divertimos de uno, si no también puede funcionar desde la diversión, desde la educación y el aprendizaje entonces veíamos lo que era Code.org, lo que era también un juego eh...(sic) que se llama lightbot,

7:200 p 13 in Diario 1

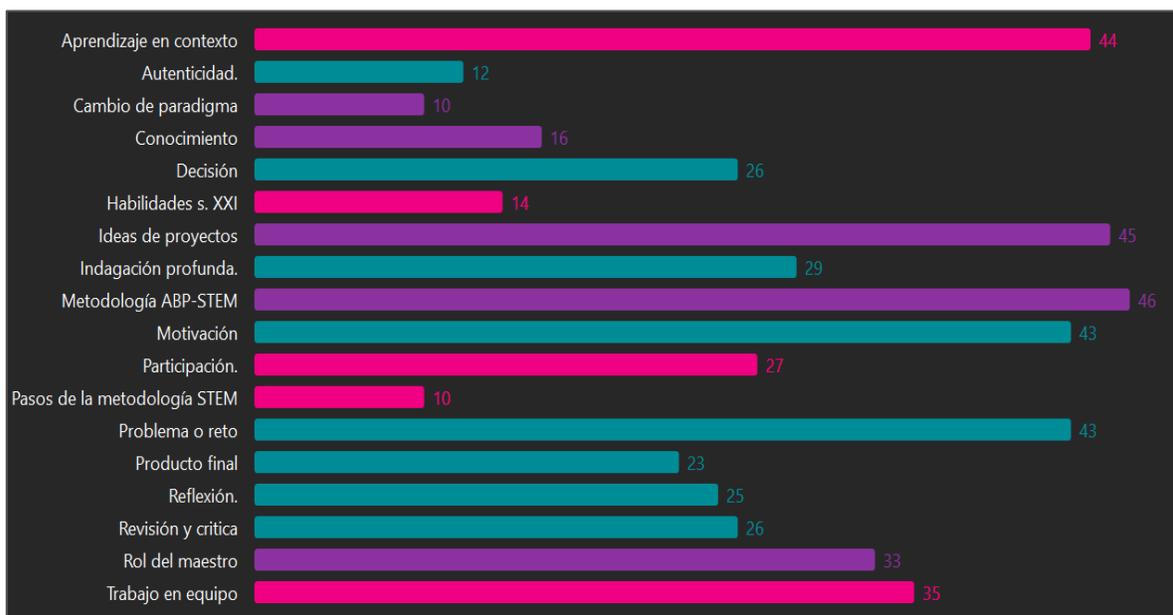
entonces digamos que... que ese cambió de chip de ellos de pronto que el videojuego solamente es para divertirme videojuegos solamente me funciona para esto, empezando ellos mismos a programar y ver que

también ligar a la educación entonces creo que... fue una experiencia muy chévere...

6.5. ABP-STEM

En la **gráfica 24**. Se encuentran los códigos que responden a la categoría de ABP-STEM, por su similitud en el nivel de saturación, el aprendizaje en contexto, las ideas del proyecto, la metodología ABP-STEM, el problema o reto y la motivación, estas corresponden a los momentos del proyecto en relación al enfoque.

Figura 24.
Cantidad de códigos por la categoría ABP-STEM.



Nota: Fuente elaboración propia, obtenida del análisis de Atlas-TI

El aprendizaje en contexto. Cada actividad estaba diseñada para implementar diferentes estrategias y momentos del aprendizaje basado en proyectos con el fin de que los maestros identificarán las ventajas de incluir el aprendizaje en contexto en el desarrollo de proyectos.

En seguida se muestran ideas y conclusiones que se dieron durante la implementación.

5:22 p 3 en Diario 3

van a crear un paracaídas, esto lo van a poder hacer en grupo si quieren tres y tres de pronto para que puedan trabajar, crear un paracaídas usando diferentes materiales que le permitan funcionar mejor, y al final vamos a exponer sus resultados.

7:123 p 19 in Diario 1

..Los niños de sexto, ellos van a tener cinco tipos de plantas las van a poner en luz, otras con agua, otras con poca agua, otras las van a dejar en la oscuridad, otras sin luz le pusieron un montón de variables y ellos iban a medir el crecimiento de las plantas...

Luego de la experiencia, los maestros reconocen las ventajas y beneficios en el proceso de los estudiantes al trabajar en un contexto real.

13:6 p 2 in Entrevista G.

yo creo que la importancia principal es que los chicos puedan hacer de esos proyectos aplicables a la realidad. Sí que no se quede simplemente en el concepto que vivimos, sino que ellos puedan llevar eso a lo que hacen en su vida diaria.

13:4 p 2 in Entrevista G.

Los segundos fueron como las necesidades entonces. Teníamos una necesidad que era en general era, trabajar aplicaciones, que es algo que

los chicos necesitan saber si o si, porque ahora todo, pues como mediador por tecnologías. Y entonces dice el trabajo de aplicaciones, pero también desde la matemática y desde la ciencia. Teníamos una necesidad y era el reconocimiento del territorio. Sí. y ese territorio, pues eran territorio local, que era la salida. Aquí vamos a hacer a la humedad, entonces esa fue la segunda parte que tuvimos en cuenta.

8:5 p 1 in Diario 4

Yo recuerdo que, cuando estaba en el colegio un profesor me puso a recoger plantitas y hacer toda la categorización, mira, yo recuerdo ahorita: familia, género, subgénero, familia, phylum, subphylum.

La motivación y las ideas del proyecto. Son dos códigos que pueden ir de la mano, dado que en trabajo la motivación es la base de la construcción de cualquier idea que se quiera. En este caso la motivación lleva a la búsqueda de ideas para los proyectos.

8:41 p 9 in Diario 4

los estudiantes aprenderán que los animales y las plantas tienen necesidades comunes. Los estudiantes ensamblarán un hábitat de plantas y lombrices, este es de Science, eh (sic) para desarrollar una comprensión de necesidades comunes. Los estudiantes harán una comparación con el hábitat entre plantas y discutirán que necesitan, aquí el tema va a ser hábitat de plantas, incluso les está diciendo, temas de la ciencia del mundo real, la competencia que se está trabajando.

8:41 p 9 in Diario 4

los estudiantes aprenderán que los animales y las plantas tienen necesidades comunes. Los estudiantes ensamblarán un hábitat de plantas y lombrices, este es de Science, eh (sic) para desarrollar una comprensión de necesidades comunes. Los estudiantes harán una comparación con el hábitat entre plantas y discutirán que necesitan, aquí el tema va a ser hábitat de plantas, incluso les está diciendo, temas de la ciencia del mundo real, la competencia que se está trabajando.

9:55 p 15 in Diario 5

“Los estudiantes investigarán la industria de las prótesis mientras exploran el diseño y la funcionalidad de las extremidades artificiales” el ejercicio es el siguiente: entonces, se les proponen a los estudiantes unas tarjetas de... eh (sic)... unas personas con limitación física y la idea es que ellos busquen dentro de la tarjeta está pues la enfermedad que tiene la persona listo eh (Sic) tiene dentro de la tarjeta información la información médica e información de que hace esa persona en su vida diaria a que se dedica.

Los maestros debes ser motivadores, personas que impulsen todo el tiempo a los estudiantes a trabajar en proyectos, a desarrollar soluciones creativas, es el primero que debe creer en los que proyecta.

4:62 p 8 in Diario 2

hay varias experiencias que uno puede retomar uno tiene que arrancar de esos ejemplos e ir tomando, qué cosas nosotros... eh...(sic) podemos traer e implementar aquí de una manera sencilla,

8:40 p 8 in Diario 4

se las voy a compartir por el chat, hay, pero es para poder ver ejercicios así que podemos trabajar con niños pequeños, no necesariamente tienen que tener celular... si no que por ejemplo ya vienen las imágenes hay, entonces hay un ecosistema, entonces identifique los animales ellos los colorean en clase, tú le puedes tomar la foto al celular y ve como la imagen cobra vida durante la clase y ello lo pueden ver.

La metodología ABP-STEM. Se señalaron los momentos donde los maestros de manera espontánea iban reconociendo los momentos propios de la metodología STEM, esto se debe a la apropiación de la metodología a partir de las diferentes experiencias organizadas.

17:2 p 1 in Diario 6

cuál va a ser el objetivo, cuál va a ser el producto final, plantear la pregunta o reto que es lo vamos hacer y decir cuál es la asignatura que va a liderar el proyecto.

Contra preguntar durante las experiencias, fue contante en la capacitación, siempre se motivaba al maestro a poder argumentar o a plantearse preguntas que lo llevarán la solución de su problema.

5:7 p 2 in Diario 3

¿Cuál es el papel del paracaídas en el paracaidismo?

5:78 p 15 in Diario 3

¿qué es un paracaídas? Y ¿Cómo funciona? Ustedes hicieron ese ejercicio sin que yo se los dijera...

17:2 p 1 in Diario 6

cuál va a ser el objetivo, cuál va a ser el producto final, plantear la pregunta o reto que es lo vamos hacer y decir cuál es la asignatura que va a liderar el proyecto.

El problema o reto los maestros se enfrentaron a ideas de proyectos y como plantear situaciones que los llevará a reconocer situaciones factibles de ser estudiadas, aquí se muestran algunos ejemplos que surgieron durante las charlas con los maestros. Adicional como se visualizaba el producto final al conocer el reto que se quería.

5:146 p 24 in Diario 3

Estos son los básicos que deben tener un APB- STEM esos son los pasos, que siempre exista un producto final era lo que decía la profe M al comienzo, yo me planteaba un reto, pero apenas me planteo el reto ya me estoy planteando el producto final

9:66 p 17 in Diario 5

“Los estudiantes modelan cómo se filtra un medicamento de la sangre usando agua coloreada. Hacen predicciones sobre la cantidad de medicamento que queda en el sistema de una persona a lo largo del tiempo”

9:77 p 19 in Diario 5

llama seguimiento de uroanálisis es un ejercicio netamente biológico, la parte biológica donde uno le puede dar seguimiento a la cantidad de glucosa que se puede almacenar en la orina hay que tener microscopio.

7. Capítulo VII. Conclusiones

El objetivo de este trabajo consistía en diseñar y validar una estrategia de formación de docentes, a partir de la revisión teórica y de experiencias de formación de profesores, que dé cuenta de las características didácticas que debe tener una estrategia de formación profesoral en educación STEM.

Las conclusiones se dan cuatro líneas principales, comunidades de práctica como estrategia de formación de maestros, ABP-STEM como metodología para la construcción de proyectos con enfoque STEM, la formación de maestros en STEM y, por último, las necesidades continuas de formación de los maestros en las nuevas tendencias educativas.

A continuación, se nombrarán los aspectos más concluyentes propios de la investigación.

Las comunidades de práctica son una parte de nuestro diario vivir, se dan de manera espontánea, muchas trascienden barreras por el compromiso y dedicación de los integrantes, por tanto, las comunidades no se deben forzar, porque recaerían en el desinterés y la falta de compromiso, provocando que las comunidades no trasciendan.

En la educación las comunidades de práctica, se dan con un poco más de regularidad entre compañeros o “amigos” de trabajo, que se preocupan por mejorar su quehacer, y aunque son muy recurrentes, pocas prevalecen en el tiempo, esto puede ser por diferentes razones, sin embargo, mientras los

integrantes se encuentren en un mismo espacio, estas se podrán conformar de manera de manera deliberada.

Cuando se piensa en una estrategia, se debe considerar el grado de empatía académica entre los participantes, pues eso hará que el trabajo sea más agradable y fluya más fácilmente entre los mismos.

En el caso que no exista dicha afinidad, se deben establecer momentos de trabajo grupal diferenciado, que permita a los maestros participantes poder trabajar de manera más agradable, para ello el moderador establecerá roles que permitan ver las diferentes facetas de los participantes. Esto conllevará a que se generen más vínculos entre los participantes.

En la conformación de una comunidad de práctica entre docentes, se consideran dos tipos de grupos, los maestros que previamente ya tiene algún tipo de afinidad y los que hasta ahora llegan a trabar en grupo.

Los primeros son grupos que, por su experiencia, logran trabajar de manera autónoma, con mayor precisión dado que conocen las dinámicas de grupo, habilidades de los integrantes e intereses. Los que hacen parte del grupo dos, presentan mayor dificultad en la socialización de sus experiencias, intereses y conflictos que tengan, dado que hasta ahora se conocen y buscan consolidar un grupo de trabajo.

Cuando se inicia una comunidad de práctica desde cero, se debe fomentar los encuentros, las charlas académicas y los debates, la participación de todos los

integrantes en los diferentes niveles y así trabajar en la consolidación de una comunidad de práctica.

Luego de diseñada e implementada la estrategia se pudo determinar que los momentos mencionados anteriormente fueron tenidos en cuenta.

Las comunidades preexistentes se fortalecieron, por sus constantes interacciones haciendo, que el proyecto fuera más claro, más dinámico entre las áreas involucradas.

Los espacios de reflexión y retroalimentación fueron más espontáneos entre ellos.

El trabajo más arduo fue con el grupo dos, quiénes no habían trabajado previamente, y aunque hubo un acercamiento, se hace necesario continuar trabajando con ayuda de un moderador, que los oriente y guíen en el fortalecimiento de la comunidad de práctica.

Por lo anterior, se puede decir que la conformación de comunidades de práctica beneficia la formación de maestros, debido a las dinámicas que los maestros manejan en su diario vivir, las charlas, durante un café o en un momento de trabajo académico sirvan para construir conocimiento, compartir experiencias y estructurar nuevas ideas innovadoras e interdisciplinarias.

Si las comunidades de maestros se logran mantener en el tiempo, será un espacio de construcción e interacciones académicas, propias para que los maestros continúen aprendiendo, producto de su práctica social.

Durante la revisión bibliográfica se encontraron muchas experiencias que articulaban en ABP en el conocimiento del enfoque STEM, varias de estas estrategias estaban orientadas a la enseñanza solamente, dejando de lado el rol del maestro, cómo el agente constructor de estos proyectos.

Durante la estrategia se le dio importancia a los momentos de planificación de los maestros, pues son ellos quienes con la claridad podrán orientar buenos aprendizajes.

La vivencia de las experiencias por parte de los maestros, lo llevo a tener claridad sobre las dinámicas que deben formular para sus estudiantes, aunque la estrategia fue positiva, es importante hacer inmersión con el maestro en la vivencia de proyectos.

En cuanto a la metodología ABP-STEM, la estrategia se desarrolló centrándose en este modelo, las actividades e instrumentos correspondían a diferentes momentos de esta metodología que pretendía que los maestros se formarían en STEM siguiendo la metodología ABP

El ABP-STEM, fue un éxito, los maestros disfrutaron de aprender, pero también de encontrar una manera diferente y divertida de poder enseñar, el resultado de este trabajo se puede apreciar en las propuestas presentadas por los docentes, así como las ideas que se dieron durante el proceso.

Por otro lado, ABP no es la única metodología que preexiste para hablar de STEM, pero resulta ser interesante y atractiva de abordar con los estudiantes, por

los retos que se manejan, provocando interés en los estudiantes al momento de resolver los desafíos. El producto final, logra ser también encantador, por lo que se debe dar bastante relevancia a este momento, no por el resultado, si no por la apropiación del estudiante a presentar sus hallazgos.

Al igual que los estudiantes, los maestros aprendieron y se identificaron con los diferentes momentos de la metodología, y lograron proponer en cada proyecto las fases propias de esta metodología.

Por otro lado, uno de los retos que enfrenta la alfabetización en STEM, está relacionada con la formación constante, el acompañamiento y direccionamiento en el desarrollo de proyectos, adicional, la incorporación de más asignaturas a los proyectos STEM.

Sin embargo, si se logra consolidar un grupo, este mismo podrá seguir haciendo alfabetización del enfoque STEM, por eso es relevante dentro de esta estrategia fomentar el trabajo en equipo.

Dentro de los aspectos por mejorar o ahondar frente a la experiencia esta, trabajar con los maestros más el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional (no se abordó en la estrategia) ambos propios del enfoque STEM, pues son habilidades que los maestros podrán transferir a los alumnos.

Ampliar los tiempos de trabajo y desarrollo de la estrategia con el fin de abordar la implementación y evaluación de los proyectos STEM.

Hay que seguir alfabetizando en STEM a los maestros, recoger información de como aprenden y enseñan, y así diseñar estrategias que permitan,

retroalimentar las prácticas pedagógicas, que al final generarán impacto en los estudiantes.

Las instituciones deben fomentar espacios de aprendizaje entre los docentes con el fin de ayudar a transformar sus prácticas y así crear escenarios de innovación en el aula.

Para futuros trabajos, se puede abordar, la implementación y evaluación de un proyecto ABP-STEM, de un grupo de maestros que se hayan capacitado en el enfoque STEM, bajo la estrategia planteada.

Estudiar el comportamiento y evaluación de la estrategia con maestros de otras asignaturas diferentes a las áreas STEM.

Finalmente, se deja propuesta de la estrategia final, con ajustes, de acuerdo a la experiencia recogida, para implementar y continuar con el proceso propuesto en el ítem anterior. (Ver anexo 23)

8. Referencias.

Aloraini, S. A. S. (2020). Development of Mathematics Teacher's Preparation Programs in the Light of STEM Education. *Journal of Education and Training Studies*, 8(4), 10-26. <https://doi.org/10.11114/jets.v8i4.4707>

Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa. Guía didáctica.

Astigarraga, E. (2003). El método delphi. San Sebastián: Universidad de Deusto, 14. https://holisticaudec.webnode.es/files/200000043-8f5c59055e/Metodo_delphi.pdf

Barajas Frutos, M., Torreblanca Rojas, R., & Alcaraz Domínguez, S. (2020) Innovación educativa y gestión del conocimiento capítulo 3-Nuevas competencias del profesorado STEM: un modelo de formación en línea basado en procesos de indagación. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/26346>

Barkatsas, T., Carr, N., & Cooper, G. (2018). STEM education: An emerging field of inquiry. BRILL.

Barrows, H. S. (1988). *The tutorial process* (Rev. ed.). Springfield: Southern Illinois University School of Medicine.

Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A meta-analysis. <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1509>

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>

Botero, J. (2018). *Introducción a una nueva forma de enseñar, aprender educación STEM*. STEM Education Colombia.

Bozu, Z., & Muñoz, F. I. (2009). Creando comunidades de práctica y conocimiento en la Universidad: una experiencia de trabajo entre las universidades de lengua catalana. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 6(1). <https://www.redalyc.org/pdf/780/78011179004.pdf>

Bozu, Z., & Muñoz, F. I. (2016). La formación docente en momentos de cambios: ¿Qué nos dicen los profesores principiantes universitarios? Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado, 20(3), 467-492.
<https://www.redalyc.org/pdf/567/56749100017.pdf>

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. School Science and Mathematics, 112(1), 3-11.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

Bronfman, S. V. (2011). Comunidades de práctica. Educar, 51-68.
<https://www.raco.cat/index.php/Educar/article/view/244622>

Brophy, J. (2013). Motivating students to learn. Routledge.

Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. Journal of STEM Education: Innovations and Research. <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1652>

Business Roundtable, Washington, DC. (2005). Tapping America's potential: The education for innovation initiative. ERIC Clearinghouse.

Bozu, Z., & Muñoz, F. I. (2009). Creando comunidades de práctica y conocimiento en la Universidad: una experiencia de trabajo entre las universidades de lengua catalana. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 6(1).
<https://www.redalyc.org/pdf/780/78011179004.pdf>

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and engineering teacher, 70(1), 30.
<https://www.proquest.com/openview/75bbe8b13bf3f54ebd755333ffd8621e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34845>

Carmona Mesa, J. A., Arias Suárez, J., & Villa Ochoa, J. A. (2019). Formación inicial de profesores basados en proyectos para el diseño de lecciones STEAM. In E. Serna (Ed.), Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI (2a ed.) (Vol. I) (pp. 483–492). Medellín: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación. <http://funes.uniandes.edu.co/14270/>

Carmona-Mesa, J. A., Cardona Zapata, M. E., & Castrillón-Yepes, A. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque en educación STEM. UniPluri/Versidad, 20(1). <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.02>

Cartagena, Y. G., González, D. S. R., & Oviedo, F. B. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos educativos*, (33), 35-46.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>

Carrasquilla, O. M., & Pascual, E. S. (2020). Educación STEM: Formación con «con-ciencia». *Revista Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (381), 41-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7299725>

Chiu, A., Price, C. A., & Ovrhim, E. (2015). Supporting elementary and middle school STEM education at the whole school level: A review of the literature. In NARST 2015 Annual Conference, Chicago, IL.

https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science_leadership_initiative/SLI_Lit_Review.pdf

Ciro Aristizábal, C. (2012). Aprendizaje Basado en proyectos (AB Pr) como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica y media. Facultad de Ciencias.

Conley, D. T. (2008). *College knowledge: What it really takes for students to succeed and what we can do to get them ready*. John Wiley & Sons.

Couso, D. (2017). Per a què e STEM a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, (34), 22-30.

<https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>

Córdoba, M. E. (2013). Comunidades de Práctica como estrategia de formación docente para el fortalecimiento de los estudios generales: el caso del INTEC. In *v Simposio Internacional de Estudios Generales*.

<http://www.rideg.org/wp-content/uploads/2014/04/Comunidades-de-Pr%C3%A1ctica-como-estrategia-de-formaci%C3%B3n-docente-para-el-fortalecimiento-de-los-estudios-generales-el-caso-del-INTEC.pdf>

Dean, C. B., & Hubbell, E. R. (2012). Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement. *Ascd*.

Dewey, J. (1986, September). Experience and education. In *The educational forum* (Vol. 50, No. 3, pp. 241-252). Taylor & Francis Group.

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational researcher*, 38(3), 181-199.

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189X08331140>

Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-42. <http://hdl.handle.net/2183/21834>

Domènech-Casal, J., Lope, S., & Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. <http://hdl.handle.net/10498/21343>

Donmez, I. (2020). STEM Education Dimensions: from STEM Literacy to STEM Assessment. *Research Highlights in Education and Science 2020*, 154. https://www.researchgate.net/profile/Sahin-Idin-2/publication/348149687_RESEARCH_HIGHLIGHTS_IN_EDUCATION_AND_SCIENCE_2020/links/5ff02028299bf1408864c54e/RESEARCH-HIGHLIGHTS-IN-EDUCATION-AND-SCIENCE-2020.pdf#page=158

Dugger, W. E. (2010, December). Evolution of STEM in the United States. In the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research'nda sunulmuş bildiri, Gold Coast, Queensland, Australia. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>

Ferrando, I., Soler, A. H., & Meneu, M. J. B. (2018). Formación STEM en el grado de maestro: una experiencia docente. @ tic. revista d'innovació educativa, (20), 35-42. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6477557>

Fuentes Hurtado, M., & González Martínez, J. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. Revista De Educación a Distancia (RED), 17(54). Recuperado a partir de <https://revistas.um.es/red/article/view/298881>

Flórez Cardoso, M. C., & Fernández Arbeláez, O. L. (2021). Comunidades de práctica como plataformas de mejoramiento educativo. Sophia, 17(1), 67-83. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.17v.1i.1104>

Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. American educational research journal, 38(4), 915-945. <https://doi.org/10.3102/00028312038004915>

Green, S. L. (2014). STEM Education: How to train 21st century teachers. Nova Science Publishers Incorporated.

Gómez, P., Rosa Novalbos, D., García Núñez, I., ... & Rodríguez Arteché, Í. (2018). El enfoque STEM en la Formación Inicial de Maestros: pilas de combustible microbióticas. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/48120/>

Guber, R. (2019). La etnografía: método, campo y reflexividad. Siglo XXI editores.

Guerrero, S G. (2021). Formación STEM en docentes de química en República Dominicana. Revista Conexiones: una experiencia más allá del aula, 13(1), 55-63.

https://www.mep.go.cr/sites/default/files/1revistaconexiones2021_a6.pdf

Guimerans Sanchez, P. (2019, May). E-textiles para la formación de profesorado en las áreas STEM. In INNODOCT/18. International Conference on Innovation, Documentation and Education (pp. 561-571). Editorial Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/122074>

Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12(7), 1843-1862. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>

Johari, A., & Bradshaw, A. C. (2008). Project-based learning in an internship program: A qualitative study of related roles and their motivational attributes. *Educational Technology Research and Development*, 56(3), 329-359.
<https://doi.org/10.1007/s11423-006-9009-2>

Jusino, Á. R. V. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. Porfirio García Fernández, 35. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/pp/v3-4/v3-4a04.pdf?>

Justicia, J. M. (2005). Análisis cualitativo de datos textuales con ATLAS. ti 5. Espanha: Universidade Autônoma de Barcelona.
http://juan.psicologiasocial.eu/mistextos/munoz-justicia_atlas5_2005.pdf

Kanematsu, H., & Barry, D. M. (2016). STEM and ICT education in intelligent environments (pp. 9-13). London: Springer.

Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). Setting the standard for project-based learning. ASCD.

López Simó, V., Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas.
<http://hdl.handle.net/10201/89204>

Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista perfiles libertadores*, 4(80), 73-80.

<https://www.ugel01.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/1-La-Observaci%C3%B3n-y-el-Diario-de-campo-07-01-19.pdf>

McCombs, B. L. (1996). Alternative perspectives for motivation: In L. Baker, P. Afflerbach, & D. Reinking (Eds.), *Developing engaged readers in school and home communities* (pp. 67-87).

Milara, IS, Pitkänen, K., Laru, J., Iwata, M., Orduña, MC y Riekkilä, J. (2020). STEAM en Oulu: Andamiaje del desarrollo de una comunidad de práctica para educadores locales en torno a STEAM y la fabricación digital. *Revista Internacional de Interacción Niño-Computadora*, 26, 100197.

<https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100197>

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054. Retrieved March 31, 2021 from. <https://www.learntechlib.org/p/99246/>

Molas Castells, N., & Rosselló, M. (2010). Revolución en las aulas: Llegan los profesores del siglo. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. *Didáctica, innovación y multimedia*, (19), 0001-9.

<https://www.raco.cat/index.php/DIM/article/view/214711>

Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168. <https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014>

Pelejero-de-Juan, M. (2018). Educación STEM, ABP y aprendizaje cooperativo en Tecnología en 2º ESO (Master's thesis). <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6838>

Polgampala, A. S. V., Shen, H., & Huang, F. (2017). STEM teacher education and professional development and training: Challenges and trends. *American Journal of Applied Psychology*, 6(5), 93-97.

Riel, M., & Polin, L. (2004). Online learning communities: Common ground and critical differences in designing technical differences in designing technical environments. *Designing for virtual communities in the service of learning*.

Ritz, J. M., & Fan, S. C. (2015). STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>

Ruan, J., Wu, B., & Gu, X. (2019, March). Design of An Online STEM Teacher.

Salinas Ibáñez, J. M. (1999). Enseñanza flexible, aprendizaje abierto: las redes como herramientas para la formación. *EduTec: revista electrónica de tecnología educativa*.

<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/6069/01220103007031.pdf?sequence=1>

Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L., Storti, M., & Mazzieri, E. (2019). Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 247-268.

<https://doi.org/10.1007/s10758-018-9356-1>

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>

Schensul, JJ, Berg, MJ y Nair, SARITHA (2013). Uso de la etnografía en la evaluación comunitaria participativa. *Métodos de investigación participativa comunitaria para la salud*, 2, 161-188.

Siekmann, G., & Korbel, P. (2016). Defining 'STEM'skills: review and synthesis of the literature. Adelaide: NCVET. <https://eric.ed.gov/?id=ED570655>

Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school*, 18(6), 324-324.
<https://doi.org/10.5951/mathteachmidscho.18.6.0324>

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Stohlmann, M. S., Roehrig, G. H., & Moore, T. J. (2014). The need for STEM teacher education development. In *STEM Education: How to Train 21st Century Teachers* (pp. 17-32). Nova Science Publishers, Inc.
<https://experts.umn.edu/en/publications/the-need-for-stem-teacher-education-development>

Siew, N. M., Amir, N., & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-4-8>.

Srisawasdi, N. (2012). Fostering pre-service STEM teachers' technological pedagogical content knowledge: A lesson learned from case-based learning approach. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*,

32(8), 1356-1366.

<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09047841>

Tasos, B., (2018). STEM Education an Emerging Field of Inquiry. Leiden, The Netherlands. Brill | Sense.

Torres, E. O., Perona, J. J. V., & Ferragud, C. B. G. (2019) Docente STEAM. https://www.researchgate.net/profile/Enric_Ortega-Torres/publication/336900141_Docente_STEAM/links/5db9b4f44585151435d5b98f/Docente-STEAM.pdf

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit*, 1, 11-17.

Training Environment: An Authentic Learning Perspective. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2029-2038). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <http://www.learntechlib.org/p/207926/>

Trinidad, O., Furci, V., & Peretti, L. (2019). Formación docente en contexto STEM: actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino en la enseñanza de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 707-714. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26643>

Uğraş, M., & Genç, Z. (2018). Investigating preschool teacher candidates' STEM teaching intention and the views about STEM education. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 724-744. <https://doi.org/10.14686/buefad.408150>

United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, Paris (France). (2008). ICT competency standards for teachers: Competency standards modules. ERIC Clearinghouse.

Van Maanen, J. (2011). *Cuentos del campo: sobre la escritura etnográfica*. Prensa de la Universidad de Chicago.

Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla: Ituci siglo XXI.

Wang, H. H., Charoenmuang, M., Knobloch, N. A., & Tormoehlen, R. L. (2020). Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed sy STEM. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-17.

Wagner, T. (2010). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it*. ReadHowYouWant. com.

Wenger, E., McDermott, R. A., & Snyder, W. (2002). Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge. Harvard business press.

Wenger, E. (2011). Communities of practice: A brief introduction.

<http://hdl.handle.net/1794/11736>

Wilson, S. M. (2011). Effective STEM teacher preparation, induction, and professional development. In NRC Workshop on Highly Successful STEM Schools or Programs. Available: http://www7.nationalacademies.org/bose/Successful_STEM_Schools_Homepage.html [May 2011].

Wing Shui, Ng. & Cheng, G. (2019). Integrating drone technology in stem education: a case study to assess teachers' readiness and training needs. Issues in Informing Science & Information Technology, (16).