



**La escuela Inspira: Una revisión al modelo pedagógico “Momento Científico” del Cosmo
School a partir de una propuesta con enfoque STEM: un análisis categorial**

Cristian Camilo Oliveros Valencia

Trabajo presentado para optar el título de Licenciado en Matemáticas

Olga Emilia Botero Hernández, Magister en Educación

Asesora

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Matemáticas
Medellín
2024

Cita	(Oliveros Valencia, 2024)
Referencia	Oliveros Valencia (2024). <i>La Escuela Inspira: una revisión al modelo educativo: Momento Científico del Cosmo School a partir de una propuesta con enfoque STEM. Un análisis categorial</i> [Trabajo de grado profesional].
Estilo APA 7 (2020)	Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de Documentación Educación

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Dedicatoria

A mi familia, siempre por su respaldo, su cuidado desde lejos, el estar y permanecer.

A Carolina García, por su amor, su paciencia y creer siempre en este sueño, a sus hijos Samuel y

Luciana por ser parte de mi familia.

A Luciana Oliveros que siempre me ha dicho: “Mi papá siempre puede”.

A nuestra asesora Olga Emilia Botero por su paciencia, compañía y tenacidad.

A mis compañeros de curso y asesoría: David, Yoneider y Miguel Ángel.

Tabla de contenido

Resumen.....	9
Introducción	11
1. Planteamiento del Problema	12
1.1 Aspiraciones de Aprendizaje	18
1.1.1 <i>Pensamiento Científico:</i>	18
1.1.2 <i>Pensamiento matemático crítico:</i>	18
1.1.3 <i>Pensamiento Creativo:</i>	19
1.1.4 <i>Conciencia Ambiental:</i>	19
1.2 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr)	19
1.3 Antecedentes	23
2. Justificación	27
3 Objetivos	30
3.1 Objetivo General	30
3.2 Objetivos específicos	30
4 Marco Teórico	31
4.1 Las Rutas hacia STEM	31
4.2 Algunas definiciones propuestas a STEM	33
4.3 Características de un enfoque STEM	35
4.3.1 <i>Integración</i>	36
4.3.2 <i>Situaciones reales y contextualizadas</i>	36
4.3.3 <i>Pensamiento Crítico</i>	37
4.3.4 <i>Competencias Transversales</i>	38
4.3.5 <i>Formación y participación ciudadana</i>	40
4.3.6 <i>Diseño de experiencias y prototipos</i>	41
5 Marco metodológico.....	42
6 Análisis y Resultados	49
6.1 Integración	51
6.1.1 <i>Integración desde el método</i>	53
6.1.2 <i>Integración desde el Ser</i>	55
6.1.3 <i>Integración desde el currículo</i>	56
6.1.4 <i>Integración desde las competencias</i>	58
6.2 Contexto	59

6.3 Pensamiento crítico61

6.4 Formación y participación ciudadana62

6.5 Diseño de prototipos63

7. Conclusiones65

8. Referentes bibliográficos70

Lista de Tablas

Tabla 1 Categoría y Descripción “Rutas para la Inspiración	43
Tabla 2 Categoría y Descripción “Documento Central Momento Científico”	45
Tabla 3 Categoría y descripción SIEE	46
Tabla 4 Descripción categorial STEM	48
Tabla 5 Análisis de Categorías	49
Tabla 6 Malla Curricular Grado semanas.....	54
Tabla 7 Claves para la planeación de experiencias de aprendizaje Escuela Inspira. Pensamiento matemático-critico.....	57
Tabla 8 Pensamiento científico en semanas aleatorias.....	60

Lista de figuras

Imagen 1 Panorámica Cosmo School.....	12
Imagen 2 Presentación Rutas para la Inspiración.....	14
Imagen 3 Presentación Momento Científico	16
Imagen 4 Presentación SIEE Cosmo School.....	20
Imagen 5 Proyección palancas clase Física.....	28
Imagen 6 Actividades simuladas de Libro.....	60
Imagen 7 Diseño de prototipos.....	633

Siglas, acrónimos y abreviaturas...

ABPr	Aprendizaje Basado en Proyectos
ASC	Asuntos Socio científicos
ATE	Actividad Tecnológica Escolar
CTS	Ciencia Tecnología Sociedad
DCMC	Documento Central Momento Científico
ECG	Educación para la Ciudadanía Global
I.E	Institución Educativa
SELECU	Experiencias Significativas Juego y Cultura
SIEE	Sistema Institucional de Evaluación de Estudiantes
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
STEM + H	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics + Humanities
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación

Resumen

En la presente investigación se propuso revisar algunos de los documentos centrales que guían la propuesta educativa del colegio Cosmo School de la ciudad de Medellín, frente a su modelo pedagógico denominado: “Momento Científico”, permitiendo reconocer las características con las cuales se desarrolla al interior del aula de clases, para así, llevar a cabo una categorización que establezca comparaciones entre la propuesta que se tiene del Momento Científico y los componentes del enfoque STEM. Esta investigación de carácter cualitativo, no solo se detuvo en la revisión de documentos, sino también en la inmersión por parte del investigador en diferentes sesiones de clases a través de una observación participante que permitió indagar por métodos, discursos y experiencias del momento científico. Finalmente, con las categorías establecidas se analizó cómo algunos elementos y características propias del STEM pueden vincularse a los propósitos, rutas y acciones planteadas desde el Momento Científico. Alguno de los hallazgos identificados determina que, aunque se presentan relaciones en las conceptualizaciones y propósitos del STEM frente al momento científico del Cosmo School, este ultimo debe incidir en una praxis al interior del aula más ajustadas al trabajo argumentativo, colaborativo y experimental.

Palabras Claves: enfoque, estrategia educativa, momento científico, STEM.

Abstract

This research proposed to review some of the central documents that guide the educational proposal of Cosmo School in the city of Medellin, regarding its pedagogical model called: “Scientific Moment”, allowing to recognize the characteristics with which it is developed within the classroom, in order to carry out a categorization that establishes comparisons between the proposal that has the Scientific Moment and the components of the STEM approach, while it was intended to generate an intervention from the moment adjusted to the characteristics and actions of STEM. This research of qualitative character, not only stopped in the review of documents, but also in the immersion by the researcher in different classroom sessions through a participant observation that allowed inquiring about methods, discourses and experiences of the scientific moment. Finally, with the established categories, it was analyzed how some elements and characteristics of STEM can be linked to the purposes, routes and actions proposed from the Scientific Moment.

Key words: approach, educational strategy, scientific moment, STEM.

Introducción

Cuando aparece una propuesta que rompe paradigmas y modelos educativos, se hace necesario para todos aquellos que sentimos un llamado por la escuela a detenerse y analizar con cautela los principios, metodologías y formas nuevas que hacen de la escuela un espacio para arriesgarse, para generar retos y transformaciones. El Cosmo School es uno de esos colegios que traen al escenario educativo una postura diferente, retadora y contextualizada que rompe con la escuela tradicional y trae consigo una serie de posibilidades para que enfoques como el STEM pueda de alguna manera desarrollarse en un espacio educativo. De igual manera, STEM se convierte en una estrategia al interior del aula que permite articular elementos metodológicos, discursivos y aplicativos al “Momento Científico”, una propuesta del Cosmo School que integra las ciencias naturales, las matemáticas, la tecnología y el diseño de prototipos.

Esta investigación es entonces un análisis minucioso de varios referentes: el primero de ellos establece una lectura profunda a los documentos rectores que rigen la propuesta educativa del colegio donde se llevó a cabo dicha investigación. Se analizó de manera detenida “Las Rutas para la Inspiración”, “Documento central del Momento Científico” y el “Sistema Institucional de Evaluación” textos que contemplan la propuesta, el modelo y las rutas a seguir, luego estas lecturas se contrastaron con la praxis del aula a través de una observación participante, para finalmente elaborar unidades de análisis categorial que permitió establecer articulaciones y tensiones entre los documentos planteados y el enfoque STEM.

1. Planteamiento del Problema

Durante el desarrollo de este trabajo investigativo, la experiencia de práctica pedagógica se realizó en el colegio Cosmo School del Centro de Medellín. Allí en medio del caos, el hollín y el ruido del centro, se levanta un colegio que quiere apostarle a una verdadera revolución educativa. El Cosmo School es una apuesta de la Caja de compensación Familiar Comfama¹ que busca a través de sus colegios impartir una educación donde se movilice el pensamiento crítico, la investigación, el principio de la libre expresión y la formación de la ciudadanía en todos sus estudiantes. “Este espacio está dotado con 2.562 metros cuadrados distribuidos en 14 aulas educativas, dos aulas talleres, una biblioteca, un comedor comunal y un restaurante” (Ver figura 1) (El Colombiano, 2023).

Imagen 1

Panorámica Cosmo School



Nota: Fotografía patio central Cosmo School. Fuente: Archivo personal

La idea de una propuesta diferente con respecto a los modelos educativos tradicionales de colegios oficiales y particulares de la ciudad de Medellín nace en el 2017, cuando un grupo liderado por maestros, expertos en la educación, a través de la revisión de diferentes experiencias mundiales en educación se arriesgaron a presentar una primera sede de una institución con un

¹ Caja de Compensación familiar de Antioquia. Empresa social de carácter privado, autónoma y vigilada por el estado que busca mejorar la calidad de vida de los trabajadores y sus familias.

modelo de educación diferenciada en el barrio Pérez, del municipio de Bello, departamento de Antioquia, a partir de esto, el Cosmo School ha abierto más sedes en diferentes lugares del área metropolitana, contando, al momento de la escritura de este trabajo, con 11 sedes. La siguiente información es extraída de la página oficial de Comfama:

- **Cosmo School, Barrio Pérez:** Precursor del movimiento educativo, como primera sede en abrir sus puertas en el año 2020. Atiende los grados de primero a noveno. Presentan una propuesta educativa que va de la búsqueda de un propósito: desarrollo de la creatividad, aprendizaje autónomo, dominio del inglés y conexiones con la educación terciaria.
- **Cosmo School, Perpetuo Socorro:** Un 18 de marzo 2021, lo que era una bodega, se convierte en un centro de Transformación educativa. Atiende los Aventureros (párvulos) e Investigadores (Jardín).
- **Cosmo School, Robledo:** Al interior de la institución Universitaria Esumer, el Cosmo School de Robledo intenta conectar un proceso formativo escolar con la universidad, acogiendo estudiantes de transición, primaria y Básica Secundaria.
- **Cosmo School, Cristo Rey:** Es una institución que con la misma filosofía del Cosmo School atiende una población que va desde transición hasta octavo.
- **Cosmo School Belén:** Este colegio ofrece cupos para niños y niñas de 2 a 5 años en categorías como aventureros, creadores e investigadores.
- **Cosmo School Barrio Colombia:** En un lugar estratégico y zona céntrica de la ciudad, atiende estudiantes de transición, primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo.
- **Cosmo School Rionegro:** Rodeado de zonas verdes, en pleno Comfama de Rionegro, atiende una población de primero a octavo.
- **Cosmo School Envigado:** El colegio sale de los límites de la ciudad, para posicionarse en el sur, atendiendo una población de transición a segundo.
- **Cosmo School San Vicente:** Atendiendo una población de primero a quinto y con la filosofía de un colegio expandido, este espacio apuesta por una educación transformadora.
- **Cosmo School Llano grande:** Una educación conectada a la ecología, a la EAFIT y el oriente antioqueño.

Las otras dos sedes que se proyectan harán parte de los municipios de Sabaneta y el Carmen de Viboral.

Para cumplir los propósitos que se planteó esta investigación, en primera instancia, se realizó un acercamiento de manera reflexiva a los documentos rectores que fundamentan el modelo pedagógico, se encontró entonces un primer documento denominado: “Rutas para la Inspiración” (Ver figura 2), que a su vez puede considerarse un esbozo del Proyecto Educativo Institucional (PEI) y donde se encuentran consignados los orígenes de la propuesta educativa y los principios orientadores, en los que se resalta:

- Transformar la manera de vivir el acto educativo, para despertar el propósito y potencial de cada persona
- Formar seres conscientes y con mirada de mundo
- Situar la confianza en el centro del acto educativo
- Fomentar el aprendizaje activo y experiencial
- Crear hábitats que promuevan bienestar y sostenibilidad. (Rutas para la Inspiración, p.7)

..

Imagen 2

Presentación Rutas para la Inspiración



Nota: Archivo Cosmo School

Bajo estas consignas el documento presenta implícitamente lo que se pretende formar en la comunidad educativa: ciudadanos con conciencia social y ambiental, reflexivos, con pensamiento crítico, abiertos a la diversidad y pluralidad mediante la propuesta pedagógica de un aprendizaje activo. En dicho documento también se plasman los fundamentos y miradas hacia conocimiento, el ser humano, la diversidad, el tejido social y el desarrollo sostenible.

Cabe resaltar que este modelo pedagógico al separarse un poco de los modelos tradicionales de las instituciones oficiales y privadas de la ciudad no contempla en su quehacer asignaturas y áreas separadas, sino integradas de manera interdisciplinar a lo que han denominado: momentos de aprendizaje y los cuales son la base de toda su metodología educativa resaltando los criterios de Cautivar, Activar, Compartir y Reflexionar.

En este documento además se recoge la organización de los diferentes grados, que pasan a ser escuelas, dividida a su vez en cuatro espacios: Explora, Crea, Construye e Inspira, cada una integrada por tres grados así:

- “Explora: Transición, primero y segundo
- Crea: Tercero, Cuarto, Quinto
- Construye: Sexto, séptimo y octavo
- Inspira: Noveno y décimo” (Rutas para la Inspiración, 2020, p. 30)

Esta investigación centró su interés en la Escuela Inspira, focalizando el grado décimo. El documento hace una caracterización de los estudiantes de cada escuela a partir de sus dimensiones cognitivas, emocionales, relacionales, estéticas y productivas. Además, agrega lo que se espera del estudiante, como lo que se espera que consiga en cada momento de aprendizaje.

Como es el momento científico el que está sujeto a análisis, vale la pena resaltar algunas aspiraciones de este momento como lo son:

- “Capacidad de crear material explicativo
- Crear prototipos para resolver problemas
- Demostrar hipótesis
- Experimentar
- Uso de las matemáticas en situaciones reales” (Rutas para la Inspiración, 2020, p. 45)

Finalmente, este documento cierra con el diseño curricular o plan de estudios, agrupados en categorías denominadas aspiraciones de aprendizaje, propósitos de aprendizaje y aprendizajes esenciales. Más adelante se hará una revisión de estas categorías ceñidas al Momento Científico.

El segundo documento que se abordó es titulado: “Documento Central Momento Científico (Ver figura 3), un texto de 50 páginas que recoge las definiciones, metodologías, estrategias y planes de estudio característicos de este momento, y que es del interés de esta investigación abordar.

Imagen 3

Presentación Momento Científico



Nota. Fuente <https://view.genially.com/635ab56b6884cb001249f559/presentation-escuela-explora-momentos-de-aprendizaje>

El Cosmo School Centro, es la única sede que hasta ahora acoge los grados noveno y décimo, incidiendo en la educación media través de un modelo educativo diferenciador. Su plan curricular se organiza en 7 momentos de aprendizaje:

- Momento de Conexión
- Momento Científico
- Momento Vida en Sociedad
- Momento de Exploración
- Momento Artístico
- Momento Corporal
- Momento Worldview

Como se mencionó en párrafos anteriores, esta investigación centró su interés en profundizar el Momento Científico, por sus relaciones pertinentes y vinculantes a los propósitos consignados en este documento.

El momento Científico se vive a través de un ejercicio personal de reflexión y crítica, donde las personas pueden relacionar la ciencia con su cotidianidad. Aquí se reúne de manera interdisciplinar las áreas de ciencias naturales (Biología, química, física. Astronomía, geología), matemáticas (geometría, álgebra y estadística) y educación ambiental. (Documento Central Momento Científico [DCMC], 2020, p.1)

El carácter interdisciplinar e integrador de estas asignaturas busca formar estudiantes que comprendan los fenómenos del mundo desde una realidad compleja e integrada que incide en su ciudadanía y toma de decisiones. A partir de la lectura que rediseña los objetivos, naturaleza conceptual y propositiva de cada momento, se resaltaron para el Momento científico aspectos como:

- La construcción del conocimiento como una acción social
- La capacidad de asombro y el pensamiento crítico como un acto reflexivo de la cotidianidad
- Una apuesta a diferentes habilidades como la argumentación, formulación de preguntas e hipótesis que abarquen un componente procedimental, actitudinal y conceptual.
- La conexión de un Momento Científico con proyectos transversales de carácter ambiental, seguridad vial, desastres naturales y emprendimiento.
- Vinculación de los enfoques STEM, STEAM y STEAM +H como herramientas que inciden en la observación, la indagación, la comprobación de hipótesis, la experimentación y la investigación
- Participación de la comunidad educativa en intercambios de conocimientos y divulgación científica en el orden local, nacional e internacional
- Desarrollo de competencias digitales a través de la plataforma SELECU
- Actitud reflexiva hacia experiencias personales y sociales
- El gozo intelectual y la apuesta por colegios expandido. (DCMC, 2020, p. 2)

Al abordar el diseño curricular o plan de estudios del “Momento Científico”, se encontraron categorías como:

1.1 Aspiraciones de Aprendizaje

De manera general el modelo educativo, pedagógico y formativo apunta en una primera medida a las aspiraciones de aprendizaje, que al mismo tiempo se convierten en las competencias que adquiere cada uno de los estudiantes que transitan por el colegio. Aspirar por lo tanto implica un deseo, una ruta, un camino lleno de retos, por donde el estudiante transita y va adquiriendo habilidades necesarias para la vida.

“Por tanto, las aspiraciones de aprendizaje definen el perfil del egresado al finalizar su paso por el colegio y por todas las escuelas. Enmarcan lo que deseamos lograr en los momentos de aprendizaje”. (DCMC, 2020, p.3).

Las aspiraciones de aprendizaje para el Momento Científico son:

1.1.1 Pensamiento Científico:

“Entendido como el placer de descubrir las cosas desde una perspectiva objetiva, racional y sistemática, a través de la formulación de preguntas, el uso de principios y leyes en la solución de problemas y el diseño de protocolos experimentales” (DCMC, 2020, p. 4). Bajo esta consigna, este pensamiento se soporta en los referentes de:

- El entusiasmo y la curiosidad en científicos profesionales y niños (Khlar et al.,2011)
- El placer de descubrir las cosas (Furman, 2016)
- El Gozo Intelectual de Wagensberg (2007)
- Razonamiento cuidadoso (Harlen, 2008)

1.1.2 Pensamiento matemático crítico:

“Entendido como la capacidad de analizar y hacer uso de los conocimientos matemáticos para comprender la realidad social y los fenómenos científicos mediante la investigación, los argumentos lógicos, la toma de postura crítica y la participación” (DCMC, 2020, p.5). Se hace relevante en este pensamiento:

- Priorización de las dimensiones políticas y sociales en la enseñanza matemática.
- Las matemáticas como vínculo hacia la equidad social y la democracia.
- Conocimiento de los métodos de investigación
- Habilidad en la aplicación de métodos lógicos y de razonamiento.

1.1.3 Pensamiento Creativo:

“Entendido como la capacidad para la adquisición de conocimiento, caracterizado por la originalidad, la flexibilidad, la plasticidad y la fluidez mediante la formulación, la construcción y la resolución de problemas de una manera nueva y contextualizada” (DCMC, 2020, p. 5).

Soportada a través de referentes teóricos como:

- La formación de nuevos esquemas, experiencias y movilización de pensamiento (Parnes, 1962)
- La novedad y el valor (Ferreiro, 2008)
- Pensamiento innovador que contribuya al progreso y utilidad social (Waisburd, 2009)

1.1.4 Conciencia Ambiental:

“Entendida como el conjunto de actitudes, procedimientos y habilidades que el individuo emplea en su relación con el medio ambiente, asumiendo una postura crítica y reflexiva” (Gomera, como se citó en DCMC, 2020, p.6). Recoge nociones como pensamiento crítico, consumo responsable, regeneración planetaria, desarrollo sostenible y ciudadanía participativa

1.1.5 Pensamiento Tecnológico:

“Entendido como el conjunto de actitudes, procedimientos y capacidades que el individuo emplea en su relación con la tecnología, entendida como una extensión del cuerpo que modifica la manera como nos relacionamos con los otros en el espacio y el tiempo” (DCMC, 2020, p. 6)

1.2 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr)

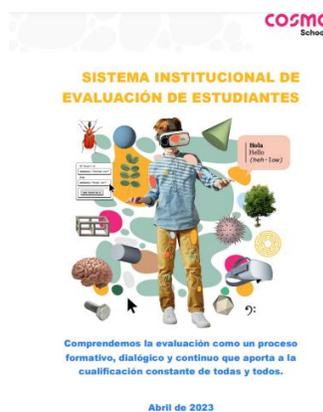
El Cosmo School propone una articulación entre mallas curriculares, planes de estudio y Aprendizaje basado en proyectos (ABPr), esta triada posibilita alcanzar la aspiración de aprendizajes a través del saber, saber hacer y saber convivir, además recoge como elementos:

- La plasticidad cerebral
- Respeto a los saberes previos, para la adquisición de otros aprendizajes
- Vinculo de la neurociencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje
- Focalización a las estructuras mentales presentes en la Atención, el compromiso activo, retroalimentación y consolidación.

El tercer documento que se analizó fue el Sistema Institucional de Evaluación de Estudiantes (SIEE), (Ver figura 4), en él se consignan aspectos como definiciones, marco legal, propósitos de la evaluación, estrategias de evaluación, promoción y actualizaciones. A pesar de presentar una filosofía educativa diferente, el SIEE se ajusta a un marco legal por la Ley General de Educación, Decreto 1290, Decreto 1075 del 2005, Decreto 1421 de 2017 y Ley 2216 de 2022.

Imagen 4

Presentación SIEE Cosmo School



Nota. Fuente Archivo Cosmo School

En el Cosmo School, la evaluación es un acto reflexivo, dialógico, continuo, permanente, formativo, autentico y responsable por parte del alumno sobre su propio aprendizaje. Se evalúa en el sentido que permite identificar las necesidades y particularidades de cada estudiante, se contextualiza a través de la evaluación, contrario a la educación tradicional, que valora, califica y rotula. Siguiendo a Oviedo (2007), “La evaluación puede servir para muchas finalidades, lo

importante es utilizarla como aprendizaje, como un modo de comprender para mejorar las prácticas que aborda” (p.18)

Se evalúa todo aquello que permita el avance del estudiante y no su coerción. Bajo este panorama, el Cosmo School direcciona unos parámetros de evaluación que recoge:

- “Análisis de conocimientos previos
- Construcción conjunta de criterios de evaluación
- Portafolio
- Coevaluación
- Autoevaluación
- Heteroevaluación
- Ruta de propósitos y potencial
- Entrevistas lideradas por estudiantes
- Presentaciones de aprendizaje
- Muestra de proyectos” (SIEE, 2023, p. 10:11)

No existen notas cuantitativas, su escala de valoración está entre: logrado, en proceso, iniciado, no iniciado, por tanto, es una evaluación que posibilita la oportunidad de la corrección, y estrategias de mejora ceñidas al proceso escolar.

Luego de una lectura de los documentos anteriores, se procedió a la observación de diferentes clases al interior del aula y poder evidenciar de primera mano, como todo aquello que se plasma se lleva a la práctica. Evidentemente el colegio se organiza de acuerdo a su plan de estudio consignado por momentos de aprendizaje, a la hora de incidir en el momento científico parece ser que algunos aspectos de la educación tradicional siguen permeando el desarrollo de las clases: la toma de nota en cuaderno, tablero y marcador, proyección de videos y estudiantes dispersos.

Los estudiantes se disponen en mesas redondas, en cada mesa comparten 4 a 5 estudiantes, sin embargo, sus criterios de cooperación y trabajo en equipo se ven interrumpidos muchas veces por metodologías y estrategias que buscan más la calificación individual que colectiva, la premisa anterior es sustentada bajo la observación participante e intervención que se llevaron a cabo en algunas clases del momento científico, allí por ejemplo una enseñanza de estadística descriptiva, pasó a ser calificada por el maestro cooperador de acuerdo a los logros individuales de cada estudiante. Esto posiblemente evidencie que el maestro todavía imparte

algunos ejercicios matemáticos y estadísticos que requieren procesos mentales individuales siguiendo ciertas técnicas planteadas en el tablero.

A pesar de que uno de los propósitos del momento científico consisten en el diseño de prototipos que involucren la experimentación, la indagación, la imaginación y la creatividad y que durante una de las observaciones de aula se pudo evidenciar estas intenciones, como la fabricación de móviles funcionales diseñados con globos y pitillos, parece ser que el espacio de un laboratorio de ciencias naturales se hace necesario en este momento, que posibilite darle sentido a la experiencia y el diseño.

Si bien uno de los propósitos que plantea el Momento Científico es formar estudiantes críticos, creativos, capaces de argumentar y que sepan utilizar diversas herramientas, se encontró que este propósito se alejaba de algunas de las acciones que se desarrollaban durante las clases, pues aún en algunas de ellas se conciben metodologías estáticas, discursos sesgados y el carácter interdisciplinar desajustado. Frente a lo anterior Cubillos y Romero (2021) han enunciado cómo una propuesta STEM no tendría lugar en una escuela tradicional, además establecen un paralelo entre las metodologías clásicas y las innovadoras obteniendo resultados relevantes a la hora de apostar por un enfoque STEM. Se hace necesario precisar que el Cosmo School dentro de sus intenciones y propósitos propende por romper metodologías y discursos tradicionales y por tanto situaciones de clase como la experimentación, la argumentación, el trabajo en equipo, y el debate aparecen, sin embargo, estos elementos aun se manifiestan de maneras aisladas en el los procesos de aula.

Luego de este recorrido por los documentos rectores, que consolidan un modelo pedagógico, como es el momento científico sujeto a propósitos, objetivos, aspiraciones, metodologías, formas de evaluar, se hizo pertinente pensar en una investigación que permitiese establecer un puente para conectar de manera dinámica, analítica, argumentada los propósitos que plantea el Momento Científico, con unas prácticas de aula en las que se evidenciase una verdadera articulación de sus saberes, un carácter interdisciplinar en sus métodos de enseñanza, una concepción de la cotidianidad como un espacio para hacer, pensar, estudiar y crear ciencia, donde las matemáticas y la ciencia se convierten en aliadas en la producción de prototipos, en el uso de aparatos tecnológicos, en explicaciones a temas que nos permean hoy como: bioingeniería, inteligencia artificial, entre otros. Es por eso que al hacer una revisión documental y bajo análisis

y reflexión del enfoque STEM se estimó que este enfoque podía ser una propuesta que consolidara en el Cosmo School el Momento Científico, pues de acuerdo con autores como Escalona et al, (2018), un enfoque de este tipo se caracteriza por:

1. Actividades inmersivas aplicadas al mundo real
2. Rigurosidad de los conceptos científicos de manera interdisciplinar
3. Revisión del contexto
4. Habilidades críticas, reflexivas y argumentativas en los estudiantes
5. Puede valerse de propuestas como el Aprendizaje Basado en proyectos

Frente a lo anterior podría deducirse que los ítems anteriores hacen parte de los presupuestos STEM y al menos desde los documentos rectores, de las intenciones del Cosmo School, por tanto, se establecieron relaciones entre las características del enfoque STEM y las del momento científico, sin embargo, fue en la praxis de este último y sus procesos de aula donde se encontraron mayores resistencias.

Por todo lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles características del enfoque STEM pueden incorporarse desde las conceptualizaciones, propósitos y praxis correspondiente al Momento Científico en la Escuela Inspira, del Colegio Cosmo School?

1.3 Antecedentes

En la revisión de investigaciones que han implementado propuestas STEM a diferentes modelos educativos, se encontraron algunos contextos del ámbito nacional e internacional, entre estas se mencionan las siguientes:

La que presenta Fonseca y Simbaña (2022), que relaciona el enfoque STEM con enseñanza de la Física y ruralidad para estudiantes del grado sexto, en Quito Ecuador. Extrapolar la enseñanza de la física desde una mirada STEM implica reconocer en cada uno de sus componentes, elementos primordiales que inciden no solo en la física desde su formulación, sino también desde su aplicabilidad en contextos reales. Precisamente por aspectos contextuales este

antecedente tomó un tinte relevante para esta investigación, pues permitió de alguna manera romper con modelos clásicos y tradicionales para ingresar a otros campos poco explorados.

Una más cercana a nuestro contexto son los aportes que hace Caicedo (2023) en la jurisdicción de Argelia, Cauca, donde implementó una propuesta STEM en la I.E Sinaí como una forma más interesante de aprender ciencias y “contribuir con la disminución de la tasa de deserción escolar de la zona en cuestión” (Caicedo, 2023, p. 3). Reconociendo que uno de los propósitos del Cosmo School y en este caso del momento científico en tratar de dar una enseñanza más integral, donde la motivación y el asombro sean pilares cruciales en el aprendizaje, la implementación de un enfoque STEM en escuelas nacionales devela el impacto que puede tener en despertar la creatividad y asegurar aprendizajes más significativos. Siguiendo en el ámbito nacional, investigaciones como las realizadas en la universidad de Pereira por Hermida y Guzmán (2023) implementan un enfoque STEM para la enseñanza de las ciencias básicas en estudiantes de ingeniería. Esta investigación se hace importante pues desplaza la mirada escolar que se le puede tener a un enfoque STEM para ubicarlo en instituciones de educación superior, al mismo tiempo aportan para esta investigación elementos como el diseño de prototipos y la introducción de la ingeniería en espacios escolares.

En la tesis doctoral de Quiceno Arias (2017) bajo el título: “Condiciones para la implementación de ambientes de aprendizaje STEM, en instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, Caso IE Monseñor Gerardo Valencia Cano” El autor a través de una metodología de estudio de casos pretende que:

Bajo características similares en contexto, estructura, población, estudiantes, docentes y directivos de las instituciones educativas de la ciudad, se identifiquen aspectos críticos relacionados con las potencialidades, dificultades y oportunidades para aplicar el enfoque STEM en los procesos de aprendizaje, que puedan ser replicables en instituciones educativas oficiales de la ciudad de Medellín. (Quiceno, 2017, p.8).

El antecedente anterior, focaliza y centra esta investigación en un contexto y territorio y permite sumar los aportes que se han hecho en la localidad desde la implementación STEM con escuelas con metodología tradicional y como puede llegar a impactar en otros tipos de modelos educativos.

Pero la implementación de un enfoque STEM no solo es sólo un asunto aplicable o enseñable de maestros para estudiantes, estos primeros deben tener una formación pertinente en

esta estrategia, si es que pretenden aplicarlos a la escuela, por eso autores como Hurtado y Martínez (2017) en sus investigaciones en un contexto europeo han propuesto formar a los docentes de secundaria cuando se trata de implementar metodologías asociadas a las gamificaciones y enfoques STEM, pues parece ser que, si un maestro interviene en estos procesos sin una formación real, sus discursos y resultados no serán los esperados.

La organización escolar, desde una visión general, es un concepto relevante que surge como una mirada a los fenómenos sociales que acontecen en la escuela, pero al mismo tiempo una organización a sus estructuras y directrices que permiten el funcionamiento escolar, organización en las mallas curriculares, en el espacio, en el tiempo. Este elemento se hace aún más relevante cuando se trata de modelos educativos nuevos como el del Cosmo School, por eso se hace pertinente nombrar la Tesis de Maestría propuesta desde el ámbito nacional por Cubillos y Romero (2021), que enuncia una: “Implementación del enfoque educativo STEM: Una mirada desde la organización escolar”, acá los autores de manera crítica establecen un paralelo, para determinar el éxito o fracaso que puede tener la implementación de un enfoque STEM, a la hora de abordarlo desde las formas discursivas, metodológicas y curriculares en las que se organiza la escuela.

Si se entiende a partir de la caracterización que el Cosmo School pretende lograr en los estudiantes, además de muchos otros aspectos, el desarrollo de la habilidad para crear prototipos, se hace relevante enunciar la investigación de Ferrada (2022), en esta tesis doctoral de la Universidad de Granada tuvo como fin “estudiar el impacto sobre la actitud hacia las ciencias y las matemáticas de una propuesta didáctica con una orientación STEM, en la programación de robots y el cuidado del medio ambiente” (Ferrada, 2022, p. 9). Por tanto, una revisión de este documento puede poner en el escenario de la productividad y lo tangible, los resultados de un enfoque STEM. Para nuestra investigación, por ejemplo, el diseño de cohetes y carros con propulsión o la máquina de Goldberg por parte de estudiantes de la Escuela Inspira del Cosmo School a través de la práctica experimental del momento científico, se hace pertinente y relevante.

Cuando se enuncian los pensamientos que convergen al momento científico, se nombraron el pensamiento científico, matemático-crítico, creativo, ambiental y tecnológico, en ocasiones este último pensamiento parece estar condenado a la aplicación de una mera técnica o a

la utilización de un dispositivo sin que se haga una reflexión profunda de la naturaleza epistémica y epistemológica de la tecnología, sin embargo, para Salgado (2009), dicho pensamiento:

No es una sustancia sino un proceso mental humano en el que interactúan sus formas lógicas de pensamiento, tales como el raciocinio tecnológico con el análisis y síntesis, analogía y contraste, causa-efecto, sistema mental, ponderación, mentalidad proyectual, la racionalidad tecnológica y la incorporación de conocimiento (p.68)

Es por esto que en las revisiones de antecedentes, la propuesta liderada por los autores Lizarazo y Fernández (2022) sobre la “Implementación y análisis de una Actividad Tecnológica Escolar (ATE) con enfoque STEM para evaluar el impacto en la habilidad de solución de problemas” se pone de manifiesto en primer medida como la Tecnología que hace parte del enfoque STEM no está fragmentada e instrumentalizada, en segunda medida posibilita la adquisición de habilidades de los estudiantes en solución de problemas reales, cotidianos, consideraciones que recoge el “Momento Científico” del Cosmo School.

2. Justificación

A pesar que en las revisiones de investigaciones se encuentran diferentes propuestas que vinculan la implementación de un enfoque STEM como metodología o propuesta didáctica, como las de Hurtado y Martínez (2017), Quiceno (2017), Penagos et al. (2020), Búa Ares (2020) Videla et al. (2021), Ferrada (2022), aún existen ciertas brechas a la hora de identificar cuáles son las rutas a seguir para que dichas implementaciones adquieran los propósitos que se establecen o los objetivos que buscan y más aún cuando a ciencia cierta no se sabe si tales rutas existen. Por tanto, la implementación de este tipo de enfoque tiende ser separada de una planeación escolar y curricular y solo se hace en la medida de actividades sueltas que el maestro (hablando en términos generales) utiliza con el fin de hacer la clase de ciencias, matemáticas o tecnología de manera más atrayente e interdisciplinar. A propósito de lo anterior, Hernández y Muñoz (2020), hacen una crítica a los modelos tradicionales que rompen con modelos innovadores en la escuela y no permiten que estrategias de alto impacto educativo tengan en el aula espacio. (p.372). De alguna manera distan los recursos tradicionales que aplican los maestros de las intenciones innovadoras que propende una educación que articule por ejemplo una propuesta STEM.

Es por eso que, al encontrarnos con un modelo educativo diferenciador, que rompe las metodologías tradicionales de las formas de enseñar y aprender, que incluye las ciencias, las matemáticas y la tecnología en una sola categoría de enseñanza, se hizo pertinente analizar las articulaciones que se establecen entre las disciplinas, así como los productos y resultados que se obtienen, pues partiendo de eso se puede hablar implícitamente de un enfoque STEM.

Con lo anterior puede llegar a establecerse un dialogo entre el Momento Científico y el enfoque STEM, primero en el carácter interdisciplinar, bajo esta premisa tanto el modelo pedagógico del Cosmo School como el enfoque STEM hacen una crítica al conocimiento sectorizado y compartimentado de la educación tradicional. A propósito, plantea Ashgar (2012):

El aprendizaje interdisciplinario puede fomentar la comprensión de los conceptos STEM en aplicación a problemas del mundo real, problemas que por su propia naturaleza son interdisciplinarios. En los entornos escolares tradicionales la compartimentación del conocimiento científico crea límites tan rígidos que a menudo sirven como barreras para cualquier esfuerzo por desarrollar programas integradores de ciencias y matemáticas. (p.86)

Se intenta entonces romper con la segregación de las disciplinas a tener una visión desde el carácter transversal.

Como segunda instancia aparecen propósitos y habilidades comunes tanto en una propuesta STEM, como en el modelo educativo del Cosmo School, tales como: “capacidades comunicativas, aumento de la autoestima, capacidad analítica en la resolución de problemas de manera creativa, procesos de experimentación, aprendizaje colaborativo y pensamiento crítico” (Coello, como se citó en Pisco et al, 2018)

Por tanto, se puede decir que al menos desde las fundamentaciones teóricas que orientan el modelo educativo del Cosmo School y más aún desde la visión del Momento Científico, hay una propuesta STEM implícita, sin embargo, parece ser que este enfoque se queda solo en el papel y no se extrapola en la praxis escolar, pues acá la formación tradicional y sectorizada tiende a aparecer sin que se establezcan nexos entre disciplinas, métodos, discursos y docentes. La Figura 6, evidencia el momento donde hay una proyección de un vídeo sobre palancas, aunque es un recurso pertinente, los estudiantes solo observan, sin que haya una intervención por parte del maestro que explique las ideas del recurso, sus metodologías, los saberes previos a conceptualizaciones, prototipos y resultados más eficientes. A través de esta visión, esta investigación se hizo relevante, pues identificó no solo una propuesta que debe potenciarse, sino que propició un acercamiento al diseño, la estrategia y la ejecución que posibilite que el Momento Científico tome relevancia y significado como propuesta educativa.

Imagen 5

Proyección palancas, clase Física



Nota. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=NigPhh5i_7M&t=164s

Lo anterior se da a través del análisis de los documentos rectores que rigen el modelo educativo del colegio, focalizando el Momento Científico a partir de un rastreo bibliográfico sobre sus pretensiones, características, propósitos, contenidos y evaluación, posterior a esto, se reconocen ciertas categorías fundamentales que permiten rediseñar, articular y ejecutar algunas clases en el Cosmo School que retraten lo que plantea la teoría y a través de esas praxis hacer un contraste con otras categorías que salen a la luz cuando se implementa una propuesta STEM.

Frente a lo pertinente a la educación matemática, se podrían enunciar varias apuestas que posiblemente se logren alcanzar cuando se interioriza una propuesta STEM al interior del aula. La primera de ellas es relacionada al factor motivacional, afirma Schulz (2016), que la motivación por parte de los estudiantes frente al área de matemáticas cada vez es menor, producto de una era de videojuegos y redes sociales, revertir la ecuación donde la tecnología se vincule a las matemáticas podría ser la clave para alcanzar esa motivación deseada. Por esto STEM se hace importante, en la medida que vincula la tecnología y la ingeniería como formas de presentar unas matemáticas reales y cercanas a las necesidades e intereses de los estudiantes. Una segunda apuesta se relaciona a los procesos de modelamiento que pueden generarse en las matemáticas cuando se trabaja desde un enfoque STEM. Romper con unas matemáticas alejadas y desconocidas a un trabajo donde la realidad se pueda matematizar, utilizando el modelamiento como herramienta, se hace vital en la medida que los estudiantes van comprendiendo la propia realidad desde la lógica, el razonamiento matemático y la resolución de problemas. Finalmente, cuando se identifican elementos propios del STEM, van dotando de recursos y estrategias al docente de matemáticas, que se apoya en este para generar clases donde se puedan vincular las demás áreas buscando así una enseñanza transversal y un trabajo interdisciplinar.

3 Objetivos

3.1 Objetivo General

Identificar algunas características del enfoque STEM, que puedan incorporarse desde las conceptualizaciones, propósitos y praxis correspondiente al momento científico en la Escuela Inspira, del colegio Cosmo School

3.2 Objetivos específicos

Establecer paralelos entre los documentos rectores del colegio que posibiliten reflexiones acerca de como se puede recurrir a un enfoque STEM como propuesta al modelo del momento Científico en el Cosmo School

Indagar en los documentos rectores las maneras en las que algunas características del enfoque STEM pueda vincularse a las pretensiones del modelo educativo del colegio.

4 Marco Teórico

4.1 Las Rutas hacia STEM

A lo largo de las últimas décadas varios movimientos con una ideología política han incursionado en el modelo educativo principalmente el norteamericano y europeo como formas de revolucionar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela y extrapolándose a otros contextos como el latinoamericano. Si bien estos movimientos se originan con una intención política y económica su impacto en la escuela ha sido bastante visible, plasmado en diferentes documentos, propuestas e investigaciones de carácter pedagógico y escolar. La mayoría de estos movimientos entrelazan los componentes de investigación en ciencia, pero además procesos creativos, lúdicos y matemáticos.

Se podría decir que el carácter de la ciencia o su misma naturaleza pasa por diferentes procesos, en relación al contexto y los criterios de enseñanza. Durante la Segunda Guerra Mundial la ciencia se inserta dentro de una etapa industrial o profesional (Martínez, 2004), en la época de la postguerra, la ciencia y la tecnología son consideradas como herramienta de progreso social por lo que aparece una época de optimismo (Hernanz, 2002), finalmente este optimismo comienza a decaer, frente a las guerras nucleares y químicas, las confrontaciones bélicas entre los años 1955, utilizando la ciencia y la tecnología como escudo, así como el descontrol en el uso de diferentes insecticidas y plaguicidas, que dio origen a lo que se denomina la época de Alerta (Martínez, 2004). Es a partir de estos desafíos, que, a mitad del siglo XX, comienzan a aparecer diferentes movimientos que desde la escuela pueda hacer frente a tales problemáticas, por ejemplo, el enfoque Ciencia-Tecnología- Sociedad (CTS) que surge como respuesta y necesidad de reflexionar ante tales problemáticas (Núñez, 1999). Para Membiela (1997), “El movimiento CTS, nace como respuesta a la crisis que se da a comienzo de los 60s, en torno a la relación que mantenía la ciencia con la tecnología y la sociedad” (p.110).

Sin embargo, como lo señala Morell (2007), otros autores, reconocen los inicios del enfoque CTS a partir de los cambios a la imagen de ciencia y la tecnología que se venían dando en diferentes disciplinas académicas, tales como la Filosofía e Historia de la Ciencia, la Filosofía de la Tecnología, las Didácticas de las Ciencias, entre otras.

Luego ante la necesidad de encontrar un enfoque que atendiera al tercer reto sobre la enseñanza de las ciencias, en lo que se refiere a enseñar sobre las ciencias (Hudson, 2003), el movimiento CTS, desde su alfabetización científica y formación ciudadana, parece encontrarse muy distante de indagar acerca de la propia naturaleza de la ciencia y sus componentes epistemológicos e históricos, además no se precisa por una argumentación, que permita el debate científico y tecnológico y sus impactos sociales, sin excluir de la misma ciencia el carácter ético, político, cultural, religioso y moral que se inscriben en los dilemas de índole tecno científico, surge entonces otro movimiento denominado Asuntos Socio científicos (ASC). Para Hudson, (1993), los aspectos socio científicos permiten reunir cuatro características fundamentales:

1. Permite reconocer como la ciencia y la tecnología están determinadas por la cultura.
2. La toma de decisiones sobre controversias científicas o tecnológicas, se da en virtud de intereses particulares, por lo tanto, esta toma está ligada a la distribución de riqueza y poder.
3. Permite desarrollar las visiones propias de uno mismo y establecer las posiciones propias sobre valores.
4. Se adquieren conocimientos y habilidades para intervenir efectivamente en la toma de decisiones.

Los asuntos socio científicos van ligados a la construcción meta cognitiva del conocimiento, ya que permite la implicación personal de los estudiantes en la tarea, la evaluación y control del propio conocimiento y la resolución de situaciones (Martínez e Ibáñez, 2006).

A partir de lo anterior se van consolidando elementos primordiales en los modelos educativos como la enseñanza de las ciencias contextualizadas y el uso de tecnologías, pero a medida que la escuela se va transformando a las realidades de la época, el contexto y la cultura donde se inserta, otras disciplinas se suman como formas de articular el conocimiento sin que caiga en islas o sesgos y que lleve a los estudiantes a formar su pensamiento crítico, creativo, lógico, aparecen entonces las matemáticas como una disciplina que se conecta a esos procesos científicos, tecnológicos y surge el STEM, como otro modelo que propone un panorama más amplio frente a los dos anteriores. En *“The World is flat. A brief history of the twenty-first century”* (2005). (*“El mundo es Plano. Una breve historia del siglo XXI*) de Thomas Friedman, se comienzan a dar las primeras pinceladas para definir este enfoque, lo cual plantea: *“El movimiento STEM se inicia en la década de los 90, con la National Science Foundation como principal organismo impulsor. Tras unos años de escasa repercusión social y también educativa”*.

(Bybee, 2013, p. 12). Por otro lado, se establece que el “STEM responde al acrónimo en inglés de Science-Technology- Engineering-Mathematics, las asignaturas para una economía próspera y para una sociedad segura y saludable (Sánchez Ludeña, 2019).

A pesar de que su surgimiento es de interés meramente político, Pastor (2018), afirma haber pasado a dimensiones políticas educativas en el 2010 en territorio norteamericano para luego extrapolarse a otras esferas mundiales.

4.2 Algunas definiciones propuestas a STEM

Algunas definiciones propuestas van desde las ciencias clásicas, ceñidas a su origen y otras más modernas que a lo largo del tiempo se vienen ajustando a las realidades escolares. Como se mencionó en líneas anteriores Friedman, (2005) y Sánchez Ludeña (2019) definen STEM desde sus génesis y corte político-económico. A esto agrega Parales y Aguilera (2020), “A partir del 2009 se viene extendiendo una identidad STEM para la comunidad, cuyos fines radican primeramente en mantener una competencia económica norteamericana” (p.64). Hasta ahora sus definiciones se mantienen en el margen político, sin introducirse a un modelo educativo. O bien hay intrínsecamente una mirada educativa atendiendo a lo económico y político. A propósito, se plantea lo siguiente: “La educación STEM puede considerarse como un movimiento educativo que posee un trasfondo político debido a desafíos globales como la economía, el cambio climático y la producción energética”. (Cuervo et al., 2022, p.3).

Empieza entonces a concebirse una postura educativa, una mirada a la escuela que poco a poco se va introduciendo en las metodologías, discursos y currículo escolar. Se hace importante entender ese currículo como el mapa general que da la ruta a cualquier modelo educativo, como por ejemplo lo que son las definiciones de competencias y que Botero (2018) enuncia en su definición: “la educación STEM se presenta como una alternativa para preparar a la juventud con las competencias necesarias del siglo XXI” (p.21). Lo anterior puede dar indicios de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan al interior del aula, la escuela entonces parece ser el mecanismo para que el enfoque STEM logre sus propósitos e intenciones, más aún cuando propone Zollmann, (como se citó en Toma y García, 2021), se trata de un “movimiento pedagógico o metadisciplina orientada a integrar las especialidades constituyentes de STEM” (p.66). Estas definiciones de un STEM por fuera y adentro de la escuela se hace transcendental en la medida que si se trata de “un afuera” este tiende a centrarse más en un slogan de coyunturas

políticas, de manera mucho más enérgica lo enuncia Toma y García (2021), “Como eslogan político, es decir, STEM como bandera para demandar una mayor atención administrativa o gubernamental a las disciplinas que componen el acrónimo” (p.66). Sin embargo, cuando se trata de “hacia dentro” hablamos de educación STEM contextualizada, “En este contexto, el enfoque STEM se puede entender como una aproximación para la enseñanza de las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas de forma interdisciplinar, donde la rigurosidad de los conceptos científicos es desarrollada mediante actividades didácticas inmersivas aplicadas al mundo real” (García et al., 2017, p.162).

Si bien hemos trasegado una frontera del STEM que radica hacia adentro y afuera del modelo educativo, aun no queda claro las atribuciones que se le pueden dar al STEM, ya sea como una propuesta de fortalecimiento entre la ciencia y la tecnología (Álvarez, 2016; Lupiáñez e Hidalgo, 2016) como metodología de aprendizaje interdisciplinar contextualizado (Pastor, 2018), como disciplina (Pascual, 2016) o metadisciplina (Kennedy y Odell, 2018; Zollman, 2020) como un enfoque (Molina, 2021; Thibaut et al., 2018) movimiento (Perales y Aguilera, 2019; García, 2020; D’Ambrosio, 2020), emergencia (Casal, 2009) o simplemente como un slogan. Si bien se plantea que:

La causa de que sea tan difícil dotar de significado pedagógico el término STEM es que en realidad no lo tiene: STEM es un término que representa un objetivo político, no un enfoque pedagógico o didáctico, aunque pueda promoverse desde enfoques pedagógicos o didácticos. (Domènech-Casal, 2018, p. 31)

Atenderemos a las definiciones de “enfoque” que, de acuerdo a Bunge, (2003): “un enfoque es una manera de ver las cosas (por ejemplo, las personas) o las ideas (por ejemplo, las conjeturas) y, en consecuencia, también de tratar los problemas relativos a ellas” (p.53). Además de manera más técnica el autor agrega que: “un enfoque puede definirse como un cuerpo C de conocimiento preexistente, junto con una colección P de problemas (problemática), un conjunto O de objetivos y una colección M de métodos (metódica)” (p.54). Bajo esta mirada podemos emplear enfoque STEM, cuando a partir de un conocimiento, se puede abordar una problemática real y de contexto a través de los diferentes métodos que proporcionan las disciplinas articuladas en la consecución de objetivos propuestos. Sin embargo, atribuirle la cualidad de enfoque a STEM trae sus opositores que manifiestan que como tal no existe por su poco rigor epistemológico (Akerson et al., 2018) por ser solo un objetivo político (Domènech-Casal, 2018)

por carecer de didáctica (Miler-Bolotin, 2018). Si bien el análisis crítico que hace Toma y García, (2021) frente a la controversia de la cualidad enfoque al STEM es bastante drástica, nos acuñamos a las reflexiones anteriores cuando desde Bunge (2003) se define el concepto de enfoque en paralelo a las afirmaciones de Zolmann (2012), que establece STEM como un enfoque académico:

La alfabetización STEM requiere la capacidad de comprender y aplicar contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) de las disciplinas que componen STEM para resolver problemas reales, prestando especial atención a la necesidad de desarrollar una serie de habilidades STEM afectivas y procedimentales específicas para consolidar esta alfabetización. (p.12)

Donde de nuevo aparecen los elementos de los conocimientos preexistentes, las metodologías, los objetivos y los problemas.

4.3 Características de un enfoque STEM

Concebir un enfoque STEM pretende pasar de un mero eslogan a una educación STEM con propósitos definidos, parafraseando a Bybee (2010) este enfoque debe ir más allá de su slogan político a concebirse como una meta o un propósito, que al final será la escuela la encargada de llevarlo a cabo. Por tanto, siguiendo a este autor uno de los propósitos o características de un enfoque STEM o una educación STEM son:

Como primera medida las habilidades y conocimientos necesarios para afrontar, resolver y cuestionar problemas de la vida real que permita además moverse por los componentes que integran el STEM. Segundo entender como cada saber y disciplina que aporta este enfoque puede llegar a transversalizarse. Finalmente entender como las ciencias, las matemáticas, la tecnología hace parte de nuestra misma vida social, cultural y como ciudadanos. Se caracteriza un enfoque o una educación STEM, en el momento en que el estudiante adquiere habilidades, conocimientos y actitudes que le permitan comprender el mundo real, su contexto permeado de fenómenos naturales, científicos, innovadores. Además, que cada disciplina posibilite procesos investigativos. Que puedan sumergirse en un contexto cultural que viene bordeado por concepciones científicas, tecnológicas, matemáticas y de diseño de prototipos, a partir de la formación ciudadana, la crítica y reflexión individual y colectiva.

Para poder ampliar las propuestas del autor, se categoriza el STEM a través de su:

4.3.1 Integración

Varias investigaciones didácticas se han interesado en posibilitar un intento a la hora de transversalizar las ciencias, matemáticas, la tecnología y la ingeniería en un contexto escolar. Esta integración requiere una mirada no sesgada y aislada a cada componente, sino que permita posicionar a las disciplinas en un escenario epistemológico, histórico, conceptual y cultural que desde el colectivo intenten dar solución a problemáticas actuales. A propósito, se enuncia lo siguiente: “La alfabetización STEM es la habilidad de identificar, aplicar e integrar conceptos de la ciencia, la tecnología y la matemática para comprender problemas complejos y para innovar en su solución” (Balka, 2011, p. 7). Entendemos esta integración como lo propone Sarria (2009) como una forma de no fraccionar la realidad, al contrario de eso existen algunos factores que alcanzan lo inter, multi y transdisciplinar, cada uno de ellos busca integrar de manera significativa, no como saberes aislados sino como un sistema que permita entender los problemas reales del mundo.

Se hace necesario entonces vincular una primer característica al STEM desde su función integradora, esto de alguna manera induce a varias aristas, primero a una integración de las disciplinas que la componen, segundo a una integración que permita una mirada a la realidad no segmentada y tercero una integración a los resultados que puede ser la adquisición de conocimiento como el diseño de prototipos, sin duda alguna como indica Schulz (2016), sigue siendo un desafío dicha integración cuando aún la escuela se mueve bajo conocimientos compartimentalizados y aislados.

4.3.2 Situaciones reales y contextualizadas

Si bien se hace indispensable un carácter integrador del STEM, no basta solo con esto, a propósito, plantea Casal (2019), “La interdisciplinariedad que se asocia a menudo con STEM debe ir más allá de trabajar contenidos de forma conjunta: éstos deben jugar un papel en un contexto problematizado” (p.162). Por ende, como segunda característica que se le atribuye a un enfoque educativo STEM es trabajar sobre contextos reales y cercanos a los intereses de los estudiantes. “Esto busca transformar las prácticas tradicionales de enseñanza, pues el profesor ya

no desarrolla temas, sino que se convierte en un guía para que los estudiantes aprendan analizando problemas reales de su contexto” (Molina, 2021, p.64).

En consideración con problemas reales García et al., (como se citó en Escalona et al., 2018) plantea la necesidad de una integración STEM que enfatice en aplicaciones al mundo real y se aproxime en una enseñanza de las ciencias, las matemáticas y la tecnología de manera interdisciplinar a través de la inmersión de actividades aplicadas a realidades cercanas.

4.3.3 Pensamiento Crítico

De acuerdo a Yepes (2020), “El pensamiento crítico se demuestra cuando se es capaz de interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos a través de un pensamiento lógico y un pensamiento sistémico” (p.29) Frente al pensamiento lógico, Sánchez Ludeña (2019), indica que al existir una integración de cuatro disciplinas, es posible que “la tecnología e ingeniería brinden técnicas y herramientas para afrontar la construcción de problemas y las matemáticas aportan un modo de expresión y representación, además de una forma de resolver problemas y fortalecer el pensamiento lógico y crítico” (p.147)

Uno de los objetivos propuestos por Bybee (2010) en su libro “The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities” son:

- “A STEM literate society
- A general workforce with 21 st-centuy competencies and
- and advanced research and development workforce focused on innovation” (p. 10)

El Segundo ítem hace referencia a las competencias y habilidades que se deben adquirir para el siglo XXI. De acuerdo a Couso (2017) fuera de las competencias transversales y disciplinares que propone el STEM y que se tocará después, existe otro tipo de competencia y habilidad clave para encarar los procesos tecnológicos y científicos del siglo XXI es lo pertinente al pensamiento crítico, a propósito, enuncia al referirse hacia una alfabetización STEM:

Una inclusión de las competencias transversales que incluya también otras competencias del siglo XXI muy relevantes, como el pensamiento crítico, la competencia de trabajar en equipo y la de comunicar, así como la visión meta cognitiva de aprender a aprender. (p.3)

Es necesario entender que el pensamiento crítico no es un concepto que se enseña, no es un manual o un recetario donde se siguen las indicaciones para obtenerlo, es un ejercicio que depende del conocimiento del tema, de una puesta del contexto y las realidades. Por eso a medida que se viene desarrollando las características de un enfoque STEM en la educación, se parte primero de una integración de sus disciplinas, una forma transversal del conocimiento, de los saberes, propósitos y naturaleza que puede ofrecer cada disciplina, luego bajo contextos y situaciones reales el conocimiento adquiere mayor sentido, luego con ese sentido se puede inducir a un pensamiento crítico, que se fundamenta en el análisis de las situaciones a través de lo aprendido.

4.3.4 Competencias Transversales

Para Couso (2017), un enfoque STEM prima en los contenidos o competencias específicas y las competencias transversales (p.4) la primera más allá de contenidos establecidos conceptualmente es una “forma de hacer, pensar, hablar, sentir y valorar procesos propios de una comunidad de práctica concreta” (Couso, 2017, p.4).

Frente a las competencias transversales que aporta una educación STEM, de acuerdo al mismo autor se reúne:

- Resolución de Problemas
- Creatividad
- Capacidad de Análisis
- Evaluación
- Comunicación.

Frente a la primera competencia Toma y Greca (2016) establecen que “las disciplinas STEM convergen en la resolución de problemas reales que pueden ayudar a los niños a modificar su concepción y actitud hacia la ciencia” (p.5) por ende de alguna manera el concepto se adhiere a lo que busca un enfoque STEM. Seguidamente en autores como (Aguilera et al., 2021; Bybee, 2013; Kenedy y Odell, 2014), caracterizan un enfoque STEM a partir de tres aspectos:

“1. La inclusión de una situación del mundo real 2. La Interdisciplinariedad 3. Desarrollo de las habilidades de resolución de problemas” (Castro y Montoro, 2021, p. 358).

La creatividad es otra habilidad propia de un enfoque STEM sin embargo algunos autores como Mantecón et al., (2017) sugieren que, al adicionar el Arte a este enfoque, lo que se ha denominado STEAM, tiene como base y “filosofía fomentar el interés, la motivación y la creatividad de los estudiantes” (p. 358). Así van apareciendo otros elementos que ha diversificado el enfoque, entre ellos STEAM, STREAM (para algunos autores la R representa religión, para otros es la R de Reading/Lectura) y STEAM+H (Humanidades). Dependiendo el caso, la creatividad es considerada una habilidad y competencia del grado XXI y como muchos pedagogos han propagado a lo largo de la historia, la carencia de asombro en el estudiante, lo llevará a un aprendizaje mecánico sin que se potencie la capacidad de descubrimiento, asombro y creatividad. Por tanto, independiente del enfoque que se tome es necesaria vincularla siempre a los procesos enseñanza-aprendizaje desde una educación STEM.

Como capacidad de análisis se vincula al pensamiento crítico y la resolución de problemas

Expone Perrenoud (2008) acerca de la evaluación:

Tradicionalmente la evaluación en la escuela está asociada a la fabricación de jerarquías de excelencia. Los alumnos se comparan y luego se clasifican en virtud de una norma de excelencia abstractamente definida o encarnada en el docente y los mejores alumnos.

(p.10)

Estas visiones de evaluación que históricamente se han ubicado en la enseñanza tradicional ha incidido en cierta deserción y fracaso escolar, al mismo tiempo se enmarcan los procesos de enseñanza-aprendizaje pocos creativos y obsoletos, por ende, una educación STEM se caracteriza por una evaluación por competencias, en este caso una competencia científica, tecnológica y matemática. (Casal, 2018, p.32)

A propósito, plantea José Gimeno Sacristán (se citó en Moreno, 2010):

Que el constructo por competencias suelen tener en común tres enfoques: a) reaccionan en contra de los aprendizajes academicistas tradicionales que no aportan capacitación alguna al sujeto porque, una vez memorizados y evaluados, se erosionan en la memoria o se fijan como mera erudición; b) una orientación más precisa de este enfoque utilitarista de la enseñanza lo representan las experiencias de formación profesional, en las que el dominio de determinadas destrezas, habilidades o competencias es la condición primordial del sentido de la formación; y c) se trata de planteamientos que estiman que la

funcionalidad es la meta de toda educación, refiriéndose a que lo aprendido pueda ser empleado como recurso o capacitación adquirida en el desempeño de cualquier acción humana. (p.291)

Bajo lo anterior se hace importante una educación STEM pues esta posibilita conocimiento no memorístico sino con un significado y sentido que aporta cada disciplina en la resolución de problemas del contexto real, a su vez permite una serie de habilidades transversales y destrezas, además de la aplicabilidad y funcionalidad de prototipos y diseños propios. Cuando se hace un proceso paso a paso de como el estudiante va tomando cada uno de esos elementos, se habla de una evaluación continua y permanente.

A propósito de la comunicación en Sánchez-Ludeña (2009) esta se presenta como una de las competencias propias de una educación STEM/STEAM, en la medida que, al alcanzar metas y objetivos, resolver situaciones, abordar problemas en grupo y compartir experiencias y resultados hay estrechamente vinculado procesos comunicativos.

4.3.5 Formación y participación ciudadana

Un enfoque que integra diferentes disciplinas y a la vez permite el análisis de problemáticas reales en contextos cercanos, ubica al sujeto no solo como un estudiante que se apropia de algunas destrezas y habilidades, sino que lo inserta en el plano social, pues participa en la búsqueda de alternativas de problemáticas locales y le permite obtener cierto grado de ciudadanía, que va más allá de normas básicas sino de procesos críticos en contextos locales. Antes esto dice Casal (2009), “El término STEM es polisémico y tiene actualmente una gran presencia en ámbitos de innovación en enseñanza de las ciencias. Sintetiza un conjunto de objetivos políticos en relación al desarrollo de vocaciones científico -tecnológicas, inclusión y ciudadanía” (p.155). Esta ciudadanía siguiendo al autor permite al estudiante desde su comunidad interiorizar en su proceso formativo tres verbos: “Comprender, decidir y actuar” (p.157)

Para Bolívar (2016), “El ejercicio de la ciudadanía exige un adecuado nivel de educación, necesario para vitalizar una democracia y participar en ella con autonomía y de modo informado. No hay democracia en sentido pleno sin la participación activa de la ciudadanía” (p.70). Una educación STEM que involucre a sus participantes en acciones que requieran deliberar, tomar

decisiones, participar de forma activa en los resultados y experiencias no solo incide en una educación significativa, sino además democrática.

4.3.6 Diseño de experiencias y prototipos

De acuerdo a Yepes (2020), “Una característica de un enfoque STEAM/STEAM radica en la elaboración de productos o diseño de prototipos, sin embargo para el autor antes de llegar a la fabricación de dispositivos el estudiante primeramente debe tener un conocimiento y uso por la tecnología, lo que denomina “tecnológicamente cultos”” (p. 27), desde una cultura tecnológica y el uso de dispositivos tecnológicos se coloca la mirada significativamente sobre el maestro y como este con su discurso, estrategias y metodologías de enseñanza involucra sistemas informáticos, tecnológicos y de comunicación. Pasada esta etapa se llega a los procesos creativos y de innovación, acá también el maestro juega un papel primordial en la medida que despierta la curiosidad del estudiante e incentiva en productos que vayan más allá de lo convencional. Posterior a esto y siguiendo al autor en mención, se llega a una etapa de diseño y fabricación de productos que “se caracteriza porque en esta los actores diseñan y construyen objetos y aparatos sencillos con una finalidad previa, planificando la construcción y usando materiales, herramientas y componentes apropiados.” (p.28)

Como vamos evidenciando, llegar a la fabricación de productos requiere primero de un conocimiento dado a través de la integración de las disciplinas STEM, luego las ideas de fabricación y modelación matemática se ajusta mayor a contextos y situaciones reales. La elaboración del producto genera mayor impacto cuando se trabaja en equipo, pues de allí surgen las ideas, la ciudadanía, la toma de decisiones que a la vez refuerza el pensamiento crítico y las competencias transversales. Por tanto, no se trata de entregar un producto aislado, sino que es una consecuencia escalonada de conocimientos, habilidades, competencias, realidades y elaboraciones propias de un enfoque STEM.

5 Marco Metodológico

En el presente capítulo se presenta el diseño metodológico que fundamentó esta investigación, atendiendo a aspectos como enfoque investigativo, recursos, técnicas y métodos. Frente a lo anterior este trabajo se planteó a partir de un enfoque de investigación cualitativa, a la hora de abordar un enfoque de este tipo, se podría recurrir a las preguntas planteadas por Sandoval (1996):

¿Cuál es la concepción de realidad que manejan unos y otros enfoques?

¿Cómo se concibe y maneja la relación entre el investigador y la realidad que este investiga?

¿Cuáles son los procesos, estrategias y medios que el investigador maneja para construir conocimiento sobre la realidad humana que investiga? (p.17)

Las preguntas anteriores ponen de relieve las nociones de realidad, investigador, estrategias, conocimiento, aspectos relevantes cuando se trata de abordar un enfoque de corte cualitativo. En esta investigación se dio respuesta a las preguntas anteriores porque entendemos que la realidad no es un concepto estático, sino al contrario fluctúa de acuerdo a una época, un contexto, una población determinada, un tiempo dado. Ya que como lo expone, Gómez et al. (1996), un enfoque cualitativo “Estudia la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas” (p.1). Por esto se parte de un contexto real, en este caso un aula de clases de un colegio particular en una zona céntrica de la ciudad de Medellín.

En segundo lugar, las relaciones que existen entre la realidad que se investiga y el propio investigador vienen dotadas de experiencias, sucesos, subjetividades, opiniones, que van cargando de significado la investigación, y que se hace necesario determinar en qué momento se deben separar esas experiencias propias del objeto de estudio. En este apartado se resalta el poder de la observación participante pues de acuerdo a Taylor & Bodgan (1984), esta técnica investigativa de corte antropológico permite “analizar qué hace la gente y cómo lo hace que nos lleva a comprender por qué lo hace”. (p.82). Por tanto, ese vínculo realidad-investigador se va fortaleciendo en la medida que se participa en el campo de acción, donde se establecen diálogos con aquellos sujetos que se investigan, donde se sumerge en la realidad de cada proceso y,

además el investigador va vibrando en torno a esas dinámicas y tensiones que van configurando la misma realidad.

Una investigación de corte cualitativo permite además comprender la cotidianidad con que se van desarrollando las situaciones y experiencias de clase, por lo que no se somete los resultados a supuestos o conjeturas. Estar inmerso en el salón reconociendo las dinámicas con que se desarrolla el Momento Científico permitió obtener, de primera mano, informaciones acerca de cómo el maestro asumía sus enseñanzas, estrategias y discursos al mismo tiempo que revelaba sus temores, subjetividades y formas de comprender el mundo. Para esto el investigador además se apoyó de una lectura consiente y rastreo de información frente a los documentos que rigen la propuesta educativa del Cosmo School que fueron la base necesaria para llevar a cabo un análisis profundo y categorizado entre momento científico y enfoque STEM.

De acuerdo a Pinto (se citó en García, 1993) el análisis documental permite operar de manera intelectual, mecánica y repetitiva a partir de documentos originales que se transforman en instrumentos óptimos para un estudio más particular y detallado.

La lectura atenta y el rastreo que se realizó a diferentes documentos que rigen el Cosmo School, entre los que se encuentra “Rutas para la inspiración”, permitieron evidenciar las orientaciones, metodologías y estrategias que utiliza su modelo educativo en la formación de sus estudiantes. A través de este se extrajeron diferentes componentes conceptuales que permitieron establecer las primeras categorías para relacionarlas con las características del enfoque STEM, entre las que se encuentra:

Tabla 1

Comparación Rutas para la Inspiración y enfoque STEM.

RUTAS PARA LA INSPIRACIÓN

STEM

Propósito Central del Cosmo School

“Transformar la manera de vivir el acto educativo para despertar el propósito y potencial de cada persona” (Rutas para la Inspiración, 2020, p.7)

Principios orientadores

“Fomentar el aprendizaje activo y experiencial” (Rutas para la inspiración, 2020, p.11)

“Crear hábitos que promuevan bienestar y sostenibilidad” (Rutas para la inspiración, 2020, p.13)

Aprendizajes Inspiradores (AI)

“Para incentivar el aprendizaje activo, también es preciso generar ambientes donde los estudiantes experimenten, indaguen, construyan, colaboren, argumenten, se comuniquen y apliquen el conocimiento en situaciones de la vida real” (Rutas para la inspiración, 2020, p.15)

Aprendizajes sobre el ser humano

“Cada persona íntegra en sí: cuerpo, emoción, cognición, relaciones, estética, productividad y trascendencia” (Rutas para la inspiración, 2020, p.16)

Momento Científico: “Reúne de manera interdisciplinaria las áreas de ciencias naturales (biología, química, física, astronomía y geología), matemáticas (geometría, álgebra y estadística) y educación ambiental” (Rutas para la inspiración, 2020, p.21)

“Escuelas para vivir aprendizajes Inspiradores” (Rutas para la inspiración, 2020, p.22)

“Se constituyen como ciudadanos globales que acogen la diversidad, trabajan colaborativamente y reconocen el valor de crear y transformar con otras personas. Piensan críticamente e implementan acciones coherentes con el desarrollo sostenible y las situaciones problemáticas de su entorno” (Rutas para la inspiración, 2020, p.30)

“Ante una sociedad en continuo cambio se hace cada vez más necesaria una transformación en la educación. En este sentido, la educación en STEM se presenta como una solución que permitirá dotar a los alumnos de los conocimientos y habilidades necesarias para su futuro” (Vásquez, 2019, p.3)

“Mediante el enfoque STEAM+ y el aprendizaje experiencial, se puede alentar la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales en el siglo XXI” (Plaza et al., 2023, p.18)

“La educación STEM permite contribuir al desarrollo de competencias para la sostenibilidad” (Guerrero et al., 2021, p.8)

De acuerdo a Ramos et al. (2022) “En la implementación del enfoque STEM se utilizan estrategias que se adaptan al contexto y a la cultura de los estudiantes y la comunidad, como lo son las estrategias de aprendizaje activo, las cuales contribuyen al desarrollo de competencias y habilidades como el pensamiento de diseño” (p.15).

Plantea Mateos et al. (2020) que cuando se pasa con los estudiantes a enseñanzas que incluyen lo manipulativo, experimental, creación de prototipos, se incentiva la motivación y por tanto las emociones negativas pasan a ser positivas a la hora de enfrentar a asignaturas como las matemáticas y las ciencias.

“La alfabetización STEM es la habilidad de identificar, aplicar e integrar conceptos de la ciencia, la tecnología y la matemática para comprender problemas complejos y para innovar en su solución” (Balka, 2011, p. 7).

“El enfoque de ECG (Educación para la ciudadanía global) desde las disciplinas STEM puede promover métodos de aprendizaje participativos, con enfoques críticos y dialógicos, que generen habilidades –no solo instrumentales– y otras formas de alfabetización más respetuosas con la diversidad” (Serantes et al., 2021, p.3)

Frente a su organización

“Cada grupo está acompañado por una mentora base encargada de consolidar las valoraciones y rutas de propósitos y potencial de cada uno de sus estudiantes”

(Rutas para el aprendizaje, 2020, p.30)

“Hay mentoras especializadas para los momentos Corporal, Artístico y Worldview”

(Rutas para el aprendizaje, 2020, p.30)

“Mallas Curriculares y Proyectos Transversales”

(Rutas para el aprendizaje, 2020, p.32)

De acuerdo a Schultz (2016), “En los nuevos requerimientos curriculares, el desafío de integrar los conceptos y prácticas claves de STEM es aún mayor que los desafíos tradicionales. Ahora se requiere más que nunca la competencia de docentes de varias disciplinas. Es prácticamente imposible hacer la integración y realizar buenas clases en forma aislada” (p.295)

Plantea Herschbach (2011), la necesidad de insertar STEM en el currículo, no desplazando este último, sino adaptándolo a un tipo de enseñanza con un carácter más integrador (p.98)

Evaluación

“Nos vinculamos desde un modelo de evaluación auténtica, que parte de experiencias contextualizadas para que los aprendizajes sean cercanos a la realidad de los estudiantes, y posibilita el pensamiento analítico, crítico y creativo para la solución de problemas en colaboración con otros”

(Rutas para el aprendizaje, 2020, p.33)

Lo importante de desarrollar estas competencias es que permiten poner en práctica y tomar acción sobre las habilidades necesarias para potenciar la resolución de problemas, evaluar el desempeño de forma individual y colectiva, despertar la curiosidad necesaria para mantenerse motivado, entender la información, teniendo siempre presente cuál es la mejor fórmula para atraer su atención y motivarlos en ese aprendizaje (Caplan & Segura, 2019)

“Las apuestas que se desarrollan en este marco promueven una nueva mirada de la educación que de manera íntegra e integrada asegure un diálogo de saberes entre el arte, la ciencia, la tecnología y la multiculturalidad para propiciar escenarios de aprendizaje diversos, transdisciplinares y gestores de pensamiento crítico, así como de una conciencia social, que contribuyan al propósito y potencial de cada estudiante”

(Rutas para el aprendizaje, 2020, p.44)

Autores como Herro y Quigley (2017) entienden que los problemas a los que se enfrenta la sociedad no pueden ser resueltos de una manera aislada desde una disciplina, sino que debe haber una integración de estas, cobrando la transdisciplina-riedad especial importancia en esta integración. (se citó en Pérez y Guede, 2023, p.62)

Nota. Creación propia

El segundo documento que analizó es el “Documento Central Momento Científico” (DCMC) y los componentes que se pretenden revisar en torno a una propuesta STEM.

Tabla 2

Comparación Documento Central Momento Científico y enfoque STEM.

MOMENTO CIENTÍFICO	STEM
“El carácter interdisciplinar del Momento Científico” (Documento Central Momento Científico [DCMC], 2020, p.1)	

	STEM y el carácter interdisciplinar (Pérez & Guede, 2023)
“En el Momento científico nos valemos de la observación, indagación, la comprobación de hipótesis, la experimentación y la investigación” (DCMC, 2020, p.2)	Características y propósitos de un enfoque STEM (Perales & Aguilera, 2020)
“Desarrollo de competencias digitales” (DCMC, 2020, p.2)	Competencias digitales y STEM (Godoy et al., 2021)
“Aspiraciones Especificas del Momento Científico	
<ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento Científico • Pensamiento Matemático Crítico • Pensamiento Creativo • Conciencia Ambiental • Pensamiento Tecnológico” (DCMC, 2020, pp. 4-6)	Habilidades, competencias y pensamientos a través del STEM (Martín et al., 2016)
Experiencias de Aprendizaje	
“En la Escuela Inspira, se espera que en el Momento los estudiantes desarrollen una posición crítica frente a situaciones científicas, que les permita elaborar argumentos frente a un cuestionamiento y desacuerdos, y la identificación de problemas cuya solución involucre el enfoque STEAM” (DCMC, 2020, p. 46)	Formación de ciudadanos críticos a través de un enfoque STEM (Casal, 2019)

Fuente: elaboración propia

Finalmente se establecen un esbozo inicial de categorías de análisis para el documento “Sistema Institucional de Evaluación de Estudiantes (SIEE)”

Tabla 3

Comparación SIEE y enfoque STEM.

SIEE	STEM
“Comprendemos la evaluación como un acto reflexivo, dialógico y formativo” (SIEE, 2023, p.4)	Evaluación a través de una propuesta STEM (Doménech-Casal, 2018)
¿Para qué evaluamos? “Evaluamos para identificar las características e intereses de nuestros estudiantes, para conocer lo que ellos saben, comprenden y pueden aplicar a	Saberes previos desde un enfoque STEM (Echeveste et al., s.f)

su vida, y para detectar los procesos que más se les facilitan y los que se les dificultan, pero sobre todo para aportar al descubrimiento y desarrollo de sus propósitos y potencialidades de cara a sus proyectos de vida. (SIEE, 2023, p.7)

“Encuentros de avances y progreso evaluativo mediado por:
Entrevistas lideradas por los estudiantes
Presentaciones de aprendizaje
Muestra de proyectos
(SIEE, 2023, p.10)

Presentaciones y
Muestras de Proyectos
mediados por un
enfoque STEM
(Doménech-Casal et
al., 2019)

Metodología de Evaluación

“La metodología por proyectos permite las exploraciones del mundo que le rodea y crea las oportunidades para la construcción del conocimiento por medio de la observación, la experimentación y la manipulación. Posibilita la formación de ciudadanos activos, participativos, con sentido y actitud de emprendedores y responsabilidad desde su mundo inmediato con proyección al mundo exterior” (SIEE, 2023, p.12)

STEM y Aprendizaje
Basado en Proyectos
(ABP) ¿(Doménech-
Casal, 2018)

“Ruta de Propósito y Potencial para el acompañamiento y la valoración de los estudiantes durante el año escolar”
(SIEE, 2023, p. 18)

Se establece las
relaciones que se
pueden establecer
entre el DUA (Diseño
Universal de
Aprendizaje) y el
PIAR (Plan Individual
de Ajustes razonables)
a la hora de una
propuesta STEM al
interior del aula de
clases. (Gorritz, 2023)

Nota. Creación propia

La realización de las comparaciones anteriores permitió hacer un Análisis de Contenido (AC) que de acuerdo a Bernete (2013), “Es una metodología sistemática y objetivada porque utiliza procedimientos, variables y categorías que responden a diseños de estudio definidos y explícitos” (p. 194).

Al tener dichas categorías establecidas, se llevó a cabo una Observación Participante, bajo este instrumento nos ajustamos a las definiciones de Dewalt, (2002):

La observación participante es el proceso que faculta a los investigadores a aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades. Provee el contexto para desarrollar directrices de muestreo y guías de entrevistas. (p.3)

Por tanto, en el escenario escolar donde se llevó a cabo esta investigación en primera instancia se hizo varias observaciones al Momento científico, registrando las estrategias, didácticas y mecanismos que utiliza el docente para desarrollar dicho momento. Se realizó:

- Toma de nota de situaciones de clase
- Revisión a las “Claves” de grado décimo donde se consigna las temáticas, contenidos y propuestas que se llevan durante las 40 semanas de clase.

La Observación Participante además permitió la intervención a diferentes clases del momento científico, entre las que se encontraban: estadística descriptiva, laboratorio de PH, laboratorio de Gases y termodinámica.

Es importante mencionar, con respecto a las consideraciones éticas de la presente investigación, que se basó en un análisis detallado a los documentos que guían la propuesta del Cosmo School, y en una observación participante que centró su mirada y los diálogos en el quehacer del maestro cooperador sin que se hayan llevado a cabo registros de audio, fotográficos o de video a los estudiantes.

Durante esta intervención se pudo reconocer la propuesta y modelo metodológico y discursivo que pretende inculcar el Cosmo School en los estudiantes.

Finalmente, esta propuesta investigativa, luego de realizar una serie de categorías para los documentos que rigen la propuesta del Cosmo School, se hace necesario establecer diferentes categorías para el enfoque STEM y que serán puestas en consideración con las demás categorías que permitirán un análisis efectivo de lo que se pretende investigar.

Tabla 4

Descripción categorial STEM

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN
Integración y Transversalidad	Desde sus disciplinas (Balka, 201; Molina, 2021) Desde sus competencias (Balka, 2011)
Situaciones reales y contextualizadas	Problemáticas del mundo real (Casal ,2019; Molina, 2021)
Pensamiento Crítico	Procesos de Argumentación y pensamiento matemático critico (Yepes, 2020)
Formación y Participación Ciudadana	Toma de decisiones (Casal, 2009)

Nota. Creación propia

6 Análisis y Resultados

A continuación, se establece una serie de análisis a través de algunas categorías seleccionadas desde las rutas metodológicas, el rastreo de información, el apoyo teórico y la inmersión en el campo de acción que permitió a través de diferentes unidades de análisis establecer un panorama detallado de las implicaciones STEM en el Momento Científico del Cosmo School, soportado además por el texto “Rutas para la Inspiración y el SIEE.

Tabla 5

Análisis de Categorías

CATEGORIAS	SUBTEMAS	DESCRIPCIONES
Integración Integración	Estructura	Para Balka (2017), hay alfabetización STEM en la medida que sepa integrarse las ciencias, con las matemáticas y las tecnologías que permitan comprender el mundo y dar solución a problemáticas. Existe una integración parcial del momento científico, con aprendizajes aun aislados.
	Método	Schultz (2016) define una integración explícita, es decir una integración que además reúna estrategias, discursos, habilidades y competencias. Esto lo toma el momento científico desde su tríada Yo-Tú-Objeto, a través de un método experiencial, sin embargo, unión de saberes y disciplinas no necesariamente implica integración.
	Ser	Autores como Mateos-Núñez et al. (2021) relacionan variable emocional con actividades manipulativas y experimentales, a esto agrega Martínez et al. (2018), actividades científicas y tecnológicas despiertan el asombro y la curiosidad. El momento científico apuesta bastante al pensamiento creativo, la imaginación y la emoción. Es necesario atender a estos aspectos los mentores en el desarrollo de sus clases.
	Currículo	Debe pensarse en una integración curricular si necesariamente se quiere pensar en una propuesta STEM en la escuela. El Cosmo School ha entendido esto desde sus directrices intentando romper el modelo tradicional. Sin embargo, en palabras de Herschbach (2011), el STEM en sí no es un diseño curricular sino una parte que puede moldearse a nuevas metodologías y discursos.
	Evaluación	Couso (2017), es muy enfático a declarar como los estudiantes requieren de competencias científicas y tecnológicas para encarar los desafíos del mundo actual, a

esto Balka (2011) sostiene como a través de enfoques como el STEM se puede lograr esas competencias y alcanzar en el estudiante un pensamiento científico, tecnológico, matemático crítico, creativo y conciencia ambiental, pensamientos propios del momento científico.

Contexto	Reconocimiento	No sólo es integración, es también limitarla a un contexto problematizado (Casal, 2019, p.162), para Molina (2021) es el maestro quien acerca ese contexto cercano a sus estudiantes. El contexto se hace importante para el momento científico y en general para el Cosmo School en propuestas como –Colegio Expandido-
Pensamiento crítico y reflexivo	Pensamiento Reflexivo	Para Pisco et al. (2018) todo aquello que implique prácticas de laboratorio, integración, modelación, diseño de prototipos y experimentación debe llevar al estudiante a la formación de un pensamiento crítico. Para el momento científico se hace importante un pensamiento crítico y reflexivo, sin embargo, para lograr esto el aula debe adaptarse de recursos, elementos y estrategias que posibiliten la participación reflexiva en sus estudiantes, sobre todo cuando se trata de socializar al otro sus aprendizajes.
	Pensamiento matemático-critico	Para el Cosmo School el Pensamiento matemático crítico entendido como la capacidad de analizar y hacer uso de los conocimientos matemáticos para comprender la realidad social y los fenómenos científicos mediante la investigación, los argumentos lógicos, la toma de postura crítica y la participación. (p.5), sustentado en lo que Pisco et al. (2018) agrega como unas matemáticas que permitan solucionar problemáticas del contexto y la vida real
Formación y Participación ciudadana	Ciudadanía	Para Casal (2019) el termino STEM sintetiza una serie de objetivos políticos en las que rescata el concepto de ciudadanía. Esta noción no la relega solo al ser votante o participativo, sino que asuma acciones significativas dentro del contexto. Entendemos la ciudadanía en el momento científico desde el énfasis a la conciencia ambiental y la responsabilidad que conllevar integrar e investigar con fines sociales.
	Civilidad	La civilidad sigue siendo un tema de discusión desde los presupuestos STEM, pues ahora el factor de ciudadanía tiene más relevancia tanto en STEM como en momento científico
Diseño de Prototipos		El desarrollo del prototipo es un modelo STEM de enseñanza que ya involucra una fuerte conexión entre la ciencia (investigación de materiales, desarrollos hechos para brazos robóticos, etc.), las matemáticas (mediante resolución de ecuaciones, álgebra lineal), la ingeniería (en el diseño y

perfeccionamiento de nuevos procedimientos en la industria) y la tecnología (creación de un prototipo funcional), lo cual resulta en una excelente herramienta para la educación” (Montejano et al., p.83)

Fuente: elaboración propia

6.1 Integración

Hay una relación bastante definida entre los propósitos de integración del Momento Científico y el enfoque STEM respecto a sus componentes, pues ambos buscan transversalizar las áreas que conciernen a las ciencias, las matemáticas y la tecnología desde un carácter interdisciplinar que permita en los estudiantes comprender los problemas del mundo real. Desde esta perspectiva el Momento Científico en el Cosmo School cumple con los fundamentos característicos de la integración propia del enfoque STEM. Sin embargo, al analizar el trabajo de aula, parece ser que todavía aparecen algunos contenidos, enseñanzas y conceptos aislados que no se articulan de manera interdisciplinar, por ejemplo, a la hora de enseñar los fundamentos de la Estadística como la media, la moda y la mediana, los estudiantes solo se enfrentan a contenidos propiamente matemáticos sin que se presente un vínculo con algún contenido de las ciencias naturales y la tecnología.

Al analizar la malla curricular del grado decimo (Ver imagen 8), dividida en “Aprendizaje inspirador” “Fractal” y “Pregunta del momento” se evidencia que las temáticas presentes parecen estar aisladas una de las otras y no se establece un puente articulador entre ellas, por tanto, no se evidencia la integración de sus áreas.

Tabla 6
Malla Curricular Grado 10. 4 semanas

Grado 10			
Aprendizaje Inspirador		Fractal	Pregunta del momento
La Justa medida		Explorar	¿Hay equilibrio en la naturaleza?
Temáticas	Aspiraciones del momento	Propósito de la escuela	Aprendizaje esencial propuesto

1	Nivelaciones matemáticas (Números racionales y racionalización)			
1	Nivelación BIO (Tabla periódica y enlaces)			
2	Nivelaciones matemáticas (Algebra)			
2	Nivelación BIO (soluciones, ácidos, bases, pH)			
3	Desigualdades	Pensamiento científico	Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de principios y leyes propias de las ciencias naturales y las matemáticas.	Resuelve correctamente inecuaciones polinómicas, lineales y no lineales
3	Repaso Leyes Gases	Pensamiento creativo	Aplicar técnicas innovadoras por medio de pensamiento divergente y la curiosidad que tenga relación asuntos científicos y matemáticos.	Recuerda las variables que caracterizan un gas y las leyes de los gases
4	Funciones (concepto, clasificación, dominio, rango y propiedades)	Pensamiento científico	Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de principios y leyes propias de las ciencias naturales y las matemáticas.	Clasifica funciones de acuerdo a las características de dominio, rango y gráfica.

Nota. Fuente Rutas para la Inspiración

Aunque se establece en el fractal un propósito como el de: “Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de principios y leyes propias de las Ciencias Naturales y las Matemáticas” cada propósito parece trabajar de manera independiente de acuerdo a los contenidos y saberes propio de cada disciplina sin que se evidencie un punto de relación entre el método en que se integran las áreas propias del Momento Científico.

De esta manera se concluye que, aunque existe desde los documentos rectores una propuesta de integración de las áreas del Momento Científico en algunos espacios de aula como en su propuesta de malla curricular no se evidencia de una manera significativa.

6.1.1 Integración desde el método

Si se ha enunciado que el enfoque STEM debe buscar la integración, esta no debe limitarse solo a la unión de disciplinas y saberes, pues terminaría siendo una amalgama de conocimientos fragmentados y separados. La integración entonces no sólo radica desde su estructura y transversalización de las áreas que la componen, es importante indicar que cuando se habla de integración es además una mirada a las experiencias, herramientas y elementos que se hacen presentes para posibilitar un sistema significativo.

Luego de analizar que el Momento Científico es en sí la integración de las áreas de ciencias naturales y matemáticas hay por debajo de esta un carácter integrador más radical concerniente a las experiencias que dotan de significado este momento. Se habla de la triada YO-TU-OBJETO, un yo al carácter individual, a los talentos, habilidades que de manera personal el estudiante asume, hay además un “tu” desde el trabajo colectivo (Ver figura 9) desde otra forma de integración que consiste en las habilidades y talentos del otro que se unen al yo en la búsqueda de soluciones y propósitos para finalmente acercarse al OBJETO, como forma de conocimiento, como diseño, como prototipo, como enseñanza significativa, un objeto que en palabras de Schultz, (2016), puede apuntar a una habilidad nueva. Si tanto el STEM como el Momento Científico no posibilitan llegar a una habilidad nueva, a un acercamiento significativo al yo, al tú desde la transferencia de estrategias y conocimientos que finalmente será el objeto no puede hablarse de un sistema integrador.

Finalmente, la tríada yo-tu-objeto se une a los propósitos de las rutas de inspiración, cuando ese yo abre el espacio para sentir, pensar y el tu posibilita actuar, con un solo propósito de acercarse al sujeto, pero además al objeto de conocimiento que abarque desde la evaluación la dimensión humana (tu-yo) pero además habilidades y conocimientos nuevos (Objeto)

Todo apunta que desde los documentos rectores se presenta un factor integrador desde el método para el Momento Científico y por tanto hay una relación vinculante con un enfoque

STEM, ahora entraremos a analizar esta categoría desde las claves y diseño curricular propuesto por el Cosmo School con un ejemplo de un plan de estudio.

Tabla 7

Claves para la planeación de experiencias de aprendizaje Escuela Inspira. Pensamiento matemático-crítico

Grado	10°		
Aprendizaje Inspirador	Fluir ¿Sin un fin?	Semana	36
Momento de Aprendizaje	Científico	Clave para	2 experiencias 90 minutos
Pregunta del Momento	¿Cuáles son las fronteras de la materia?		
Aspiración del momento	Propósitos de la escuela		Aprendizajes esenciales del grado
Pensamiento matemático-crítico	Desarrollar argumentos lógicos que respalden o contrarresten las explicaciones a fenómenos cotidianos y científicos		Representa gráficamente una parábola en el plano cartesiano y a partir de sus componentes
	Reportar el proceso de indagación y los resultados obtenidos mediante el uso de conocimientos matemáticos en el marco de una investigación en ámbitos sociales, políticos, económicos o ambientales		Explica el flujo sanguíneo y la viscosidad basado en la mecánica de fluidos

Nota. Fuente Rutas para la Inspiración

Si se analiza en la tabla los propósitos de la escuela parece ser que se apunta a una integración del método en el siguiente ítem: “Reportar procesos de indagación y los resultados obtenidos mediante el uso de conocimientos matemáticos en el marco de una investigación en ámbitos sociales, políticos, económicos o ambientales” pues se adicionan nuevos elementos que enriquecen el Objeto a través de la participación del yo en otros contextos y miradas.

Sin embargo, esta “clave” (Anexo) se divide en dos sesiones, una que respecta a las matemáticas y el diseño de parábolas y uso de las ecuaciones y otra sesión dirigida a las ciencias naturales respecto a los fundamentos de la viscosidad. Estas sesiones se trabajan por separado sin que se establezca una relación entre ambas.

6.1.2 Integración desde el Ser

Bajo esta categoría se reconoce los pasos o pautas que sigue el Momento Científico para dotar al estudiante de experiencias significativas y que permiten así un derrotero por cada momento de aprendizaje, estos momentos son: Cautivar, Activar, Compartir y Reflexionar. Si analizamos cada uno de estos se va evidenciando una preocupación latente del Momento Científico por el ser y la necesidad de formar además en principios ontológicos, emocionales y axiológicos. Solo se cautiva cuando se genera el asombro, cuando se lleva al estudiante a explorar eso que le moviliza, le cuestiona, le conmueve, cuando el conocimiento o cualquier aprendizaje o metodología mueve las fibras del corazón e impulsa a seguir explorando desde la autonomía, por eso ese “Cautivar” siguiendo las características que propone el enfoque STEM debe ir ligado a experiencias memorables, manipulativas, experimentales, que rompan lo tradicional y logre resultados significativos. Solo de estos patrones se puede lograr un verdadero pensamiento creativo, donde la imaginación y la emoción sean pilares en la construcción de conocimiento.

Luego el “Momento Científico” promulga por aspectos como el “Activar” y “Compartir” donde se da una transferencia no solo de conocimientos y habilidades sino además una carga emocional una entrega y reciprocidad de valores que se ponen en evidencia en el espacio escolar, se dota de humanidad, entonces el objeto de conocimiento también está permeado de subjetividades, de la otredad, de lo que hace que los demás sean importantes.

Finalmente, el momento de Reflexión integra en el “Momento Científico” todos esos aspectos cognitivos, emocionales y axiológicos que permiten en el estudiante analizar sus procesos y resultados y a partir de allí evaluar sus maneras y discursos ligados a su sistema de evaluación y rutas de inspiración.

Al analizar el ser desde sus aspectos emotivos, podemos detenernos a indagar sobre el Pensamiento Creativo propio del momento Científico que parece estar más acorde a esos aspectos emocionales. Por tanto, analizaremos las temáticas propuestas para la Escuela Inspira en un plan de estudios para 40 semanas.

De las cuarenta semanas analizadas, solo aparecen 10 evidencias a lo que concierne el pensamiento creativo, la mayoría está dividida en pensamiento científico y matemático crítico, parece ser que se le da un poco espacio al pensamiento creativo y además este solo tiene un carácter de aplicabilidad donde las emociones y valores del estudiante poco se develan.

Aunque el momento Científico puede apuntar a la integración de las emociones, los valores, y las experiencias del estudiante a través de procesos que procuren cautivar, activar, compartir y reflexionar y que se hacen estructuras necesarias en el enfoque STEM a la hora de establecer dichos parámetros en el plan de estudios se dilucida un poco el componente emocional y emotivo de los estudiantes.

6.1.3 Integración desde el currículo

Se hace necesario entender que tanto el “Momento Científico” como un enfoque STEM son propuestas de tipo educativo que buscan potenciar en los estudiantes otro tipo de habilidades que quizá la educación Tradicional no logra alcanzar, sin tratar de minimizar los alcances que esta puede obtener. Por tanto, estas propuestas no pueden reemplazar del todo un diseño curricular, sino que contrario a eso se adaptan y transforman en contextos educativos que propenden por una enseñanza diferenciadora, por discursos de aula frescos y autónomos y didácticas mucho más amplias. De esta manera tanto el Momento Científico, como el enfoque STEM no se convierten en un reemplazo curricular, sino en su propia flexibilización desde propuestas mucho más innovadoras encaminadas a la transversalización, la integración y la articulación de pensamientos, habilidades y aprendizajes.

Queda claro además que cada vez que un sistema educativo, alguna escuela propone una alternativa que busque romper con algún paradigma, algún tipo de enseñanza, algún discurso de aula, no puede concebirse la propuesta como un sistema redentor, sino que también estará sujeta a errores no presupuestados, a objetivos no alcanzados, a resultados no esperados. El Momento Científico como el STEM son propuestas curriculares que apuntan a objetivos claros, pero que desde sus procesos, metodologías, características y alcances puede llegar a tener desajustes conceptuales, contextuales, epistémicos y epistemológicos que en algunos momentos, experiencias y espacios puede funcionar y en otros no.

Ahora analicemos como se plantea un plan de estudios del Momento Científico para la Escuela Inspira (Grado décimo) de dos semanas aleatorias.

Tabla 8

Pensamiento científico en semanas aleatorias

6	Trigonometría (Razones trigonométricas)	Pensamiento Científico	Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de los principios de las ciencias naturales y las matemáticas	Calcula las razones trigonométricas en un triángulo rectángulo
6	Balance ecuaciones químicas en soluciones	Pensamiento Científico	Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de los principios de las ciencias naturales y las matemáticas	Resuelve ecuaciones químicas para balancear soluciones
7	Trigonometría (Razones trigonométricas en circunferencia unitaria ángulo notable)	Pensamiento Científico	Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de los principios de las ciencias naturales y las matemáticas	Asocia las funciones trigonométricas utilizando circunferencia unitaria
7	Balance de ecuaciones químicas en compuestos inorgánicos	Pensamiento Científico	Buscar soluciones a problemas propuestos partiendo de los principios de las ciencias naturales y las matemáticas	Calcula reacciones químicas para balancear compuestos inorgánicos

Nota. Fuente “Rutas para la Inspiración”

El primer recuadro indica el número de semana

El segundo recuadro indica las temáticas planteadas que se pretenden desarrollar. Se evidencia en la misma semana un tema de Matemáticas, específicamente de razones trigonométricas y un tema de química sobre Balanceo de ecuaciones

Para la semana siete aún se abordan las razones trigonométricas en un punto más específico y el balanceo de ecuaciones

El tercer recuadro enuncia los pensamientos a desarrollar, en ambas semanas se trabajará sólo Pensamiento Científico. Es necesario apuntar acá que el Momento Científico abarca cinco pensamientos, estos son: Científico, matemático-crítico, tecnológico, creativo y conciencia ambiental. De alguna manera en estas semanas hay una ruptura de pensamientos y no se abordan de manera integral independiente de las temáticas propuestas.

El cuarto recuadro enuncia lo que se pretende lograr en el estudiante al introducir los aprendizajes y pensamientos. Acá solo se apunta a las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales, desaparece el componente tecnológico y ambiental. Desde una mirada STEM sólo se apunta a

dos de sus componentes y se dilucidan los otros dos. El Momento Científico parece ser que no parece integrar sus pensamientos, componentes y temáticas durante las semanas trabajadas.

Finalmente, el último recuadro apunta a los aprendizajes esenciales que debería adquirir cada estudiante. Estos aprendizajes aparecen de forma aislada y sin ningún puente articulador.

6.1.4 Integración desde las competencias

Varias competencias acompañan el Momento Científico, empezaremos a analizar cada una de ellas y sus relaciones presentes con una propuesta STEM.

6.1.4.1 Competencias digitales: se sabe que este siglo viene permeado de diferentes tecnologías, dispositivos, inteligencia artificial y redes informáticas que se hacen necesario empezar a formar a las nuevas generaciones en competencias altamente tecnológicas, informáticas y digitales, sin embargo durante la presencia como observador participante de los espacios del Momento Científico en el Cosmo School no se evidenció un trabajo donde los estudiantes llegaran a trazar, triangular información o proyectar resultados apoyado de dispositivos informáticos o digitales. Por tanto, se rompen las brechas frente a la apropiación de competencias transversales propuestas en Couso, (2017). Es necesario durante el Momento Científico espacio de interacción con dispositivos y aplicaciones que se vinculen a los procesos de enseñanza y se permita la construcción de conocimiento mediado a través del uso de herramientas digitales.

6.1.4.2 Pensamiento Matemático- Crítico. De acuerdo a Couso, (2017), el pensamiento crítico y la resolución de problemas hace parte de las competencias transversales que todo ciudadano debería tener para afrontar las problemáticas presentes del siglo XXI. Un pensamiento matemático-crítico implica resolver problemas de la cotidianidad, del contexto, de las situaciones a través de habilidades matemáticas, que va más allá de la operatividad o aprenderse de memoria algoritmos. Durante las sesiones presentes en el Momento Científico, como por ejemplo la clase de Estadística en la Escuela Inspira se ha logrado que el estudiante vaya más allá de las conceptualizaciones a la aplicación de situaciones reales utilizando los principios matemáticos, esto sin duda genera más criticidad y se vincula a las características que pretende una propuesta STEM.

6.1.4.3 Pensamiento Científico. Coincidimos con las declaraciones de Couso, (2017) al establecer que sólo se podrá vincular a las problemáticas sociales y sus posibles soluciones en la medida que un estudiante tenga habilidades no solo científicas, sino como estas se proyectan en el discurso, la estrategia, la participación, la acción dentro del contexto. Un pensamiento Científico no implica conocer muchos conceptos de ciencia, presentar un listado de científicos y sus productos o seguir linealmente un método científico. Más bien el Momento Científico para este pensamiento debe apuntar a tareas, proyectos y espacios donde los estudiantes discutan sobre las verdades absolutas de la ciencia, donde generen procesos de argumentación, donde cuestionen la teoría a través de la praxis. Se hace fundamental para esto, si se pretende un Momento Científico potente y significativo un Laboratorio en el Cosmo School

6.1.4.4 Pensamiento Tecnológico. Solo se puede desarrollar un pensamiento tecnológico si el estudiante se ve enfrentado a procesos informáticos, a desarrollo de software, a métodos donde la inteligencia artificial juegue un papel transcendental, al diseño de prototipos. Aunque el momento Científico apunta hacia estos ideales, en la práctica se hace evidente una mayor apropiación de los recursos, dispositivos y Herramientas TIC.

6.1.4.5 Pensamiento Creativo. Hace parte de las competencias Transversales que busca potenciar el STEM y que son las mismas competencias que busca la escuela para formar estudiantes que asuman los nuevos retos del siglo XXI. Este pensamiento va ligado a aspectos cognitivos, emocionales y que se hace necesario despertar. Es decir que, aunque todos podamos venir programados mentalmente para crear, la escuela debe ser pionera en potenciar la creatividad de sus estudiantes a través del asombro, la experimentación, el juego, las estrategias retadoras. Se hace necesario en el Cosmo School acciones de clase que rompa con elementos tradicionales y retome la creatividad no sólo limitándola al diseño de prototipos.

6.2 Contexto

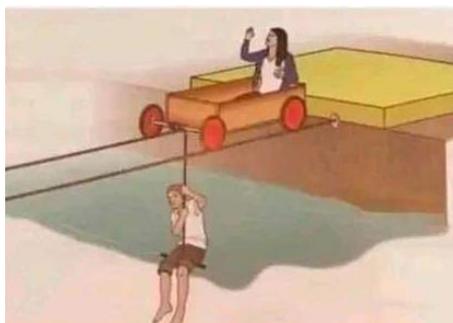
A la hora de relacionar los presupuestos presentes entre Momento científico y STEM, el contexto juega un papel transcendental desde dos visiones, la primera de ellas lo que se relaciona

a la inmersión del estudiante a su realidad más cercana a partir de las temáticas y aprendizajes abordados. Para el Momento Científico se hace crucial acercar al estudiante a su contexto a través de otros procesos más complejos como la investigación y argumentación, esta idea es soportada desde el STEM cuando pretende romper una enseñanza de contenidos hacia una de un contexto problematizado que incida que el estudiante cuestione su realidad y además desde sus habilidades y aprendizajes pueda transformarla.

La segunda visión implica no solo el reconocimiento y la inmersión en el contexto, sino que se puedan generar soluciones a las problemáticas cercanas, la habilidad necesaria que permita en el estudiante estar dotado de principios, ideas, talentos, habilidades que generen transformación a su realidad apoyado de diversas herramientas sociales, culturales y tecnológicas. Esta premisa no es ajena para el STEM que, desde Molina (2021), se interesa por apuntar que los estudiantes aborden problemáticas reales y no abstractas o ficticias y por ende se planteen soluciones reales. Pensemos en la siguiente imagen que ha utilizado la Física escolar en sus procesos de enseñanza y que es una disciplina cargada del componente científico y matemático. Además, que sus aproximaciones experimentales sin duda han requerido del uso de la tecnología y la ingeniería.

Imagen 6

Actividades simuladas de libro



Nota. Fuente (Investiguemos 10, 2010)

La imagen parece ser algo absurda y distante a la realidad, pues el suceso que se demuestra allí está bastante alejado de aspectos más cercanos al estudiante que quieren apuntar al mismo aprendizaje: fuerza, tensión, caída libre, velocidad, entre otros. Con este ejemplo se enuncia que la

enseñanza de las ciencias y las matemáticas parecen estar descontextualizadas y no incide en la realidad circundante del estudiante

Por tanto, en el Momento Científico como en el enfoque STEM hay una idea clara de contexto frente a su reconocimiento e inmersión por parte de maestros y estudiantes, como a la presentación posibles soluciones a problemáticas cercanas y reales.

6.3 Pensamiento crítico

El pensamiento crítico en la escuela solo podrá darse en la medida que se brinden los espacios y tiempos necesarios para que el estudiante primeramente sea autónomo de su propio proceso en la construcción del conocimiento, pueda con libertad desde el aula cuestionar, indagar, recurrir a otras fuentes y no necesariamente a una verdad absoluta que cuelga de un tablero. Por ejemplo, en el estudio de Palancas, es el docente quien decide que vídeo colocar, finalmente la clase empieza a convertirse sosa, cuando las informaciones proyectadas no asombran, no invitan a la participación, no proponen. El pensamiento crítico nace en el aula cuando hay consensos, cuando se tocan las necesidades particulares de los estudiantes y sus realidades, pues es ahí cuando el nuevo aprendizaje recobra un sentido, que permite profundizar y de ahí surge la génesis de la pregunta, la cuestión, la razón a prueba.

De nuevo se hace necesario el laboratorio como espacio físico, pues los procesos experimentales, prácticos y no solo el diseño de prototipos permite contrastar la teoría que se plantea en el aula, los contenidos. No se puede en la ciencia hablar de pensamiento crítico cuando la praxis no existe, no se podría cuestionar la Ley Boyle, Gay Lussac y Charles si no hay un acercamiento a los procesos experimentales y a las cotidianidades que surgen en una cocina con la olla a presión, o una jeringa, o un simple globo. El pensamiento crítico tampoco debe estar limitado a la simple opinión de un contenido o a un debate donde se cuestionan principios o ideas, debe ir acompañado de argumentación, experimentación, investigación y acercamiento al contexto y las necesidades particulares de cada estudiante.

No es posible formar un pensamiento matemático-crítico, si la enseñanza de las matemáticas se limita a la adquisición de algoritmos y como operarlos, a contenidos abstractos sin un trasfondo de lo real, es por eso que desde el enfoque STEM se propone unas matemáticas

que propendan a la modelación, a reconocer el mundo, a entender que las matemáticas rigen las leyes de cualquier universo, que no están alejadas a las realidades de cada estudiante que constantemente de manera inconsciente matematizan el mundo. Estas matemáticas deben ir acompañadas de cuestiones sociales, económicas, de las finanzas en casa y personales, de la cuenta de servicios, de las cuotas en la tienda, del costo del pasaje, de la caída del dólar, de la bolsa de New York, de los intereses moratorios de un crédito, de las repercusiones culturales de un paga diario, de la etnomatemática y así un sinnúmero de cuestiones que potencialicen la argumentación y la crítica desde una habilidad, competencia o conocimiento matemático.

6.4 Formación y participación ciudadana

En esta categoría se hace necesario primeramente establecer que se entiende por ciudadanía, pues parece ser que a lo largo del tiempo la escuela ha confundido este término y lo limita solamente al buen peatón, al que respeta las señales de tránsito, el que no arroja basuras a la calle, el que se comporta de manera acorde en las vías y aunque estos aspectos puedan tener injerencia en las definiciones de ciudadanía, es un término que trasciende el manual de Carreño para tocar fronteras ontológicas, fenomenológicas y filosóficas.

Propone cuatro modelos de ciudadanía: liberal clásico, republicano cívico, demócrata deliberativo y demócrata radical. Las preguntas son: ¿Qué ciudadano busca la escuela? ¿Qué ciudadano forma la escuela? ¿Qué ciudadanía proyecta y pretende un enfoque STEM? ¿Cómo ser ciudadano desde un aprendizaje matemático? Parece ser que siempre se apunta al ciudadano demócrata, ese que coloquialmente se ha dicho: “tiene voz y voto” y que desde la escuela se concibe como un estudiante que participa de su propia construcción de conocimiento, que se cuestiona, que indaga, que ve en la escuela un ejercicio político desde la libertad, desde la expresión, sin ningún tipo de anarquía sino más bien como un sujeto que se integra a un orden social, escolar, pedagógico y a través de este busca su propia emancipación.

El Momento Científico en el Cosmo School debe buscar entonces en sus estudiantes un carácter de ciudadanía, de liderazgo, que reconozcan las problemáticas desde su entorno más cercano y desde una habilidad matemática, un paso del método científico, un proyecto tecnológico, u diseño, una experiencia una idea sean capaz de transformar dichas realidades. Por

eso ser hace tan importante la estrategia de “Colegio expandido” porque la escuela sale de sus fronteras normativas, pedagógicas cerradas, manuales obsoletos hacia una ciudad que no es estática, que asume fluctuaciones, que es dinámica y donde el estudiante que al mismo tiempo es sujeto y ciudadano no es ajeno a dichas transformaciones.

6.5 Diseño de prototipos

Todo diseño experimental, robótico, tecnológico que se haga en la escuela debe tener un sentido en la vida del estudiante, una pregunta, un argumento, una reflexión, una transformación, un propósito, una enseñanza, si ninguno de esto componentes aparecen solo se crea desde una acción netamente inercial y mecánica, sólo desde la obtención de resultados cuantitativos y sistemáticos. Las Ferias de Ciencia y modelaciones matemáticas en los colegios ha pasado a ser solo un muestrario de maquetas, armazones y dispositivos que no procuran asombrar a los estudiantes, por tanto, se vuelve universal “El Volcán de Lava” y no hay un análisis profundo, un interés que movilice a indagar más.

Imagen 7

Diseño de prototipos de la Escuela Inspira. Noviembre 2023



Nota. Estante Cosmo School. Archivo personal

En el Momento Científico se aboga que todo conocimiento que se trabaje integrando las áreas de las Ciencias Naturales, las Matemáticas, se vincule a la creación de prototipos como el de la figura 8, que no solo incide en un afianzamiento teórico desde la adquisición de saberes, sino además de la extrapolación del ingenio y la creatividad como pilares de un enfoque STEM y de cierta medida como la única manera que los aprendizajes tengan sentido cuando se despierta en el estudiante el asombro, la creatividad y la curiosidad.

Sin embargo, se hace pertinente que el “Momento Científico” procure potenciar más El Pensamiento Creativo desde todo su plan de estudio y articulándolo a los demás pensamientos, es decir, que no solo aparezca la noción de creatividad porque se diseña y se elaboran dispositivos, sino además como esa creatividad se va originando desde la misma clase de ciencias naturales cuando se cuestiona, se pregunta, se dan respuestas retadoras, o como desde una clase de matemáticas hay creatividad cuando el estudiante decide tomar otra ruta y camino para resolver una operación y no necesariamente el indicado por su maestro. Por tanto, hay creatividad no solo desde el diseño sino desde su misma gestación. Para el enfoque STEM, prototipar es recoger una serie de saberes que se lograron articular, que procuraron acercar el contexto y la realidad del estudiante, que le posibilitaron tomar decisiones a su propia elaboración, que generó un trabajo en equipo, a no rendirse ante cualquier situación de fracaso y a socializar su experiencia que apunta a un diseño o proyecto que finalmente reúne una enseñanza en un producto cargado y dotado de emociones, enseñanzas y retos.

7. Conclusiones

El objetivo inicial de este trabajo investigativo fue ante todo abordar los documentos que guían la propuesta educativa del colegio Cosmo School, en especial donde tuvo lugar la observación que hace referencia a la zona del Centro de Medellín, una institución que pretende romper con un paradigma tradicional y traer consigo unos procesos de enseñanza diferentes que se hace de interés analizar desde sus propuestas, pero también desde sus estrategias al interior del aula de clases.

Cuando se analizó “Las Rutas para la Inspiración” que hace a la vez de Proyecto Educativo Institucional, se encontró necesariamente una propuesta que rompe con todos los esquemas de modelos educativos de la ciudad, por tanto, no existe una organización en grados, sino en escuelas, no aparecen las materias sino los Momentos, no se habla de una figura clara de maestro sino de tutor, no existen uniformes, sino la libre expresión como prenda de libertad, participación, democracia y ciudadanía. Es así que el colegio se convierte en una alternativa de emancipación y al mismo tiempo como un modelo de transformación de las formas de enseñar, de los contenidos, de la escuela tradicional.

Luego cuando se analizó el espacio denominado “Momento Científico” que integra las áreas de matemáticas, ciencias naturales, ambiental y tecnología de inmediato se pudo establecer una relación vinculante con un enfoque STEM, pues en términos de componentes guardan una estrecha relación. Sin embargo, profundizar en STEM no implica solamente reunir áreas, amalgamar saberes científicos, matemáticos y tecnológicos sin que se presente un sentido, un significado, una mirada al contexto. Por eso este trabajo investigativo toma un carácter particular, a partir de los detalles, de ser minucioso en su lectura, sus registros, pero además en el campo de acción. Detenerse a leer con lupa los documentos rectores que rigen la propuesta y el modelo del Cosmo School se hace una tarea laboriosa, pues va apareciendo en el escenario de la discusión estrategias, propósitos, miradas, posturas, tareas, procesos que cobran una doble vía. Primeramente, en su análisis frente a la práctica escolar, esta investigación presentó un rastreo documental que permitió establecer los puentes y las tensiones que acontecen y aparecen frente a lo que se lee en la propuesta y a lo que se hace en la realidad escolar. Una segunda vía aparece cuando el “Momento Científico” empieza a parecerse en sus propósitos a un enfoque STEM, entonces se hace necesario detenerse en cada una de estas categorías y empezar a extraer

elementos de los documentos, de las clases, de los discursos, de las propuestas que empiecen a indagar por dichas relaciones.

Sin embargo, es necesario hacer claridad que este trabajo investigativo no tiene como objetivo establecer juicios de valor si se cumplen diferentes condiciones para deducir si el Momento Científico cumple o no con una propuesta STEM, pues se estaría incurriendo con varios errores de carácter epistemológico y epistémico. Uno de ellos podría ser tratar de forzar una definición para STEM, cuando relativamente es una propuesta reciente en nuestro territorio y donde a lo largo de muchas investigaciones e incursiones escolares aparece como un enfoque aun relativo y contradictorio. Un segundo error sería pretender que el Momento Científico se ajuste a las necesidades y particularidades de un enfoque STEM, pues, aunque claramente esta investigación arrojó bastantes articulaciones entre estos dos sistemas, las pretensiones a nivel de contexto juegan un papel primordial.

Se ha desarrollado esta investigación a partir de las categorías, porque permitieron dar un orden a la hora de establecer nexos entre una definición y otra, aunando por su naturaleza, el propósito y las metodologías. Frente a la categoría de integración, se hace evidente en el enfoque STEM cuando pretende transversalizar las áreas que lo componen, de manera que no se conciba como saberes aislados, sino cada cual desde su naturaleza científica aporta en la construcción del conocimiento. Sin embargo, desde el análisis del plan de estudios el “Momento Científico” presenta dificultades desde esa integración, pues se perciben enseñanzas aisladas, donde los saberes propios de las ciencias naturales, las matemáticas y la tecnología no conversan entre ellos, sino que se da en muchas ocasiones de manera sesgada y compartimentada. Estas categorías también han podido reconocer que no solo existe una integración de disciplinas, sino también de métodos que rodean el estudiante, el maestro, de una integración en el currículo y en las formas de evaluar. La Integración toma un papel relevante en la escuela, porque todos los procesos que recobran sentido solo se pueden lograr cuando se integra, sea cual sea el espacio, el método y la estrategia. Pero al mismo tiempo si no se hace con precaución y cuidado cuando se requiere integrar, se puede caer en un mero hecho de reunir sin un sentido claro y con resultados precarios.

Otro concepto que permitió establecer las categorías es el referente al contexto. Este se hace necesario en la medida que permite comprender donde y cuando un modelo educativo va funcionar o no. Por ejemplo, si el contexto es el campo o la ruralidad, es posible que otros

modelos educativos alternativos como postprimaria o Escuela Nueva se ajusten más allá por situaciones como población de estudiantes, infraestructura, cantidad de maestros, entre otros. Con el modelo denominado “Momento Científico” parece ser que tiene mayor posibilidad de lograr buenos resultados cuando no sólo se transforman los espacios, los manuales de convivencia sino además todo un currículo, la mirada del maestro, la percepción de los estudiantes. Sin embargo, este modelo al ser una propuesta todavía en construcción requiere analizar bastante el papel del maestro y como este realmente presenta las estrategias necesarias para transversalizar y traer un contexto cercano a sus estudiantes. Al mismo tiempo dichos alumnos como se apropian del factor diferenciador, de lo que rompe procesos, pues la mayoría de chicos provienen de contextos escolares tradicionales y para ellos también se hace retador una nueva propuesta.

La escuela es un espacio de convergencia, de la construcción política, de la toma de decisiones, de una función democrática, de la construcción de una ciudadanía. Si algo ha caracterizado a enfoques como el STEM, CTS, ASC, sea cual sea su génesis es precisamente que al introducirse a un modelo educativo buscan en los estudiantes la transformación de su contexto a través de procesos de argumentación, donde todos tienen voz, lugar y espacio y que sea desde el aula donde se formen seres humanos que se inserten en la sociedad y tengan las habilidades para transformarla. A partir de esto surgen dos categorías, la primera que se ha analizado en esta investigación es la pertinente al pensamiento crítico. Desde una enseñanza matemática este pensamiento se hace tan importante, pero que lastimosamente desde la escuela tradicional es el más enmascarado por los pensamientos numérico, espacial, métrico, aleatorio y variacional. Es más, la escuela tradicional anula el pensamiento crítico en las matemáticas y por esto se convierte en una asignatura temida y alejada de los estudiantes. Desde un enfoque STEM se busca que el contenido matemático recobre valor desde las necesidades, intereses y particularidades de los estudiantes, sólo así se podrá lograr una enseñanza con sentido y significado. Aunque el Momento Científico aboga así mismo por la criticidad en las matemáticas, desde los discursos de aula aún se conciben enseñanzas todavía muy rígidas y conceptuales que van en contravía con el pensamiento matemático crítico que promulga su Ruta para la Inspiración. La segunda categoría que ha permitido salir a la luz es la Formación y participación ciudadana, que va ligada al pensamiento crítico. Solo se es ciudadano cuando se tiene la posibilidad de reconocer el contexto, entender las problemáticas que surgen en él y tener la capacidad y osadía de darle soluciones a través de habilidades cognitivas, de la empatía con el otro, del cuidado del territorio. Mientras las

matemáticas se sigan concibiendo como un saber aislado no se logará ninguna de las pretensiones anteriores.

La última categoría que se abordó es la referente al diseño de prototipos. Para esta categoría el ingenio, la creatividad y la curiosidad juegan un papel trascendental. Sin embargo, al analizar las semanas establecidas en el Plan de Estudios de la escuela Inspira, aparece que el pensamiento Creativo es el que menos impacto tiene, es decir que se da más valor al pensamiento científico, matemático y ambiental, y se relega un poco los propósitos, habilidades y competencias que busca un pensamiento creativo. El diseño de prototipos debe estar ligado a la curiosidad y el asombro que se despierta en el estudiante y no debe aparecer como tarea suelta o un producto meramente calificable sin que haya originado una emoción, una preocupación, una necesidad. Si se concibe solo como producto final evaluativo se pierde toda una cadena de enseñanzas, procesos, métodos y reflexiones. Además, ese prototipo lo que busca es evidenciar como todo un proceso de aprendizaje, de rutas de enseñanza, de apropiación de saberes, de intentos de ensayo-error, de prácticas de laboratorio finalmente se ve reflejado en un dispositivo que reúne todas esas vías mencionadas para dotar de significado y sentido lo que se aprende. Frente a la parte experimental, se hace urgente un espacio de Laboratorio dentro del “Momento Científico” que dote con significado los aprendizajes desde la praxis, lo experimental, los pasos del método científico, el trabajo en equipo, las comunidades científicas y el contraste de la teoría.

Con todo lo anterior de manera general se concluye como el “Momento Científico” del Cosmo School desde los documentos que lo soportan como “Rutas para la Inspiración” y “SIEE” posibilita una propuesta de reflexión, donde las ciencias, naturales, las matemáticas, la tecnología y la creatividad juegan un papel fundamental de enseñanza con principios de investigación, argumentación, participación y ciudadanía. Estos componentes hacen de esta propuesta algo retadora y desafiante, pero a la vez necesaria para encarar las problemáticas actuales de índole cultural, social, político, económico. Esta propuesta rompe con una enseñanza tradicional y encamina hacia prácticas que propendan por la libertad, el gozo intelectual y la emancipación. Desde las lecturas que se realizaron con detenimiento a cada uno de los documentos analizados en esta investigación, el “Momento Científico” cumple a cabalidad con algunas características previamente categorizadas en este trabajo de un enfoque STEM, por tanto su aplicabilidad y vinculación sería bastante útil de acuerdo a los intereses y propósitos que busca el Cosmo School, cada categoría no solo encuentra un puente articulador entre “Momento Científico” y STEM sino

que además puede ser soportado por las “Rutas para la Inspiración” y el Sistema Institucional de Evaluación”. Pero se evidenció que una cosa es lo que se establece en el papel y otra en lo que concierne a la realidad y en este aspecto para el Cosmo School se recomienda ajustar ciertos discursos, prácticas y planes de estudios a las pretensiones de cada documento, donde la praxis encuentre relación con lo teórico y donde se logre verdaderamente una articulación total del Momento Científico en el aula de clases.

Por último, a partir de las relaciones que se pudieron establecer entre el momento científico y el enfoque STEM se propone como una ruta para una futura investigación, indagar por las maneras en las que la integración de disciplinas y el pensamiento matemático crítico que se evidencian en ambas propuestas, posibilitan o no, el desarrollo de procesos de modelación matemática o también cómo el diseño de prototipos incide en el desarrollo de las prácticas de laboratorio para el logro de los propósitos establecidos por cada propuesta.

Referentes bibliográficos

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.

Bernete, F. (2013). Análisis de contenido. *Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos*, 221-263.

Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities.

Bolívar, A. (2016). Educar democráticamente para una ciudadanía activa. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 5(1), 69-87.

Caicedo Rendón, A. M. (2023). Implementación de un Enfoque STEM en Procesos Educativos de la IE Sinaí de Argelia-Cauca.

Casal, J. D. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, (2), 154-168.

Castro Rodríguez, E., & Montoro Medina, A. B. (2021). Educación STEM y formación del profesorado de Primaria en España. *Revista de educación*.

Couso, D. (2017). ¿Por qué estamos en STEM? Un intento de definir la alfabetización STEM para todo el mundo y con valores. *Revista Ciències*, 34, 22-30.

Cubillos, B.; Romero Tijo, N. R. (2021). *Implementación del enfoque educativo STEM: Una mirada desde la organización escolar* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

Diego-Mantecón, J. M., Bravo, A., Arcera, Ó., Cañizal, P., Blanco, T., Recio, T., ... & Pérez, M. (2017). Desarrollo de cinco actividades STEAM con formato KIKS.

Escalona, T. Z., Cartagena, Y. G., & González, D. R. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: estudios de humanidades y ciencias sociales*, (41).

Ferrada Ferrada, C. A. (2022). Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3° ciclo de Educación Primaria.

Fonseca-Factos, A., & Simbaña-Gallardo, V. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2), 90-105.

Gómez, G. R., Flores, J. G., & Jiménez, E. G. (1996). Metodología de la investigación cualitativa.

Guerrero Forero, M. A., Llanos Mejía, S. M., & Rodríguez Mahecha, J. F. (2021). *Competencias para la sostenibilidad en la educación STEM* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of stem teacher education*, 48(1), 96-122.

Hermida, M. M. G., & Guzmán, F. C. O. (2023). Implementación del enfoque STEM para la enseñanza de las ciencias básicas en estudiantes de ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.

Hurtado, M. F., & Martínez, J. G. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, (54).

Lizarazo Salamanca, Z. Y., & Fernández Cubides, M. L. Implementación y análisis de una ATE con enfoque STEM para evaluar el impacto en la habilidad de solución de problemas.

Ludeña, E. S. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51.

Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., & Naranjo-Correa, F. L. (2020). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European journal of education and psychology*, 13(1), 49-64.

Molina, G. A. M. (2021). Tensiones entre el enfoque educativo STEM y la filosofía escolar: aproximación al estado del arte. *Praxis Pedagógica*, 21(30), 54-81.

Montejano, R. C. M., Rodríguez, J. J. J., Badillo, G. G., Mora, G. G., & López, V. e. e. (2022). Modelo STEM para la enseñanza de robótica (stem model for robotics teaching). *Pistas Educativas*, 43(141).

Moreno Olivos, T. (2010). Competencias en educación. Una mirada crítica. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(44), 289-297.

Oviedo, P. M. (2007). Hacia una evaluación cualitativa en el aula. *Reencuentro. Análisis de problemas universitarios*, (48), 9-19.

Pastor Sánchez, I. (2018). Metodología STEM a través de la percepción docente.

Pérez, C. C., & Guede-Cid, R. (2023). La educación STEM como práctica transdisciplinar en la educación secundaria y bachillerato. *Revista Iberoamericana de Educación*, 92(1), 61-70.

Perrenoud, P. (2008). *La evaluación de los alumnos*. Ediciones Colihue SRL.

Pisco, S. M. C., Vaca, T. C., Crespo, J. H., & Jiménez, D. D. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(2), 6.

Plaza, L. A. M., Cardozo, J. C. G., Gómez, O. D. P., & Doval, D. M. (2023). Aportando al aprendizaje experiencial a través de la implementación de un ambiente virtual con enfoque steam+. *Acta ScientiÆ Informatice*, 7(7), 1-9.

Quiceno Arias, J. F. (2017). *Condiciones para la implementación de ambientes de aprendizaje STEM, en instituciones oficiales de la ciudad de Medellín, Caso IE Monseñor Gerardo Valencia Cano* (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

Ramos-Lizcano, C., Ángel-Uribe, I. C., López-Molina, G., & Cano-Ruiz, Y. M. (2022). Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. *Revista científica*, (45), 345-357.

Salamanca, Z. L., Cubides, M. L. F., & Varela, J. A. P. (2022). ATE y STEM. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (40).

Salgado, E. C. (2009). Hacia la conceptualización del pensamiento tecnológico en educación en tecnología: comprensión de un concepto. *Informador técnico*, 73, 66-71.

Sandoval Casilimas, C. A. (1996). Investigación cualitativa.

Sarria, J. A. V. (2009). La transversalidad como posibilidad curricular desde la educación ambiental. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 5(2), 29-44.

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

Serantes-Pazos, A., Digón-Regueiro, P., Cruz-López, L., DePalma, R., Méndez-García, R. M., & Núñez, M. B. (2021). Por una educación para la ciudadanía global ¿desde un enfoque STEM? *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (10), 1-3.

Taylor, S. J., & Bodgan, R. (1984). La observación participante en el campo. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados. Barcelona: Paidós Ibérica.*

Toma, R. B., & García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(1), 65-80.

Toma, R. B., & Greca Dufranc, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. *Repositorio Institucional, Universidad de Burgos*, 1-5.

Vázquez García, A. (2019). Educación en STEM, diseño de actividades interdisciplinarias. Repositorio documental Credos, Universidad de Salamanca, TG. Trabajos de Grado en Maestro de Educación Primaria (E.U. de Educación y Turismo de Ávila) [37], 1-49.

Yepes Miranda, D. D. (2020). Stem y sus oportunidades en el ámbito educativo. Repositorio Institucional, Universidad de Córdoba, 2-40.