

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

EDUCACIÓN STEAM: INTEGRACIÓN TRANSDISCIPLINARIA CURRICULAR
EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS, CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y
ARTE EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Rubio, julio de 2021

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

EDUCACIÓN STEAM: INTEGRACIÓN TRANSDISCIPLINARIA CURRICULAR
EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS, CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y
ARTE EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Tesis presentada como requisito parcial para optar al Grado de Doctor en Educación

Autor: Oliver Contreras
Tutora: Dra. Jenny Moreno

Rubio, julio de 2021



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”
SECRETARÍA**

A C T A

Reunidos el día miércoles, veintiocho del mes de julio de dos mil veintiuno, en la sede de la Subdirección de Investigación y Postgrado, del Instituto Pedagógico Rural “Gervasio Rubio,” los Doctores : JENNY MORENO (TUTORA), MORAIMA ESTEVES, ANDRÉS SÁNCHEZ, YOSMAR KARINA MORALES Y JOSÉ RAMIRO ALEXANDER CONTRERAS, Cédulas de Identidad Números V.-11.503.633, V.-5.596.653, V.- 11.108.939, V.-9.344.597 y V.-10.157.089, respectivamente, jurados designados en el Consejo Directivo N° 527, con fecha del 23 de septiembre de 2020, de conformidad con el Artículo 164 del Reglamento de Estudios de Postgrado Conducentes a Títulos Académicos, para evaluar la Tesis Doctoral Titulada: “EDUCACIÓN STEAM: INTEGRACIÓN TRANSDISCIPLINARIA CURRICULAR EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS, CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y ARTE EN LA EDUCACIÓN MEDIA”, presentado por el participante CONTRERAS RODRIGUEZ, OLIVER, cédula de ciudadanía N° CC.-91.523.540/ pasaporte N° P.- AU794535, como requisito parcial para optar al título de Doctor en Educación, acuerdan, de conformidad con lo estipulado en los Artículos 177 y 178 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador el siguiente veredicto: APROBADO, en fe de lo cual firmamos.

DRA. JENNY MORENO
C.I.N° V.-11.503.633

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO
TUTORA

DRA. MORAIMA ESTEVES
C.I.N° V.- 5.596.653

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO DE CARACAS

DR. ANDRÉS SÁNCHEZ
C.I.N° V.-11.108.939

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

DRA. YOSMAR KARINA MORALES
C.I.N° V.-9.344.597

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO

DR. JOSÉ RAMIRO ALEXANDER CONTRERAS
C.I.N° V.-10.157.089

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA

*A mi amado hijo Aaron, quien es
el motor de mi vida y la razón por la que siempre trato de ser mejor.*

AGRADECIMIENTOS

Al más grande, Dios, que con su infinita sabiduría y bendiciones me ha dado la fortaleza para no desfallecer y la resiliencia para seguir adelante en este proceso lleno de conocimiento, tristezas, frustraciones y por supuesto, muchas alegrías y satisfacciones.

Gracias infinitas a mi amada Madre y mi querido Padre, que siempre ha sido un soporte vital para mi crecimiento como persona y profesional.

A mi hermosa compañera de vida, Marcela, que con su apoyo y amor constante durante estos años de lucha, me ha ayudado a culminar este arduo trabajo.

A mis queridos hermanos, Jennifer y Rafael, y a los demás miembros de mi familia, en su comprensión y apoyo en el transcurso de este doctorado.

A mi querida directora de tesis, la Dra. Jenny Moreno, que desde los inicios del doctorado fuimos amigos y que por cosas de la vida, terminó siendo mi tutora; gracias por todo su apoyo, consejos, recomendaciones y aportes que nutrieron inmensamente esta investigación.

A los miembros del jurado, mi estimada Dra. Karina Morales, el Dr. Andrés Sánchez, el Dr. José Alexander Contreras y la excelsa Dra. Moraima Esteves que con sus consejos y oportunas observaciones enriquecieron mi investigación doctoral.

A la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, y al Instituto Pedagógico Rural Universitario Gervasio Rubio, que me ofrecieron la gran oportunidad de subir un peldaño más en mi preparación académica.

A la comunidad educativa de la IE Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica y en especial a los informantes clave por brindarme los insumos necesarios para lograr esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

pp.	
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE GRÁFICOS	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
Planteamiento del Problema	4
Propósitos	15
Propósito General	15
Propósitos Específicos.....	15
Justificación.....	15
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO.....	18
Antecedentes	18
Fundamentación Epistemológica y Ontológica.....	26
Fundamentación Sociológica	30
Teoría Constructivista.....	31
Fundamentación Teórica	33
Educación STEM y STEAM	33
Por Medio de las TIC, Instaurar las TAC, para la Consecución de las TEP.....	42
Metodologías Activas de Aprendizaje	43
Transdisciplinarietàad Curricular	47
Transposición Didáctica	49
Fundamentación Filosófica	51
Pragmatismo	51

Fundamentación Axiológica.....	53
Fundamentación Legal	54
Marco Legal de la Educación STEAM en Colombia	54
CAPÍTULO III	56
MARCO METODOLÓGICO.....	56
Enfoque de la Investigación	57
Método de la Investigación	58
Nivel de la Investigación.....	62
Escenario	63
Informantes Clave	64
Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos	65
Confiabilidad, Confirmabilidad y Credibilidad.....	65
Análisis de los Resultados: Triangulación de la Información	66
CAPITULO IV	68
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN	68
Categoría Gestión de Implementación Educación STEAM y Transdisciplinariedad Curricular.....	71
Subcategoría Dificultades de Implementación	74
Subcategoría Fortalezas	76
Memorando de la Categoría Central	78
Categoría Gestión de Estrategias en la Enseñanza	79
Subcategoría Integración Curricular: Ventajas y Desventajas	81
Subcategoría Motivación al Aprender y Aprendizaje Activo.....	85
Memorando de la Categoría Central	87
Categoría Gestión de Apropiación e Integración	89
Subcategoría Balance General	90
Subcategoría Oportunidades de Mejora.....	93
Memorando de la Categoría Central.....	94
CAPITULO V	96

APROXIMACIÓN TEÓRICA SOBRE EDUCACIÓN STEAM: INTEGRACIÓN TRANSDISCIPLINARIA CURRICULAR EN LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN MEDIA	96
Gestión de Implementación Educación STEAM y Transdisciplinariedad Curricular	97
Gestión de Estrategias en la Enseñanza	99
Gestión de Apropriación e Integración.....	102
CAPÍTULO VI.....	108
REFLEXIONES FINALES Y RECOMENDACIONES.....	108
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	127

LISTA DE CUADROS

CUADROS

pp.

Cuadro 1. Categorías iniciales.....	30
Cuadro 2. Informantes clave, asignación y codificación	64
Cuadro 3. Codificación de la información	69

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS

pp.

Gráfico 1. Adaptación del modelo holopráxico de Hurtado (2010).	14
Gráfico 2. Pirámide STEAM de Yakman.	37
Gráfico 3. Red semántica categoría gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular.	73
Gráfico 4. Red semántica categoría gestión de estrategias en la enseñanza – parte 1.....	80
Gráfico 5. Red semántica categoría gestión de estrategias en la enseñanza – parte 2.....	84
Gráfico 6. Red semántica categoría gestión de apropiación e integración.	90
Gráfico 7. Dificultades y fortalezas para la implementación de la educación STEAM.....	99
Gráfico 8. Metodologías activas de aprendizaje que propician a la educación STEAM.....	102
Gráfico 9. Competencias y habilidades que se desarrollan en los estudiantes por medio de la educación STEAM.	104

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL GERVASIO RUBIO
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
SUBPROGRAMA DE DOCTORADO

**EDUCACIÓN STEAM: INTEGRACIÓN TRANSDISCIPLINARIA
CURRICULAR EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS, CIENCIAS,
TECNOLOGÍA Y ARTE EN LA EDUCACIÓN MEDIA.**

Autor: Oliver Contreras

Tutora: Jenny Moreno

Fecha: Julio 2021.

RESUMEN

En este estudio se analizan las bondades de la educación STEAM, la cual ha tomado gran relevancia en el ámbito educativo mundial en los últimos años, debido a la manera integradora de diferentes áreas del saber las cuales, por lo general, se imparten como silos sin ningún tipo de conexión. Por ende, se busca en este estudio generar fundamentos teóricos derivados de la experiencia docente sobre la enseñanza en el nivel de la educación media mediante la integración de contenidos de distintas asignaturas apoyados en la educación STEAM. Parte de la investigación se desarrolló en el marco de la pandemia debido al COVID-19, generando un cambio de paradigma en el devenir investigativo. Esta investigación se realizó por medio del paradigma interpretativo mediante un enfoque cualitativo y el método fenomenológico. Se aplicó una entrevista estructurada a la muestra intencional, la cual está conformada por seis informantes clave, los cuales son docentes del nivel de educación media relacionados con las asignaturas que componen a la educación STEAM y pertenecientes a la Institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica – Colombia. El análisis de los datos se realizó según la teoría fundamentada, apoyado por medio del software Atlas.ti versión 9, recurso necesario para realizar la validez y confiabilidad por medio de la triangulación de las entrevistas a los informantes clave, las teorías de los autores consultados, las observaciones y apreciaciones del investigador, elementales necesarios para el desarrollo de la aproximación teórica. Del proceso de categorización resultaron tres categorías centrales de manera deductiva y ocho subcategorías emergentes de forma inductiva. Como resultado se

tiene una aproximación teórica pertinente en educación a la par de los avances tecnológicos y versátiles de la realidad actual.

Descriptor: Educación STEAM, metodologías activas de aprendizaje, transdisciplinariedad curricular.

INTRODUCCIÓN

El uso de metodologías activas en la educación ha estado en constante crecimiento y desarrollo. En los últimos años y con los avances tecnológicos adoptados en el ámbito educativo se ha visto muy frecuentemente que la simbiosis entre tecnología y educación ha resultado ser una combinación muy beneficiosa para desarrollar mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Actualmente, en la Institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica – Colombia, en asignaturas como matemáticas, ciencias y tecnología se imparte clases sin tomar muy en cuenta el contexto socioeconómico y avances tecnológicos, como tampoco se intenta la integración y transversalidad de contenidos y temáticas para lograr brindar un significado mayor, global y actualizado de los conocimientos impartidos, sin olvidar la situación agravante por la pandemia a la cual ha sido sometida la población mundial debido al COVID-19.

La pandemia del coronavirus ha incidido para mal en la vida de las personas, nos ha asilado a unos de otros, y ha profundizado las problemáticas sociales y por supuesto, educativas en el mundo. Dificultades que son más severas en los sectores más vulnerables y marginados de la sociedad. Según datos de la UNESCO (2021) «cerca de un tercio de la población escolar mundial, no tiene acceso al aprendizaje a distancia, sobre todo debido a la ausencia de políticas de aprendizaje en línea o a la falta de los dispositivos necesarios para conectarse». Provocando la deserción escolar o pérdidas en el aprendizaje debido, entre otras cosas, al no contar con los recursos necesarios para seguir estudiando, así como la imposibilidad de estar en los colegios de forma presencial, disminuyendo así la motivación de los estudiantes por la educación.

Por medio de esta investigación se propone develar los beneficios de la implementación de la educación STEAM en la enseñanza en la educación media por medio de la transdisciplinariedad como método integrador de las disciplinas que componen el acrónimo: S (ciencias), T (Tecnología), E (Ingeniería), A (Arte) y M (Matemáticas), y con

esto, generar fundamentos teóricos que sirvan para generar un cambio en el paradigma educativo local, regional y nacional, respecto a las metodologías de enseñanza mayormente utilizadas como las clases magistrales o el llamado magistrocentrismo. Para esto se analiza desde la perspectiva de los docentes las bondades, beneficios y aportes que la educación STEAM puede llegar a favorecer en el pensamiento crítico de los estudiantes, como también, dejar de lado la parcelación o fragmentación del conocimiento puesto que estamos rodeados de problemas cada vez más globales, pluridisciplinarios, multidimensionales y planetarios, ya que esta parcelación impide un aprendizaje complejo (Morín, 2002).

La relevancia de esta investigación se basa en el derecho fundamental de toda persona en la alfabetización en tecnología, ciencias y matemáticas; competencias necesarias para afrontar todo tipo de situaciones o problemas que se presentan en el diario vivir o el en ámbito laboral, mediante la apropiación de los conocimientos y habilidades científicos y tecnológicos, con un pensamiento y reflexión crítica respecto a la ciencia y la tecnología. Esto mediante el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) trascender a un sentido de apropiación mayor mediante las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC), concretar, en la comunidad educativa de la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús, del municipio de Aguachica, el uso de las tecnologías para el empoderamiento y la participación (TAP); así como también, su injerencia en la sociedad y todos sus efectos (MEN, 2013). Por ende, la comprensión en ciencia, matemáticas y tecnología aumenta el potencial de las personas, permitiendo realizar cosas que no de otra manera no podrían llegar a realizar (IEETA, 2007).

Esta investigación se realiza bajo la noción del paradigma interpretativo mediante un enfoque cualitativo que corresponde a lo que se desea desarrollar y obtener, en el que se realiza siguiendo los lineamientos de las normas UPEL. La cual está dividida en seis capítulos: el primer capítulo se refiere a la descripción del problema de investigación, la formulación de la pregunta de investigación, la definición de los objetivos y la justificación de la investigación. En el segundo capítulo se encuentran los antecedentes, las bases teóricas que fundamentan la investigación, la fundamentación epistemológica y ontológica, la fundamentación filosófica, la fundamentación sociológica y las bases legales. En el tercer capítulo se detalla la metodología a utilizar, el enfoque epistemológico de la investigación,

el modelo metodológico, mediante el método fenomenológico y las bases para el análisis, soportada por la teoría fundamentada para el proceso de triangulación de los datos obtenidos de las observaciones, los informantes clave y la teoría consultada. En el capítulo cuatro se recopilan y analizan los resultados encontrados durante el transcurso de la investigación, con la ayuda del software Atlas.ti versión 9; con el fin de extraer las categorías emergentes, como material indispensable para la construcción de la aproximación teórica. En el quinto capítulo se generan los fundamentos teóricos derivados del proceso investigativo y en el sexto capítulo se relacionan las reflexiones finales y recomendaciones. Por último, se encuentra el listado de referencias que sirvieron como pilar y sustento de esta investigación, como también, diferentes anexos que complementan el trabajo realizado.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Definitivamente el inicio de la segunda década del siglo XXI quedará marcada en la historia y en la memoria colectiva debido a la pandemia ocasionada por el COVID-19, el cual nos obligó a aislarnos socialmente unos de otros, pero que también desnudó todos los problemas derivados de la desigualdad social presentados en el mundo y en diversos contextos socioeconómicos y culturales. Tal como lo indica De Sousa (2020), «la pandemia solo agrava una situación de crisis a la que ha sido sometida la población mundial.» (p. 20). Esta «cruel pedagogía del virus» nos enseña la importancia de avanzar en ciencias, matemáticas y tecnología, necesario, incluso, en la búsqueda de mejores vacunas o soluciones definitivas a situaciones como la actualmente vivida.

Este fenómeno disruptivo de la vida cotidiana que se presentaba en el planeta, generó cambios drásticos que deben asumirse desde nuevas perspectivas, generando nuevos paradigmas en las formas de pensar y vivir en sociedad. Un ejemplo de ello es la flexibilidad académica, que obligó a las instituciones educativas ajustar los procesos educativos y administrativos para continuar prestando el servicio educativo a la comunidad de manera remota y virtual (en la medida de lo posible). Esta flexibilidad, en muchos casos, no es otra cosa que una reducción significativa del desarrollo curricular, por medio de la elaboración de guías de aprendizaje que los estudiantes resuelven, en muchos casos con poco acompañamiento de los docentes, transfiriendo la mayoría de la responsabilidad a los padres de familia y a los mismos estudiantes. Pese a que ninguna institución educativa estaba preparada para esta eventualidad, nos invita a reflexionar acerca de la forma de abordar la educación en estos tiempos de pandemia, propender por currículos pertinentes a la realidad, evitando saturar a los estudiantes con contenidos desprovistos de contextos y de vida.

Adicional a esto, existe un fenómeno particular y complejo: hay mucha más información de la que se puede aprender, aunque de igual manera, también existen mejores

formas de aprender. Y es que por medio de un dispositivo conectado a internet se puede acceder rápidamente a información técnica y científica de manera nunca antes vista. Sartori en el prefacio del *Homo Videns* indica, con respecto al uso de los recursos multimedia y el uso del internet, su temor a que sean asumidos como simple forma de matar el tiempo sin poder sacar el máximo provecho a estas valiosas herramientas. Es allí, donde las instituciones educativas enfrentan un gran reto, dotar, capacitar y desarrollar competencias tecnológicas a los docentes para manejar y administrar toda la información y así complementar sus currículos educativos tomando en cuenta el potencial de cada estudiante, (quienes, por haber nacido en la era digital, pareciera reúnen esas competencias de manera innata) con sus debilidades y fortalezas para formar el ciudadano que la sociedad requiere.

En la actualidad, existe una creciente demanda de profesionales relacionados en ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y arte, como aporte a la creatividad y el diseño, sumado al desarrollo de la investigación en esas áreas, acarreado mayor necesidad de implementar metodologías que permitan mejorar las denominadas competencias y habilidades del siglo XXI, como las científicas, tecnológicas, de resolución de problemas, el pensamiento crítico, sistémico, lógico, la creatividad y de trabajo en equipo (Maggio, 2018). Es así como el profesor Seymour Papert en el marco de un seminario de la UNESCO en 2001 deja entrever la importancia del uso adecuado de la tecnología en la escuela y lo imprescindible que un dispositivo electrónico puede llegar a ser para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje:

Así que lo requerido aquí es un cambio profundo en cómo pensar la educación. Entonces, la tecnología no es la solución, es sólo la herramienta. Pero mientras la tecnología no hace automáticamente una buena educación, la falta de tecnología garantiza automáticamente una mala educación (p. 2).

Los avances tecnológicos cambiarán muchos aspectos de la vida de las personas en el mundo. Panorama del que no escapa el ámbito laboral, pues en cada avance en temas de automatización e inteligencia artificial en etapas de producción, distribución y mercadeo genera un déficit de personal capacitado en temas de programación, comunicaciones, robótica y en general, en innovación y nuevas tecnologías competente para atender esas áreas. De allí, que nos encontramos en los albores de una cuarta revolución industrial (Schwab, 2016) con los cambios sociales y laborales profundos a los que esto conlleva; nuevos modelos de negocios inimaginables hacen 20 o 30 años, la irrupción provocada por

la explosión de innovación tecnológica, genera una revolución en los sistemas de producción, consumo, salud, educación y movilidad.

De esta forma el empleo, según Schwab (2016) “crecerá en puestos de trabajo cognitivos y creativos de altos ingresos y en ocupaciones manuales de bajos ingresos, pero disminuirá con fuerza para los empleos rutinarios y repetitivos de ingresos medios.” (p. 37) Lo dicho aquí, lleva a pensar que miles de empleos, por lo menos como se conocen tradicionalmente, desaparezcan. En ese orden, con base al informe del segundo trimestre del 2018 acerca de las tendencias laborales realizado el portal el Empleo.com muestra que, de las diez carreras con mayor oferta laboral en Colombia, cinco son carreras de ingeniería, de la cual, la ingeniería de sistemas está en el segundo lugar y la ingeniería industrial en el tercero, también se incluyen en el top ten, la ingeniería electrónica, la ingeniería en telecomunicaciones y la ingeniería de redes y telecomunicaciones.

Esto demuestra una tendencia importante en el aumento de la demanda en el mercado laboral de carreras afines a la tecnología, informática y comunicaciones; por ende, las instituciones educativas no deben ser ajenas a esa realidad, lo que redundaría en la urgente e imperiosa necesidad de enfocar desde temprana edad a los estudiantes en el desarrollo de competencias relacionadas a las exigencias del mercado laboral. Sin embargo, y con ese escenario, los colombianos optan muy poco en estudiar carreras como las antes mencionadas, es más, rechazan lo que se relaciona con el estudio de las ciencias como matemáticas, física y química, por cuanto no encuentran sentido, ni significado en su cotidianidad.

Un informe realizado por El Observatorio de la Universidad Colombiana publicado por el periódico el Espectador en el 2018, muestra que los estudiantes colombianos tienen preferencias por estudiar carreras de administración y contabilidad, tanto en pregrado como en carreras técnicas, lo cual presenta un panorama muy desalentador si se espera reducir la brecha en innovación tecnológica y científica. Los índices de innovación del GII (Global Innovation Index) en 2015 de la universidad de Cornell, señalan que Colombia ocupa el 67° puesto de 141 países, y que entre los 79 factores que califica, las peores notas las obtuvimos en conocimiento, productos tecnológicos y eficiencia para innovar. A este mal panorama se suma la poca inversión en esta materia por parte del estado colombiano, ya que se destina menos del 1 % del PIB (Wasserman, 2017).

Frente a lo antes señalado, los sistemas educativos realizan cambios en las formas en que se desarrolla la educación actualizando y adecuando los mismos a las exigencias y necesidades de la sociedad. A esto se le agrega los grandes cuestionamientos realizados a las maneras en que se desarrollan los contenidos curriculares en las aulas de clase, puesto que los cambios acelerados de la sociedad en términos de tecnología y comunicaciones dejan en entre dicho qué es lo que se debe enseñar y cómo se enseña (UNESCO, 2013).

Aunque, en la actualidad existen leyes que promueven una educación en ciencia, tecnología e innovación, como la Ley 1951 del 2019, en Colombia, las reformas educativas asertivas siempre han tardado en implementarse o se eliminan por factores políticos. Desde principios del siglo pasado, se han visto diversas trabas al momento de un cambio en el paradigma educativo. Durante los gobiernos liberales del 1930 a 1946, se realizaron reformas educativas basadas en los presupuestos filosóficos pragmáticos de Dewey y la implementación de la escuela nueva basada en las pedagogías activas. Todo acabó con la vuelta al poder de los conservadores, añadido a eso, a la presión por parte de la iglesia católica, en el cual, veía con recelo a la filosofía pragmática volviendo otra vez a la educación humanista. (Londoño. 2001; Sáenz, 2012).

Es así, como desde principios de la década de los noventa, se comisionó a la Misión de Sabios compuesto por diez intelectuales de la época, cada uno en su campo, para realizar un informe bien detallado llamado: «Colombia: al filo de la oportunidad». En éste, establecen pautas muy claras y concretas de cómo mejorar en todos los aspectos de la realidad nacional. Rodolfo Llinás, uno de los sabios, recalca dos puntos como pilares fundamentales: a) 12 años de escolaridad que enseñe a pensar a los jóvenes; y b) el desarrollo de programas de formación y capacitación en ciencia, tecnología e innovación como motor del desarrollo económico y social (Aldana y otros, 1995).

Aunado a lo anterior, en la mitad del siglo XX, la carrera espacial entre la Unión Soviética y EEUU desata una necesidad de mejorar las competencias en las áreas antes mencionadas. Nace así, la educación STEM (siglas en inglés) que por sus características promueve la formación multidisciplinar en Ciencia (S) Tecnología (T) Ingeniería (E) y Matemáticas (M) como respuesta a la necesidad de integración de áreas del conocimientos y contenidos aislados, descontextualizados y muchas veces sin sentido que se imparten a los estudiantes, lo cual, es contrario a lo que se experimenta en el mundo laboral, en el que

las habilidades y conocimientos específicos y generales son requeridos para la solución de problemas o el desarrollo de proyectos. Referido a lo anterior, Sanders y Wells (2010) definen lo siguiente:

La educación STEM integral se refiere a enfoques de aprendizaje basados en el diseño tecnológico / de ingeniería que integran intencionalmente los conceptos y prácticas de la educación en ciencias y / o matemáticas con las prácticas de conceptos de tecnología y educación en ingeniería. La educación STEM integradora se puede mejorar a través de una mayor integración con otras materias escolares, como artes del lenguaje, estudios sociales, arte, etc.

La educación STEAM se apoya en las metodologías activas de enseñanza, y deriva de la revolución educativa del siglo XIX y del siglo XX, a lo que se denominó *Escuela Nueva*, en el que corresponde a principios de una enseñanza progresista, con planteamientos más activos en el que los estudiantes se convierten en el centro de su aprendizaje o como Comenio denominó: «paidocentrismo», dejando de lado y en oposición a la denominada *Escuela Tradicional* y con esto al magistrocentrismo, a la educación pasiva, el enciclopedismo y el aprendizaje memorístico, carentes de significación y sentido por parte de los estudiantes. Este movimiento pedagógico se empezó a desarrollar gracias a autores como Rousseau, Pestalozzi, Froebel, Montessori, Dalton, Decroly, Freinet y John Dewey.

Este último, uno de los más representativos, filósofo pragmático de la escuela nueva o escuela progresista, en el que prepara a los estudiantes a la vida laboral mediante el principio de *learning by doing* (Alonso, 2012; Comella, 2010; Dewey, 1938/2010; Londoño, 2001; Sáenz, 1990), el cual es un modelo de aprendizaje que permite combinar diferentes disciplinas de una forma más natural y permite adquirir las competencias científico-tecnológicas, que de acuerdo con Sanders (2006), “las materias están tan estrechamente relacionadas que pueden llegar a conformar una única práctica de enseñanza y aprendizaje” para la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática.

La educación STEM es un concepto educativo que ha ido evolucionando hasta convertirse en una nueva teoría educativa. Visto lo anterior y debido a los cambios en el campo laboral. STEM, crea conexiones entre las diferentes áreas que lo componen; que por lo general, tienden a desarrollarse como silos aislados o asignaturas parceladas. En ese orden surge a nivel mundial una relevancia generalizada entre políticas educativas gubernamentales, literatura especializada, medios de comunicación y en diversos foros educativos, económicos y sociales el término STEM (López, Couso y Simarro, 2020) como

respuesta para los jóvenes norteamericanos, en el que política y socialmente, se vuelve imprescindible mejorar en estos aspectos. Término que en el 2001 la National Science Foundation introdujo, seguido de diversas leyes federales y estatales que han ayudado a promoverla en Estados Unidos hasta la actualidad (Hallinen, 2015).

Gracias a la intervención de Georgette Yakman pionera en educación STEAM, quien, introduciendo las artes como medio integrador de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, busca un desarrollo de proyectos colaborativos llenos de innovación y creatividad, basados en metodologías como la de aprender haciendo, difundida por Dewey, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo y la cognición situada (Marick, 2016). El objetivo de la educación STEAM es el de facilitar y proveer al estudiante de habilidades y destrezas necesarias para afrontar con éxito la vida laboral del siglo XXI; estas habilidades y destrezas se pueden definir como: resolución de problemas en el mundo real, pensamiento crítico, trabajo en equipo, colaboración, civismo, creatividad, innovación, reflexión, asunción de riesgos, metacognición, capacidad de emprendimiento, iniciativa, comunicación oral y escrita eficaz, investigación, acceso a la información y análisis de la misma, curiosidad y adaptabilidad (Scott, 2015; Turner, 2013, Wagner, 2010).

La necesidad imperiosa de desarrollar en los estudiantes competencias STEAM es soportada por los bajos resultados en las evaluaciones externas realizada a los estudiantes del contexto objeto de estudio, con un puntaje de 4,62 según el índice sintético de calidad del año 2017, el cual se encuentra por debajo del puntaje obtenido por la entidad territorial del Cesar al que pertenece la institución educativa, el cual fue de 4,92 (Min Educación, 2018). Estos bajos resultados, de acuerdo con el informe del Ministerio, son debido a la falta de habilidades para resolver problemas empleando el pensamiento sistémico, crítico, lógico y deductivo, por tal motivo los estudiantes, posiblemente, no podrán estar bien preparados para encontrar el éxito en su vida adulta y, probablemente, hallarán dificultades notorias al momento de aplicar por algún puesto laboral.

Pero no sólo es pensar en el mercado laboral, sino que de igual manera existe una notoria falta de interés y participación en el aula de matemáticas provocado por métodos anticuados, aburridos y no muy contextualizados a los requerimientos que la globalización exige. Con miras a cambiar ese panorama nacional y regional, se encuentra la necesidad de

que los estudiantes de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica - Colombia, se conviertan en personas alfabetizadas en competencias STEAM, por tal, es necesario que los estudiantes adquieran competencias científico-técnicas que le permitan enfrentar los desafíos que el futuro trae consigo.

La educación STEAM debe ser la base para que los jóvenes adquieran las habilidades y conocimientos que los motiven a continuar con una carrera profesional en las áreas mencionadas (STEAM) y tener la facilidad para ser parte de las nuevas ventanas laborales disponibles en la actualidad como también la posibilidad de crear sus propios emprendimientos, como las *startup*, capaces de cambiar su propio entorno como también ser diferenciadores en su contexto social o como diría Horkheimer: «el interés por la supresión de la injusticia social» (1937, p. 270). Y es que esa manera de emancipación es la necesaria para cambiar realidades sociales, en pro de una sociedad justa y racional, con igualdad de oportunidades. Para Tovar (2000, p. 158) es importante educar para la participación, la aceptación, la creatividad y la cooperación, entendiendo al individuo como actor social, que desarrolla habilidades creativas e innovadoras para integrarse con éxito al mercado laboral.

Como indica Ge, Ifenthaler y Spector (2015) “El desafío reside en asegurarse el que los estudiantes estén listos para un mundo en constante cambio y totalmente capaces de convertirse en líderes progresistas, trabajadores productivos y ciudadanos responsables del mañana” (p. 384). Inevitablemente, siempre existen ciertas dificultades para llevar a cabo la implementación o incorporación de un cambio en la enseñanza, de ello no escapa la educación STEAM pues suscita el empleo de materiales, herramientas y dispositivos específicos para desarrollar esta nueva forma de enseñar y aprender, que trae consigo costos iniciales muy altos, al igual que capacitaciones a los docentes para que apliquen en su plan de estudios esta metodología.

Aun así, es necesario generar espacios que promuevan el cambio en educación, superar enseñanzas tradicionalistas que no logran el acercamiento a nuevas formas de asumir los procesos educativos. La metodología STEAM no sugiere que los docentes reúnan un perfil para su implementación, solo que estén dispuestos a comprender la necesidad de preparar a los jóvenes para enfrentar desafíos que ni siquiera hoy existen y salir adelante en el proceso.

El mismo Dewey (1916/1998) en lo que respecta a educación se refiere lo siguiente:

Etimológicamente, la palabra educación significa justamente un proceso de dirigir o encauzar. Cuando tenemos en cuenta el resultado del proceso hablamos de la educación como de una actividad estructuradora, moldeadora, formadora, es decir, de una estructuración según la forma normativa de la actividad social. (p. 21)

Debido a esto, el papel de los docentes como guías es innegable, tal y como lo menciona Lawrence Stenhouse (1982) con la siguiente analogía:

Pero la labor del profesor es trabajar como un jardinero antes que, como un agricultor, diferenciando el tratamiento de cada asignatura y de cada alumno de la misma forma en que el jardinero lo hace con cada macizo de flores y cada planta. (p. 44).

Así, se espera germinar la semilla por el gusto hacia el aprendizaje de estas áreas. Respecto al área de matemáticas en particular; la importancia de la educación STEAM radica en que los problemas asociados al aprendizaje de la matemática y la poca receptividad de los estudiantes por esta área del saber a causa de un currículo poco integrado al mundo real y a los problemas cotidianos y especializados que los jóvenes se pueden encontrar a diario. Coffland y Xie (2015) establecen que, por lo general, los currículos de matemáticas actuales resultan en tres separaciones o discordancias entre la teoría matemática y su aplicación por parte de los estudiantes en el mundo real.

La primera separación es la desconexión entre la escuela y la vida real; la segunda separación es la desconexión entre diferentes cursos de matemáticas entre sí, en los cuales existen discordancias entre las temáticas de un año a otro inmediatamente consecutivo, provocando en los estudiantes inconexiones temáticas, por ejemplo, se le enseña a calcular la hipotenusa de un triángulo pero desconocen totalmente las clasificaciones de los distintos tipos de triángulo; por último, la tercera separación es el notorio divorcio del currículo matemático con las demás áreas del saber y más delicado aún, de las ciencias y la tecnología. Con la educación STEAM por medio de la transdisciplinariedad curricular se busca superar esas separaciones, las cuales no son exclusivas del área de matemáticas, sino que se presentan en las demás áreas del saber.

Los estudiantes tienen el rol principal en su aprendizaje, quienes, por medio de pedagogías activas y colaborativas, unos con otros, se complementan para con esto resolver

problemas o realizar proyectos, y que sea en lo posible, vinculados con su contexto (Barriga, 2006; Dewey, 1916/1998; Lave y Packer, 2011; Lave y Wenger, 1991). Por sólo generar una reflexión es necesario preguntarnos ¿Qué puede ocurrir si nuestra juventud no se interesa por estudiar estas áreas? ¿Qué ocurrirá con enfermedades nuevas? ¿Cómo las enfrentaremos? Por mencionar un tema de actualidad se tiene una situación sin precedentes a nivel mundial como lo es la pandemia asociada al COVID-19, que ha cambiado muchos aspectos del diario vivir, de los cuales la educación ha sido uno de los más afectados. A la fecha del 2 de abril del 2020 se ha superado la cifra de 1.543 millones de estudiantes afectados (UNESCO, 2020) de los cuales, la brecha digital existente entre países desarrollados y países en desarrollo se ha vislumbrado una vez más. Mientras que para unos es posible la virtualidad sin tantos inconvenientes, la situación para Latinoamérica y Colombia es muy distinta.

Un estudio del Laboratorio de Economía de la Educación de la Universidad Javeriana de Colombia reveló que el 96% de los municipios de Colombia no tienen la capacidad tecnológica ni tampoco el personal adecuado para implementar lecciones virtuales, y es que estiman que menos del 37% de los estudiantes colombianos tienen computador e internet en casa, mínimas herramientas para tener clases virtuales. La situación empeora más en contextos como el estudiado en esta investigación en el que menos del 5% de los estudiantes cuentan con un computador e internet en la casa (Semana.com, 2020). Y aunque puede pensarse que se desvía del tema, precisamente la educación STEAM busca que cada país tenga un talento humano propio, capacitado para enfrentar y disminuir esas brechas.

Producto de ello, durante las últimas épocas, las investigaciones en el área educativa, están dirigidas a problemas específicos del enseñar y aprender en las áreas que abarca STEAM, lo que ha conducido a la puesta en práctica, en el espacio escolar, de modelos y metodologías activas y alternativas para la enseñanza de las ciencias. Así, la práctica que se genera a partir de esos modelos y metodologías conlleva ideas sobre la ciencia que se instalan y arraigan en la mente de los estudiantes, unas veces generadas por sus creencias y percepciones y otras por el contexto que ejerce influencia en ellos (los docentes). Estas concepciones, percepciones y experiencias que traen los docentes caracterizan su práctica escolar a la hora de desarrollar el proceso de enseñanza.

El papel de estas metodologías activas de aprendizaje, como la educación STEAM, es iluminar la acción del docente al momento de enseñar; también guía, media y dirige el aprendizaje de los estudiantes al hacer uso de estrategias orientadas a un aprendizaje de contenidos conceptuales y procedimentales, que lo hace significativo, pues provoca un cambio de actitud en el estudiante al otorgar sentido a lo que aprende. Sin lugar a dudas, una de las características primordiales de la educación STEAM es lograr un aprendizaje colaborativo. En los espacios escolares (ambientes de clase), por lo general, se solicita a los estudiantes la resolución de problemas de manera individual y grupal. Es en este último caso donde el docente incorpora actividades para el trabajo en equipo y cooperativo como una actividad que propicie un aprendizaje significativo en los estudiantes. Es aquí donde STEAM, como metodología activa, entra a cobrar relevancia. El docente debe implementar estrategias que comprometan activamente a los estudiantes a trabajar en equipo para el logro de objetivos, actividades o proyectos.

De lo anterior, surgen las interrogantes: ¿Será que los estudiantes aprenderán y se inclinarán más por estas áreas al trabajar en equipo? Es más ¿Será que los docentes planificarán en sus clases actividades que permita lo anterior? Si se parte del principio de que los estudiantes toman conciencia de la necesidad de ayuda, pareciese posible que la educación STEAM favorecería la integración y aceptación de estas áreas, pues se atenderían sus necesidades en el marco de equipos cooperativos y colaborativos. Todo esto nos demuestra que es necesario incrementar la inversión para mejorar la batería científico-tecnológica de nuestras instituciones, para que nuestros estudiantes se sientan atraídos y para que ellos mismos, porque no, generen los recursos tecnológicos para complementar el trabajo realizado en clase y en situaciones tan particulares como la vivida a causa de este virus y así continuar brindando las opciones de estudios.

Ahora bien, para la formulación del problema el investigador se apoyará en el enunciado holopráxico que en palabras de Hurtado (2010) indica:

El enunciado holopráxico se refiere a expresión mediante el cual el investigador precisa lo que desea saber con el estudio que está iniciando, de manera condensada, precisa, clara, breve y concreta. Es la pregunta de investigación, y constituye básicamente un interrogante que el investigador se plantea acerca del evento de su interés. De este enunciado se derivan los métodos, los procedimientos y los instrumentos, e incluso las conclusiones a las que se pretende llegar, por eso se denomina "holopráxico", porque orienta la praxis holística de la investigación. (p. 155).

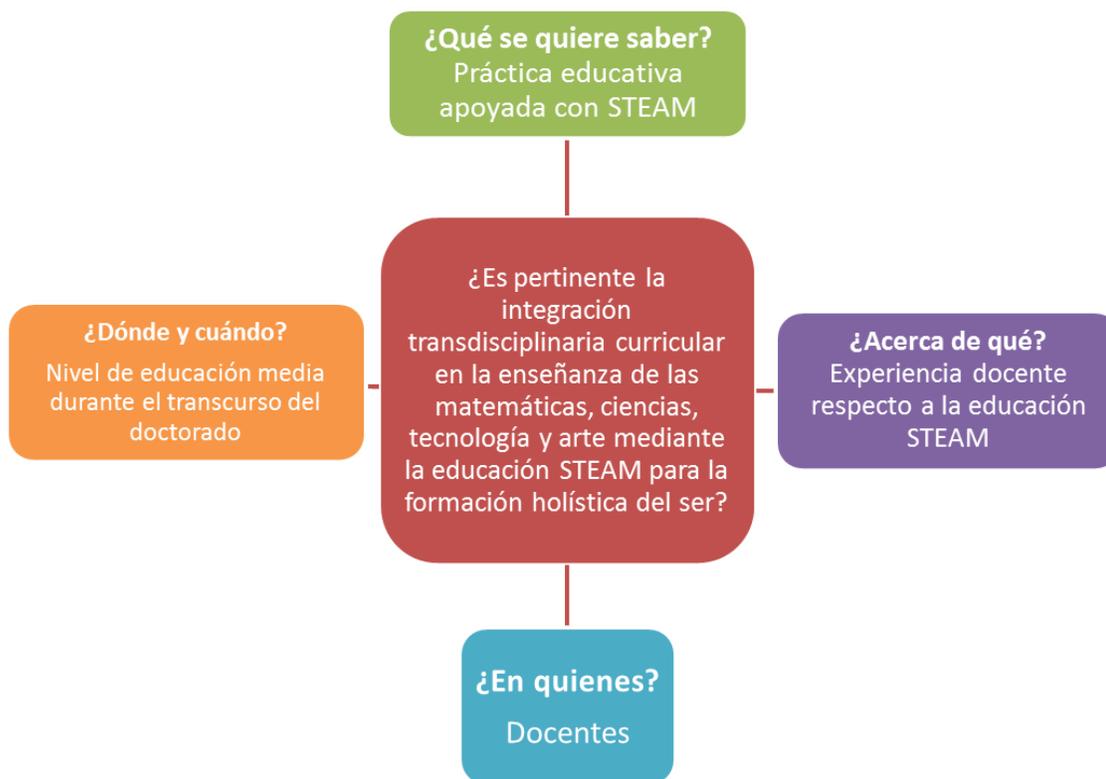


Gráfico 1. Adaptación del modelo holopráxico de Hurtado (2010).

De lo anterior, surgen las preguntas que pudieran orientar al investigador a comprender el fenómeno en estudio y que a continuación se enuncian: ¿Cuáles son las dificultades epistemológicas, metodológicas y curriculares para la implementación de la educación STEAM en el nivel de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón Jesús de Aguachica? ¿Cómo es la experiencia del docente que apoya la enseñanza de matemáticas, ciencias, tecnología y arte mediante la educación STEAM? ¿Qué fundamentos teóricos se pueden derivar sobre la integración transdisciplinaria curricular en la enseñanza de las matemáticas, ciencias, tecnología y arte a partir de los testimonios de los docentes que hacen uso de la Educación STEAM en su práctica escolar?

Propósitos

Propósito General

Generar fundamentos teóricos derivados desde la transdisciplinariedad de la experiencia docente que enseñanza matemáticas, ciencias, tecnología y arte en el nivel de Educación Media apoyado en la educación STEAM.

Propósitos Específicos

Indagar acerca de las dificultades epistemológicas, metodológicas y curriculares para la implementación de la educación STEAM en el nivel de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón Jesús de Aguachica.

Develar la realidad en la enseñanza de las matemáticas, ciencias, tecnología y arte en el nivel de educación media mediante la educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular asociada a esta.

Interpretar, a partir de los testimonios de los docentes, su experiencia en el nivel de Educación Media apoyado en la educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular.

Presentar los constructos emergentes sobre la enseñanza en educación media, a partir de los testimonios de los docentes que hacen uso de la educación STEAM, para una enseñanza transdisciplinaria.

Justificación

Esta investigación tiene como propósito su respectivo aporte al conocimiento científico mediante la generación bases epistemológicas que sirvan como sustento a futuras investigaciones concernientes a la educación STEAM en el ámbito local, regional y

mundial. De igual manera, que ayuden, de cierta forma, a fortalecer una visión holística y transdisciplinaria en el marco de la no presencialidad ocasionada por la pandemia del COVID-19, así como también, en la posterior normalidad, que nunca será igual a la vivida antes de este terrible virus. Es por ello, que la investigación propuesta, obtiene, de forma inesperada y se justifica, en la medida que es necesario un replanteamiento de las metodologías y estrategias educativas que se llevan a cabo en las instituciones educativas, que se ajusten a las necesidades propias de la realidad y de paso, que puedan llegar a prepararnos a situaciones tan difíciles y complejas como la vivida desde el 2020.

Respecto al término de epistemología, Gabriel Ugas Fermín (2005) lo define así:

...podríamos, pues, definir la epistemología, en una primera aproximación, cómo el estudio de la constitución de los conocimientos válidos.... Como último análisis, llegaremos pues, a definir la epistemología, en una segunda aproximación, como el estudio del paso de los estados de mínimo conocimiento a los estados de conocimiento más riguroso. (p. 11).

Mediante la generación de una aproximación teórica respecto a la educación STEAM, en un sentido epistemológico, brindar una contribución científica pertinente que logre dar respuesta a los objetivos planteados en esta investigación, que no son indiferentes a las problemáticas existentes en el contexto estudiado y que con cierta seguridad no difieren en mucho de la realidad educativa latinoamericana.

En lo práctico, el estudio asume la realidad que vive la humanidad hoy en cuanto a la brecha o distanciamiento generado a partir de la marcada diferencia tecnológica entre los países desarrollados y en desarrollo, brecha resaltada aún más en la situación vivida a causa de la pandemia. Se pretende que se genere a partir del uso de esta metodología situaciones de aprendizaje que permitan al estudiante inclinarse al estudio de estas áreas y disminuir esos índices de subdesarrollo que contribuyan a aportar conocimientos y experiencias significativas a las áreas STEAM que permitan generar acciones factibles.

Adicionalmente, se justifica el estudio desde lo pedagógico, pues va a permitir por parte de los estudiantes desarrollar competencias en áreas tecnológicas mediadas por las ciencias, las matemáticas y el arte para una posible inserción equitativa en el campo laboral. Useche y Vargas (2019) se refieren a la construcción de didácticas alternativas, versátiles y contextualizadas a la realidad y el entorno mismo del estudiante, por medio de didácticas

holísticas, evitando los silos educativos o parcelaciones del conocimiento, todo esto como respuesta a los bajos desempeños académicos en las áreas STEAM.

Desde lo metodológico, se aspira dar una mirada desde lo interpretativo, cualitativo, enfocado en la fenomenología para la interpretación de la realidad, se realiza mediante los mecanismos de las relaciones construidas socialmente por los actores involucrados, en este caso los docentes. Para Martínez (2004) la fenomenología permite adentrarse en las concepciones y realidades de los docentes que basan su enseñanza mediante la educación STEAM sin interferir en sus prácticas, permitiendo que se manifiesten como son, evitando constreñir la realidad de forma invasiva, sino todo lo contrario, realizando una representación detallada de esta.

Desde lo social, porque el conocimiento generado impactará en todos los miembros de la comunidad educativa. Pues implica la comprensión de áreas poco atractivas para los estudiantes, pero con gran demanda laboral. De ello, la importancia pues permite su desarrollo o superación humana, social, profesional y educativa, como también de aquellos que en toda instancia forman parte de ella. Para Useche y Vargas (2019), la educación STEAM es la respuesta a la carencia de personal altamente calificado en habilidades y conocimientos en ciencias, tecnología, matemáticas e ingeniería, requeridos para la resolución de problemas de carácter científico e ingenieril mediante la aplicación de herramientas matemáticas, científicas y tecnológicas, muy importantes para el desarrollo económico sostenible de cualquier nación.

Debido a la relevancia de este estudio, se inscribe en el Núcleo Interdisciplinario de Educación, Cultura y Cambio, en su Línea Saberes, Educación y Tecnología, para desde allí compartir y nutrir con pares investigadores esta temática, sumado al intercambio en eventos, artículos y otras formas académicas de llevar el producto de este trabajo a otros espacios de interés académico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Desde una perspectiva holística se aborda el objeto de estudio bajo los parámetros concebidos por Jacqueline Hurtado en su libro *Metodología de la investigación: guía para la comprensión holística de la ciencia* (2010, p. 58) y por Jan Christiaan Smuts en su libro *Holism and Evolution* (1926, p. 98), en el que el *Holos*, derivado del griego, significa “todo”, “íntegro”, “total”, y que, Jacqueline Hurtado también define como la práctica de la globalidad o como diría este servidor, «el conocimiento es la integración del ser enmarcado en el contexto en que se desenvuelve.» Por tal, la educación STEAM es pertinente con la doctrina holística necesaria para desarrollar una visión global del conocimiento, en que las distintas asignaturas no están llenas de contenidos sin conexiones como lagunas sino más bien como lagos con múltiples vínculos, entradas y salidas, que permiten una fluidez natural y contextualizada del conocimiento, no como un fin sino como un medio para mejorar su propia realidad.

Antecedentes

Son muy pocos los estudios existentes a nivel doctoral sobre educación STEM o STEAM en el contexto latinoamericano y español, pese a que en Estados Unidos se viene abordando el tema desde los años 90 con mucha fuerza, pero aún es poco lo que se ha estudiado en este contexto acerca de los múltiples beneficios que suponen la implementación de la educación STEAM en el ámbito escolar, y más a nivel doctoral, denotando la necesidad de realizar estudios en este campo a este nivel.

Uno de los estudios realizados en el idioma español es el de Francisco Ruiz (2017) con la tesis doctoral *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, flipped classroom y robótica educativa* en la Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia

(España), desarrolla y pone en práctica una propuesta de intervención a través de un proyecto de aprendizaje STEAM que utiliza la robótica educativa como herramienta didáctica incorporando distintos elementos metodológicos provenientes del flipped classroom, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo. Este proyecto tiene como objetivo principal el diseño de un proyecto de aprendizaje STEAM para estudiantes de 4°, 5° y 6° grado de educación primaria española, mediante el uso de la robótica educativa como herramienta y no como un fin aplicando la metodología de aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo y flipped classroom. El autor, asegura la viabilidad del proyecto argumentado que la aplicación de estas metodologías y el uso de la robótica educativa sea un tipo de aprendizaje STEAM, motivando en los estudiantes la investigación científica, la comprensión de enunciados y datos, resolución de problemas, supervisión, evaluación y mejora de productos y proyectos y la creatividad en la resolución de problemas. El autor concluye que la educación STEM en el idioma español es casi nula, lo cual es un motivante para desarrollar proyectos relacionados con esta metodología y más aún con la demanda de profesionales STEM muy necesarios en el siglo XXI.

Alguno de los estudios a nivel doctoral realizados en Estados Unidos es *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a South Texas middle school* realizado por Norma Olivarez en la Texas A & M University de Corpus Christi, Texas. El propósito principal del estudio fue examinar el impacto de un programa educativo de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) en el rendimiento académico. El estudio se delimitó a los estudiantes de 8° grado y las medidas de resultado de las matemáticas, la ciencia y la lectura. Se empleó un diseño de investigación ex post facto comparativo causal. El grupo característico-presente consistió en 73 estudiantes de octavo grado en un programa académico STEM. El grupo de comparación consistió en 103 estudiantes de octavo grado en un programa académico no STEM. Sobre la base de los centroides, el grupo STEM superó al grupo no STEM en todas las medidas de resultado. Se concluye que la participación en un programa académico STEM, donde los maestros utilizan el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL), el aprendizaje colaborativo y las estrategias prácticas, impactó positivamente el rendimiento académico de los estudiantes de octavo grado en matemáticas, ciencias y lectura.

Otro estudio doctoral llevado a cabo por John Kyere en 2016 de la Walden University en Minneapolis, Minnesota, titulado *The effectiveness of hands-on pedagogy in STEM education*, tuvo como propósito evaluar la efectividad del programa STEM utilizando instrucción práctica facilitada por actividades de desarrollo profesional. Guiada por Dewey, Piaget y la teoría del constructivismo de Vygotsky, la evaluación del programa cualitativo utilizando las preguntas de investigación se examinó el éxito del programa STEM usando un enfoque práctico de instrucción y el apoyo de desarrollo profesional que los maestros necesitan para ser eficaces en el aula. A través de un muestreo homogéneo y con propósito, participaron en la recopilación de datos 10 profesores de ciencias y matemáticas con experiencia en el uso del enfoque práctico de la instrucción. Los datos recopilados de los 6 encuestados entrevistados, los encuestados de 4 grupos focales a través de entrevistas semiestructuradas y los puntajes de las pruebas de ciencias y matemáticas de los estudiantes de quinto grado fueron analizados para evaluar los resultados. La codificación temática, el informe de pares y los controles de los miembros se emplearon como métodos para garantizar la confiabilidad de las interpretaciones.

Pero no sólo es importante revisar las bondades del uso de las STEM en la educación, también es necesario echar una mirada a los docentes y la percepción de éstos acerca de esta metodología en las aulas de clase. El estudio realizado por Kristin Turner como tesis doctoral en la East Tennessee State University. Johnson City, Tennessee, por medio de una investigación cuantitativa no experimental para indagar acerca de la percepción que tienen los educadores K-8 del noreste de Tennessee (EEUU) sobre la educación STEM y en la que también se examinaron las necesidades, las prácticas de implementación actuales, la definición de la educación STEM que tienen los profesores y las condiciones de la educación STEM en esa región. Se realizaron encuestas a docentes de aula y administrativos mediante un formulario cerrado y abierto consistió en 20 elementos de investigación agrupados por 5 preguntas de investigación básicas. Los datos cuantitativos se analizaron utilizando pruebas de muestra única. Se utilizó una escala de Likert de 4 puntos para medir las respuestas con una calificación de neutralidad de 2.5 puntos. La pregunta abierta fue resumida y registrada para la frecuencia.

Las investigaciones indicaron que los educadores K-8 del noreste de Tennessee perciben una necesidad de educación STEM en gran medida. Sin embargo, muchos no se

sienten preparados para la implementación. Los maestros informaron la implementación de actividades de resolución de problemas basadas en la indagación en sus aulas. La mayoría de los participantes informaron que la condición actual de la educación STEM en el noreste de Tennessee no está satisfaciendo las necesidades de los estudiantes del siglo XXI. Los desafíos que enfrenta la instrucción STEM incluyen: el financiamiento designado para STEM es demasiado bajo, el desarrollo profesional para el maestro STEM es insuficiente y la educación STEM en K-8 es deficiente o inadecuada.

La alta demanda de profesionales STEM es necesidad real e inmediata. En los próximos años serán requeridos más de 2 millones de profesionales en estas áreas de los cuales son pocos los que optan por estudiar este tipo de carreras, lo cual son necesarios realizar distintos tipos de promoción para que más jóvenes opten por estudiar carreras STEM, pero estos esfuerzos no son medidos en impacto o evaluación de estrategias para determinar la eficacia con que son utilizados. Una investigación doctoral realizada en el Reino Unido por Yahuma Bagiya en 2016, denominado *A study of evaluation methodologies and impact of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) outreach activities* en la *Coventry University*, para identificar y desarrollar un modelo de alcance STEM efectivo que describa estrategias para maximizar la eficiencia de las actividades de alcance a través de la combinación de las opiniones del receptor, facilitador y proveedor involucrado en el alcance STEM.

Esta investigación utilizó un enfoque de métodos mixtos. Los datos cualitativos se recopilaron a través de entrevistas semiestructuradas con facilitadores de divulgación (profesionales) y maestros especializados en una variedad de temas de STEM. Se recopilaron datos tanto cualitativos como cuantitativos a través de encuestas con estudiantes de diferentes grupos de edad. Las preguntas de investigación se centraron en las perspectivas de los profesionales y docentes de STEM en una variedad de áreas, incluida la forma en que se seleccionan los alumnos, los grupos de año objetivo, la metodología de evaluación y los factores que influyen en el impacto de la divulgación de STEM. La investigación también explora las percepciones, la comprensión y las aspiraciones de los estudiantes sobre temas de STEM, las carreras y examina la evidencia de las diferencias según el género, la etnia y si un estudiante ha participado o no en una actividad de divulgación de STEM.

Los mensajes clave que surgen de este estudio incluyen la importancia del diálogo entre los profesionales de la divulgación, los maestros y los estudiantes. Un segundo hallazgo importante es que los mensajes sobre STEM son más efectivos al integrar el alcance de STEM en el espíritu de una escuela y brindando a todos los estudiantes la misma oportunidad de acceder a las actividades provistas. Otro hallazgo importante se refiere a las opiniones de los estudiantes sobre los tipos de actividades preferidas, que incluyen actividades divertidas e interactivas. Se encontró que el género, la etnia y la participación en las actividades de divulgación de STEM tienen un efecto significativo en GCSE (Certificado General de Educación Secundaria) y en las aspiraciones de los estudiantes de nivel A de una carrera STEM.

Las conclusiones de la investigación incluyen la propuesta de que se ofrezca a todos los estudiantes el alcance de STEM a lo largo de su educación obligatoria, lo que crea más oportunidades para influir positivamente e inspirarlos en la educación y las carreras de STEM. Se sugiere que se desarrolle una herramienta de evaluación genérica para capturar datos más rigurosos y significativos. También se identifica que la comunidad STEM debe desarrollar un Marco de calidad de alcance de STEM y la capacitación de profesionales de STEM para lograr la máxima interacción e impacto en los jóvenes. Finalmente, como parte de esta investigación, se recomienda un modelo de prototipo para respaldar la planificación y la ejecución de futuras actividades de divulgación. Si se implementa, la provisión mejorada de actividades debería ayudar a abordar de manera efectiva la escasez de graduados y profesionales de STEM de alta calidad.

A nivel regional poco se ha hecho para la implementación de la educación STEM en las aulas de clase, pero esos pocos casos han demostrado lo importante de impartir este tipo de metodologías en nuestras instituciones educativas, como lo evidenció la Dra. Ángela Patricia Cifuentes en 2015 mediante la investigación *STEM en la escuela rural: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la práctica de la robótica*, en el que presenta la experiencia de la implementación del proyecto STEM, para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas a través de la robótica. Este proyecto innovador, se implementado en los grados sextos y séptimos de la educación básica en Colombia. Mostrando los avances del proyecto en cuanto al aprendizaje de las matemáticas en la institución educativa rural departamental Adolfo León Gómez de Pasca Cundinamarca.

El desarrollo de este proyecto permite priorizar el carácter funcional de las matemáticas, utilizarlo en la creación y desarrollo de secuencias de enseñanza y aprendizaje para desarrollar en el aula que permiten que la modelación y la tecnología tengan un impetuoso protagonismo. Se desarrollan tareas que implican solucionar problemas en contextos o situaciones que guían al estudiante a asumir el rol de un ingeniero, diseñando algoritmos en un lenguaje de programación como el NXT y el INL, y al construir algunos prototipos de robots.

Durante la ejecución del proyecto STEM, el aula de matemáticas se ha transformado en un ambiente mediado por la tecnología y el trabajo colaborativo; de esta mediación emergen ecologías cognitivas que se establecen durante el proceso de ingeniería que implementan los alumnos para solucionar los problemas planteados en cada reto; las actividades mediadas favorecen la construcción del conocimiento, la convivencia y el dialogo, cuando los alumnos establecen acuerdos y resuelven problemas como una práctica sociocultural.

Al implementar una nueva metodología en la que está muy relacionada con la tecnología y la robótica, en un contexto social de muy bajos recursos y en los que la palabra robot está asociada sólo a lo que se puede vislumbrar en las películas, el cual creará un ambiente de notable expectativa que ayudará a cambiar positivamente la mentalidad de los estudiantes, permitiéndoles comportarse como verdaderos ingenieros y científicos. Es momento de realizar cambios que permitan mejorar las condiciones actuales de nuestra comunidad y nuestros niños y jóvenes. El uso de la metodología STEAM permite obtener en los estudiantes las competencias necesarias para afrontar un mundo globalizado y tecnológicamente competitivo.

Algo muy importante a tener en cuenta es la notoria apatía por las áreas STEAM por parte del género femenino al momento de elegir una carrera universitaria, problema que parte de la base, desde los inicios educativos, en el que los métodos de enseñanza provocan este tipo de apatías en la muchas niñas; en la tesis doctoral realizada por Catero en 2016, revelan la realidad de la influencia de los estereotipo de género en lo que respecta a las carreras STEM; más aún, en el remarcado estereotipo de género más común en todas las aulas de clase del mundo: «los hombres son mejores que las mujeres en matemáticas y en las ciencias duras»; tóxico y discriminatorio estereotipo que perfila a las mujeres desde

muy pequeñas a declinarse hacía otros campos del conocimiento privándonos de tener muchas más mujeres ganadoras del premio Nobel en física como Marie Curie (sólo cuatro hasta ahora).

La investigación se centra o delimita en dos cuestiones básicas: (a) en el panorama global de esta problemática de género y (b) en las prácticas educativas en el contexto catalán. Para resolver la primera cuestión se aplicó una metodología bibliométrica mixta (descriptiva y evaluativa) para el análisis de género en las revistas de educación científica entre 2005 y 2015, mediante un criterio de selección de artículos en revistas indexadas con accesibilidad en línea. Respecto a la segunda problemática, se empleó una metodología cualitativa – interpretativa, para con esto conocer las buenas prácticas de enseñanza en la incorporación del género en las aulas de clase por parte de docentes sensibles a esta problemática, mostrando la mirada de los docentes respecto a la mujer y las ciencias, el actuar de los docentes y los obstáculos que tuvieron los mismos al incorporar la perspectiva de género en las aulas de clase.

Respecto a los resultados de la investigación en la parte bibliométrica, se encontró que es muy poco significativo el aporte de didácticas de las ciencias con perspectiva de género y/o el género como tema central, mostrando que el camino es largo en la búsqueda de la igualdad y equidad, para por fin ir acabando con el androcentrismo. En lo concerniente a los resultados de la investigación del análisis de las visiones y las buenas prácticas de incorporación del género en el aula de clase de ciencias por parte de docentes sensibles a esta problemática, se encontró que los docentes que introducen la perspectiva de género en el aula, emplean un lenguaje no sexista, como también su gestión en el aula y la asignación no sexista de roles en grupos de trabajo, la introducción de una perspectiva histórica y de conocimientos feminizados generando un impacto positivo en la instrucción del género en las clases de ciencias mediante un actuar transformador y sensible.

A la importancia que radica la implementación en las aulas de clase de la metodología STEM/STEAM, no se debe descartar a la gamificación como método de incentivo adicional, incorporando todos los recursos tecnológicos posibles y disponibles, para con esto, generar una verdadera experiencia de aprendizaje integrativa STEM mediado en tecnología para aprender jugando. En la tesis doctoral realizada por María de las Mercedes Fuentes presentada en 2019 y titulada *Enriquecimiento de la formación de docentes STEM*

en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK, demuestra la importancia de implementar la gamificación en las unidades didácticas realizadas por los docentes y con esto aumentar la motivación y estimular el interés de los estudiantes por mejorar sus competencias científico-tecnológicas. Para esto, la investigadora se centró en el diseño de un plan de formación docente y con esto, mejorar las prácticas de enseñanza por parte de los docentes relacionados con las áreas STEM basado en el modelo pedagógico TPACK (Technology, Pedagogy, Content Knowledge) para con esto mejorar y resolver las falencias y necesidades formativas de los docentes en sus prácticas pedagógicas, especialmente en las competencias de contenidos curriculares, pedagogía y tecnología, los cuales proporcionen el aprendizaje significativo de los estudiantes sin dejar de lado la conexión implícita de la realidad.

La metodología implementada en la investigación es la DBR o investigación basada en el diseño (por su sigla en inglés) desarrollada en cuatro fases: (a) análisis documental para la identificación de problemas, (b) desarrollo del prototipo que dé solución a los problemas planteados, (c) realización de pruebas para la mejora del prototipo, (d) implementación de la solución definitiva. Cabe destacar que los resultados de la investigación fueron satisfactorios respecto a los docentes que participaron de la formación y de las unidades didácticas desarrolladas por los mismos asistentes, de lo cual y como subproducto resultado de la investigación, evaluados mediante un *checklist* para determinar la pertinencia de las unidades didácticas en distintos parámetros; así como también, la percepción de los docentes acerca de la formación implantada en experiencias gamificadas para STEM, para lo cual se aplicaron instrumentos como entrevistas estructuradas, grupo de discusión y reflexión metacognitiva.

Un estudio reciente y con gran impacto actual a causa de lo vivenciado mundialmente por la pandemia asociada al COVID-19, respecto al uso de los dispositivos móviles y la educación mediada por estos dispositivos, la educación flexible y las tecnologías emergentes, es la tesis doctoral realizada por Mojarro en 2019, titulada *Mobile learning en la educación superior: una alternativa educativa en entornos interactivos de aprendizaje*, la cual sin proponérselo, apertura el camino de lo que en principio fuera solo un ideal a lo que hoy es una realidad mundial y es el *mobile learning* o educación por medio de los dispositivos móviles. Empleando como sustento teórico la teoría unificada de aceptación y

uso de la tecnología, para analizar la intención de uso de los dispositivos móviles como parte de las acciones formativas innovadoras y las percepciones de los estudiantes acerca del uso de los dispositivos móviles durante su aprendizaje en la Universidad de Huelva. Mediante este estudio con diseño no experimental basado en la triangulación múltiple desde un enfoque cuantitativo, indagar y analizar la aceptación de estos dispositivos como estrategia de *mobile learning* mediante un modelo de aceptación tecnológica basado en la UTAUT, al establecer las variables o factores que inciden en los estudiantes a decantarse por la utilización de los celulares y tabletas como herramientas tecnológicas en el desarrollo de sus estudios académicos, en lo que como resultado de la investigación, se pudo constatar que los estudiantes emplean estos dispositivos como forma de ahorrar tiempo respecto a otras formas de consulta de información, más que solo por mejorar calificaciones académicas, y es lógica esta aseveración, ya que estos dispositivos móviles cada día se afianzan más como una extensión nuestra existencia que nos permite tener el conocimiento de la humanidad en la palma de la mano o de una frase como «OK, Google» o «Hey, Siri» y en un futuro no muy lejano, a la distancia de un pensamiento por medios de implantes bonicos como los desarrollados por Neuralink del empresario Elon Musk.

Fundamentación Epistemológica y Ontológica

Este proyecto busca, a partir de la experiencia del docente del nivel de la educación media, integrar contenidos de distintas asignaturas para, apoyados en la educación STEAM, dilucidar las bondades de la educación integrada y holística. Partiendo del axioma “el todo es más que la suma de sus partes” argumento holístico que se le atribuye a Aristóteles en su libro *Metafísica* (no de manera explícita), el cual fue fundamentado en que un objeto de estudio no puede ser comprendido en su totalidad analizando sus componentes de manera individual o como dijo Aristóteles en el libro antes mencionado: “Puesto que la definición es un enunciado, y todo enunciado tiene partes, y en la misma relación del enunciado con su objeto está también la parte del enunciado con la parte del objeto”(1030b20). Hurtado (2010) también relaciona la holística con la cosmovisión de la siguiente manera:

... puesto que la tendencia es a conformar totalidades abstractivas llamadas cosmovisiones, que una vez instituidas pueden propiciar saltos importantes para la humanidad, sintagmas históricos, no con criterios absolutos sino como recursos del pensamiento y de la abstracción, capaces de preparar para otros procesos históricos. (p. 57).

En el marco de los aconteceres actuales respecto al COVID-19, que no son ajenos a la realidad educativa misma, por tal, que son parte de sí, en relación consigo misma y con el mundo. En cuanto, ontología en el sentido etimológico, se tiene que *ontos* proviene del griego *ser*, y *logos* corresponde a *tratados*, definiéndose como el conocimiento del ser, del ente. En cuanto Smith (2007) indica que «la ontología busca dar una clasificación definitiva y exhaustiva de las entidades en todas las esferas del ser.» La realidad social, en cuanto para Berger y Luckmann (1968/2003) «Si vamos a describir la realidad del sentido común, tendremos que referirnos a estas interpretaciones, así como también tendremos que tomar en cuenta su carácter de presupuesto; pero lo hacemos colocándolo entre paréntesis fenomenológicos»

En cuanto a epistemología, del griego *episteme*, el cual significa *conocimiento o ciencia*, Ugas (2005) lo define como:

La epistemología, al igual que la lógica, descansa en un análisis de carácter científico, porque la naturaleza misma de los problemas que presenta conlleva una estrecha coordinación de las investigaciones lógicas, psicológicas y metodológicas, que son, hoy por hoy, independientes de la filosofía general. (p. 12).

El *divide y vencerás* que tan famoso se ha hecho es propiciar divisiones, nociones fragmentarias, que terminan con consecuencias más perjudiciales que benéficas en el campo de la educación al igual que en lo social. El divisionismo, dicotomías entre bandos opuestos o supuestamente opuestos, provocan en la sociedad brechas por las que algunos pocos sacan provecho y que terminan afectando a la mayoría. La invitación a asumir una mirada holística reside en la importancia de una actitud integradora, tiene que ver con el respeto hacia el otro, que mediante un análisis crítico comprender y discernir sobre distintas filosofías y formas de pensar, y que estas discrepancias sean aprovechables como una manera de complementarnos, converger nuestras diferencias para mejorar como sociedad.

La realidad actual de la ciencia está caracterizada por la especificidad y especialización de los diversos campos del conocimiento y a medida que se logra conocer una rama de la

ciencia esta se deriva en otras mucho más específicas, de tal modo que, en cierto punto se encapsulan en su propio universo, sacrificando incluso la cosmovisión general de la ciencia, como también la posibilidad de aunar conocimientos y técnicas a fin de la consecución de objetivos comunes (Von Bertalanffy, 1968, p. 30). Las instituciones educativas no están eximes de esto, las cuales manejan las asignaturas de manera totalmente independiente, cada una tira por su lado. Tomando en consideración la segunda ley de Newton, al tener vectores de fuerza en diferentes direcciones y sentidos, estas terminarán anulándose unas a otras, impidiendo un aprovechamiento sustancial y beneficioso de estas fuerzas, y por ende no se logra la obtención del principal objetivo de la educación escolar: el desarrollo integral de la persona.

El desarrollo y evolución de la ciencia ha demostrado que no existe una última palabra para todo y que con cada avance científico ciertas creencias quedan obsoletas o sin vigencia. Tal como se creía con la física mecánica newtoniana la cual se pensaba regía de igual forma en todo el universo, pero con los planteamientos de Einstein y su teoría de la relatividad todo cambió, pero no para dilapidar todo lo hecho por Newton sino para mejorarlo. Como diría Hurtado «En este devenir, el conocimiento anterior no queda desactualizado o desechado completamente, sino que se integra dentro de una nueva comprensión, pues ha sido la tarea evolutiva necesaria para alcanzar el nuevo aprendizaje» (p. 74. ob. cit.). Lo cual también plantea que este devenir evolutivo del conocimiento es como una espiral metafórica que de manera holística integra nuevos planteamientos y conocimientos, a conceptos y teorías anteriores de manera dinámica y fluida, por tal las concepciones y percepciones de un momento social e histórico de un individuo no son definiciones absolutas y exactas de una realidad sino solo interpretaciones subjetivas de ese momento, susceptibles a nuevas interpretaciones.

La casa de niños de María Montessori es un gran ejemplo de cómo el aprendizaje natural experimental holístico e integral es el método por excelencia para los niños, que los mantiene motivados y prestos a resolver situaciones cotidianas que los prepara para la vida, puesto que la educación no es sólo la escucha e instrucción del docente, sino un proceso natural espontaneo adquirido mediante experiencias (Montessori, 1914). Por tanto, evitar lo que María Montessori (1986) menciona en el libro *La mente absorbente del niño*: «el mundo de la educación sea una especie de isla donde los individuos, separados del mundo,

se preparen para la vida permaneciendo extranjeros de la misma». Esta imposición presente en la actividad docente tradicional y las directrices de los gobiernos, sofoca el aprendizaje creando un estado de desconcierto en los estudiantes, provocando apatía a la escuela y al aprendizaje, en el que se les impone modelos, materias y métodos adultos a quienes están en pleno desarrollo de sus facultades (Dewey, 1938/2010). Y entre sollozos, Piggy se lamenta mencionando las siguientes palabras: «Hemos hecho las cosas como las hubieran hecho los adultos, ¿por qué no nos ha dado resultados?» (Allen y Hook, 1990). Con esta referencia a la película *El señor de las moscas*, basada en el libro del mismo título de William Golding, refleja cómo los niños y jóvenes al tratar de imitar el actuar de los adultos, crean un nudo lleno de confusiones y errores que pueden desembocar en problemas muchos mayores.

En el sentido de interpretación de la literatura consultada, se tiene a consideración la importancia de la hermenéutica como interpretación y comprensión de las investigaciones, libros, artículos y demás material que ha servido de sustento epistemológico, para lo cual Gadamer (1991) indica lo siguiente:

Comprender e interpretar textos no es sólo una instancia científica, sino que pertenece con toda evidencia a la experiencia humana del mundo. En su origen el problema hermenéutico no es en modo alguno un problema metódico. No se interesa por un método de la comprensión que permita someter los textos, igual que cualquier otro objeto de la experiencia, al conocimiento científico. Ni siquiera se ocupa básicamente de constituir un conocimiento seguro y acorde con el ideal metódico de la ciencia. Y sin embargo trata de ciencia, y trata también de verdad. Cuando se comprende la tradición no sólo se comprenden textos, sino que se adquieren perspectivas y se conocen verdades. (p. 8).

Como tal, la hermenéutica se trata de explicar enunciados con otros enunciados necesarios para ayudar en la comprensión e interpretación, con un carácter finito, el conocimiento relacionado con el objeto de estudio de esta investigación. De esta comprensión e interpretación se aborda esta investigación con tres categorías iniciales, las cuales están vinculadas a los propósitos que dan solución a la problemática planteada, los cuales se pueden observar en el siguiente cuadro.

Cuadro 1
Categorías iniciales

Propósitos	Categorías
Indagar acerca de las dificultades epistemológicas, metodológicas, estructurales y curriculares para la implementación de la educación STEAM en el nivel de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón Jesús de Aguachica.	Gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular
Develar la realidad en la enseñanza de las matemáticas, ciencias, tecnología y arte en el nivel de educación media mediante la educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular asociada a esta.	Gestión de estrategias en la enseñanza
Construir fundamentos teóricos sobre la enseñanza de las matemáticas, ciencias, tecnología y arte a partir de los testimonios de los docentes que hacen uso de la educación STEAM para una enseñanza transdisciplinaria.	Gestión de apropiación e integración

Fundamentación Sociológica

La sociología como ciencia que se encarga del análisis científico de la sociedad y la interacción entre personas, enmarcado en un contexto histórico y cultural, en el que identifica a la sociedad como su objeto específico de estudio. (Morín, 1995). En tanto «si queremos entender la realidad de la vida cotidiana, debemos tener en cuenta su carácter intrínseco antes de proceder al análisis sociológico propiamente dicho.» (Berger y Luckmann, 1968/2003). El cual para Habermas (1981/1999) «la sociología ha sido la única ciencia social que ha mantenido su relación con los problemas de la sociedad global.»

Teoría Constructivista

Como teoría cognitiva del aprendizaje se tiene que el constructivismo como base orientador de las metodologías de enseñanza y aprendizaje, sin excluir el carácter sociológico respecto al constructivismo como construcción social del conocimiento, posibilita una evolución paulatina del conocimiento a través de sus sensaciones, experiencias y las relaciones sociales, contextuales y culturales.

La idea generalizada respecto a que las personas construyen su propio conocimiento mediante la experiencia y los saberes previos, es cada vez más común en el ámbito educativo. No existe una única teoría constructivista, ya que depende de la perspectiva o concepción de cada uno de los autores que le dieron forma, como el constructivismo personal descrito por Piaget o el constructivismo social postulado por Vygotski.

Respecto a la epistemología genética desarrollada por Piaget, basado en la idea de que la estructura cognitiva tiene su génesis en estructuras anteriores mediante procesos de transformación constructivista, en el que estructuras simples del conocimiento son incorporadas en otras de orden superior (Piaget, 1978; Rosas y Sebastián, 2008). Aunado a esto, Piaget (1975) comenta lo siguiente:

...el carácter originalmente activo de la inteligencia no habla en favor del empirismo de la experiencia anterior; ello se debe tanto al carácter endógeno de las maduraciones neurológicas, que hacen posible la superposición de los diferentes niveles de actividad, como al carácter asimilatorio de todo esquema de acciones (incluso si se lo adquiere por diferenciación de las conductas en función de las nuevas situaciones experimentales). (p. 240)

Respecto a los esquemas recorridos por Piaget (citado en De Zubiría, 2001), se tiene que son construcciones mentales o representaciones de situaciones concretas que permiten relacionar situaciones similares con experiencias previas y así permitirse la construcción de nuevos esquemas más complejos, el cual se produce por adaptación mediante los procesos de equilibración compuesto por dos procesos fundamentales (Piaget, 1975, p. 8): (a) «*Asimilación* o incorporación de un elemento exterior en un esquema sensorio-motor o conceptual del sujeto.» El cual permite incorporar la información por medio de los esquemas o estructuras conceptuales. (b) *Acomodación* «necesidad en que se encuentra la asimilación de tener en cuenta las particularidades propias de los elementos que hay que asimilar.» En el que se ajustan los esquemas a las particularidades de la información que es

asimilado por el sujeto. Respecto a los esquemas, Piaget (citado en Rosas y Sebastián, 2008) «no son moldes rígidos en los cuales el sujeto encaja la realidad, sino que pueden analogarse a entramados relativamente flexibles que varían para ajustarse a contenidos diversos.»

Para Vygotski (1978) la concepción del aprendizaje como un proceso de internalización consiste en una serie de transformaciones que incluyen el carácter social y cultural: (a) *una operación que al principio representa una actividad externa se reconstruye y comienza a suceder internamente*: es de vital importancia para el desarrollo de los procesos mentales superiores la transformación de las actividades en el desarrollo de la inteligencia práctica; (b) *un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal*: todo desarrollo cultural cognitivo, se gesta, primero entre personas (interpsicológica) y luego interiormente (intrapsicológica), en el que todas las funciones superiores se originan de las relaciones sociales. (c) *transformaciones de procesos interpersonales en procesos intrapersonales son el resultado de una prologada serie de sucesos evolutivos* (p. 93-94). Por ende, según Vygotski, el entorno social y cultural son de vital importancia en la construcción del conocimiento, pensamientos, costumbres e idiosincrasia de cada persona perteneciente a determinado contexto y en conjunción a eso, la reconstrucción intrapersonal de la experiencia y la preparación personal.

De igual manera, Vygotski (1978) deja entrever claramente sus diferencias con los modelos botánicos del desarrollo cognitivo, aún establecido en la educación actual, ya que siempre se toma como referencia la edad de los niños para adecuarlos en sus respectivos niveles educativos, así como también las denominaciones de pre jardín y jardín en las primeras etapas de escolarización, en el que no toman muy en cuenta «las formas más complejas y singulares de la conducta humana». Respecto a la génesis y percepción de funciones psicológicas nuevas, Vygotski (ob. cit.) establece dos líneas complementarias de desarrollo. La primera, denominada, memoria *natural*, que está influenciada por los estímulos sensibles del mundo, percepciones y recuerdos propios. La segunda línea de desarrollo es la artificial o de *signos*, que es del tipo instrumental, implicando el uso de estímulos artificiales y el desarrollo de procesos psicológicos superiores culturalmente establecidos. (p. 69-70).

Fundamentación Teórica

Los referentes teóricos son vitales para el desarrollo de toda investigación, los cuales sustentan el devenir investigativo compuestos de premisas que permiten una aproximación al análisis e interpretación en lo que respecta a la educación STEAM y el cómo mediante una visión holística es asumida por los docentes a cargo de impartirla. Así como también, es importante realizar una revisión teórica de lo que es el pragmatismo como filosofía, las metodologías activas de aprendizaje, el aprendizaje basado en proyectos, la transdisciplinariedad curricular y la transposición didáctica.

Educación STEM y STEAM

La educación STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) tiene su origen en los Estados Unidos en la denominada era de oro de la ciencia o llamado también la era Sputnik, a razón del primer satélite puesto en órbita en la historia de la humanidad por la Unión Soviética el 4 de octubre de 1957. Como réplica el presidente Dwight D. Eisenhower impulsó el enfoque de las ciencias en la educación para no quedar al margen en este aspecto, para lo cual se propuso la creación de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, NASA entre otras políticas públicas. Lo mismo realizó John F. Kennedy promoviendo la innovación en las áreas STEM y lograr ganarles el pulso a los soviéticos al poner al primer hombre en la luna (Marick, 2016).

Seguido a esto, se crearon proyectos y programas de inversión como el Proyecto 2061 o *Benchmarks for Sciences literacy* en el época de los 90's, en el que se le sugiere a los docentes lo requerimientos mínimos de conocimientos en áreas STEM que debe saber los estudiantes desarrollando herramientas conceptuales que benefician el aprendizaje en estas áreas (Project2061.org). En 2001 la National Science Foundation (NSF) acuñó el término SMET para referirse a los campos profesionales relacionados con estas áreas, sin embargo, ese mismo año la misma NSF reacomodó las letras para formar el acrónimo STEM, lo cual es un acierto fonético e incluso tiene significado, aunque no muy relevante o relacionado con el tema (stem = tallo, vástago) (Hallinen, 2015).

Diversas leyes estatales y federales han impulsado la educación STEM en los Estados Unidos desde el año 2000, como la reautorización de la Ley Carl D. Perkins en el 2006,

firmada por el congreso, para fortalecer la educación técnica vocacional y mejorar las conexiones entre la educación secundaria y postsecundaria (Public Law 109–270 109th Congress). En 2009 el Presidente Barack Obama lanzó la campaña “Educar para Innovar” como un esfuerzo de más de USD \$250 Millones en alianza público privada que ayudarían a capacitar a más de 100 000 docentes de matemáticas y ciencias y preparar 10 000 nuevos docentes más con el fin de motivar e inspirar a los estudiantes a que logren la excelencia en las áreas STEM (The White House, 2009), incluso la NASA se sumó a esta iniciativa con programas de verano para innovación dirigido a docentes y estudiantes con el fin de mejorar el rendimiento en STEM en los estudiantes y motivarlos a continuar sus estudios en carreras STEM (NASA, 2010).

La educación STEM tuvo tanta relevancia que no tardó en cruzar fronteras y llegar hasta Europa. En 2010 el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional, CEDEFOP, realizó una previsión acerca de los cambios de oferta y demanda de competencias para el 2020, el cual comparando la demanda por tipo de empleo para los años 2000, 2010 y 2020, se ve un aumento secuencial en la necesidad de profesionales en áreas STEM y un decaimiento en la demanda de profesionales administrativos y algunos más como artesanos, por tanto las políticas educativas en la Unión Europea tuvieron la necesidad de replantear los intereses para adaptarse anticipadamente a las demandas de este tipo de profesional (CEDEFOP, 2010).

En Alemania se lanzó la estrategia High-Tech por parte del Ministerio Federal de Educación e Investigación en el 2006, el cual se ratificó en 2010 y expandió hasta el 2020, con el objetivo de satisfacer una necesidad creciente de profesionales en áreas STEM como también motivar a más mujeres para explotar su potencial y satisfacer la necesidad de profesionales mejor preparados. En el Reino Unido se creó el programa STEM en 2004, con el objetivo de mejorar las competencias STEM en los estudiantes para proporcionar, a futuro, profesionales mejor preparados requeridos en el mercado laboral y con esto mantener la competitividad del Reino Unido y posicionarlos como líderes mundiales en investigación y desarrollo científico (EACEA P9 Eurydice, 2011).

En España, se creó el Ministerio de Ciencia e Innovación con el fin de promover la ciencia como prioridad nacional y con la creación de la Fundación Española para la ciencia y la tecnología por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación para fomentar la

integración social del conocimiento científico y tecnológico, acercando a la comunidad a las ciencias, la tecnología y la innovación. En el país ibérico la oferta laboral exige profesionales STEM en contraste del porcentaje incipiente de estudiantes en esta rama, creando un déficit de personal capacitado y aunque el gobierno español denote la necesidad de aumentar el número de profesionales STEM para suplir las necesidades que exigen la globalización en términos tecnológicos, la mayor parte de estas iniciativas quedan sólo en discursos, en sólo palabras y no en hechos (Iglesias, A., 2017). Pero mientras en España, que sigue los ejemplos de los gobiernos latinos con baja inversión políticas públicas para aumentar la cantidad de profesionales STEM, países como Corea del Sur se convierten en referentes mundiales.

En Corea del Sur la educación de calidad es una prioridad, se demuestra en los resultados obtenidos en las pruebas internacionales. Por ejemplo, en los más recientes resultados PISA (2016) en la que ocupó el séptimo puesto en matemáticas y el onceavo en ciencias, manteniéndose siempre entre los primeros lugares del listado. El ministerio de educación de Corea del Sur desde el 2011 ha hecho esfuerzos para fomentar con éxito la implementación de la educación STEAM (STEM+Arte) en la educación primaria y secundaria, no sólo para mejorar las competencias en ciencias y matemáticas, sino para incentivar en los estudiantes amor por estas áreas fundamentales, aumentando la creatividad y la convergencia e integración de los contenidos educativos. No sólo los estudiantes se benefician de este tipo de metodología, sino que los mismos profesores quienes la implementan se sienten más motivados y ven de manera positiva la adopción de la educación STEAM por parte del gobierno de Corea como política educativa (Park, Byun, Sim, Han y Baek, 2016).

En Colombia se formuló en 2009 la Ley 1286 de CTI (Ciencia, Tecnología e Innovación), con el que se resaltó la importancia de la innovación en la competitividad, mejorar las capacidades del recurso humano en innovación, ciencia, tecnología e investigación propuesto por Colciencias, de igual manera, en el CONPES 3582 de 27 de abril de 2009, se planteaban estrategias para marcar un cambio en el desarrollo económico y social del país aumentando la inversión en ciencia, tecnología e innovación hasta en un 2% del PIB para el año 2019 (cosa que nunca sucedió, ya que para este 2018 la inversión en CTI alcanza sólo el 0,67% del PIB) (Consejo nacional de política económica y social, 2009;

El Tiempo, 2018). En Colombia, las políticas públicas en materia de ciencia, tecnología e innovación no han sido el principal tema en la agenda de los mandatarios de turno, pese a que en el discurso aparezca como pilar fundamental para construir un país de mayor prosperidad, por tanto, marchas y protestas han sido constantes en los últimos años en pro de mejorar la inversión en el sector.

Actualmente en Colombia, no existen muchas políticas educativas que enmarque a la educación STEM, salvo un somero intento de capacitaciones virtuales sin ningún tipo de inversión en infraestructura, materiales o herramientas, pero sí existen algunos casos de políticas regionales de algunos municipios que por iniciativa propia han incursionado en la educación STEM y las han aplicado de manera paulatina, como es el caso de Medellín. En esta ciudad se ha aplicado el enfoque STEM+H aumentando el interés de los estudiantes por las ciencias y las matemáticas, transformando los entornos educativos en que los conceptos académicos se aprenden de manera contextualizada mediante el trabajo colaborativo (Alcaldía de Medellín, 2018). Gracias a estas iniciativas, otros municipios se han visto interesados en adoptar este tipo de metodologías como es el caso de la ciudad de Montería en el departamento del Córdoba, el cual busca la integración de la metodología STEM al currículo educativo de las instituciones de la ciudad, fomentando la innovación, la apropiación de las nuevas tecnología y robótica educativa bajo el enfoque del aprendizaje basado en proyectos (Alcaldía de Montería, 2018).

Para que la educación STEAM tenga una verdadera connotación y relevancia en la educación debe ir más allá de un simple acrónimo y determinar su importancia en las políticas, los programas y las prácticas educativas (Bybee, 2010). La educación STEAM se está convirtiendo en una tendencia en varias naciones, la importancia de personal capacitado en estas áreas se vuelven una necesidad para explotar el potencial tecnológico y la innovación, para de esta forma no quedar rezagados respecto al resto del mundo.

Marco STEAM de Georgette Yakman

Mediante una investigación culminada en 2008, desarrolló el modelo educativo STEAM, toma como punto de partida que tradicionalmente se desarrollan las áreas como matemáticas, ciencias, tecnología y arte de manera independiente y aisladas como silos en

la agricultura, sin ningún tipo de conexión, ni transversalidad, apartándose de lo vivenciado en el mundo real. Estas áreas del conocimiento pueden estructurarse mediante un plan curricular integrado mediante una reflexión de cómo interconectar estos campos de estudio con el contexto y de cómo estas conexiones trascienden hasta el campo laboral.

Yakman realiza una interpretación de cómo se conectan cada una de las partes que componen la educación STEAM, en que la ciencia y la tecnología, interpretada a través de la ingeniería y el arte, todo basado en el lenguaje de las matemáticas, y es que las matemáticas contienen todo el lenguaje fundamental necesario para interconectar los conceptos y la comprensión en la educación (2008, p. 347).

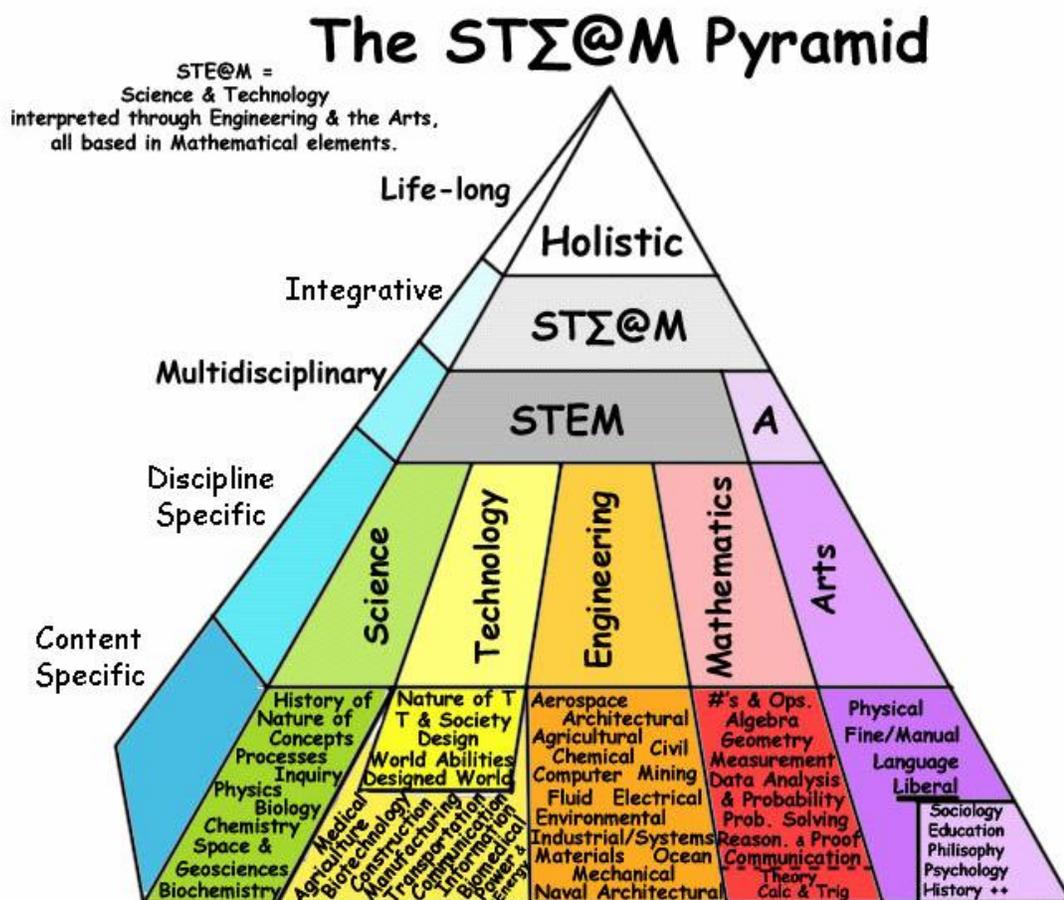


Gráfico 2. Pirámide STEAM de Yakman. Tomado de «STEAM education: an overview of creating a model of integrative education» por G. Yakman, 2008. P. 347.

En el gráfico 2 se puede apreciar la pirámide STEAM desarrollada por Yakman, la parte superior de la pirámide corresponde al nivel universal, correlacionado con el concepto

de la teoría holística, en el que el contexto de cada persona influye de tal forma que le permite estar en constante aprendizaje y adaptación. Los resultados de estas influencias determinan lo que las personas hacen con lo que obtienen de su experiencia y comprenden de ella. Este nivel de la pirámide lo denominó *educación para toda la vida*.

En el segundo nivel de la pirámide, Yakman, ubica el *nivel integrado*, en el que los estudiantes logran un amplio alcance de todas las áreas y una visión básica de cómo interaccionarlos con la realidad. En el tercer nivel, *nivel multidisciplinario*, un alcance de las áreas elegidas específicamente para su aplicación. En el cuarto nivel, *nivel de disciplina específica*, es donde se presentan las áreas de manera individual, en que los estudiantes se decantan según sus capacidades e intereses. En el quinto nivel, denominado *nivel de contenido específico*, contiene las áreas estudiadas en detalle. Aquí es donde el desarrollo profesional ocurre y los estudiantes profundizan en las áreas de su elección o preferencia basadas en sus habilidades (p. 348-349).

Las Disciplinas STEAM

Ciencia (Science). La alfabetización científica, más allá de hacer posible el conocimiento científico en las personas, proyecta la adquisición de destrezas y habilidades que conlleven a actuar en el desarrollo de la misma; lo cual, la alfabetización científica puede ser una herramienta útil que permite transformación y cambios en la sociedad. (Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad, Aguilar, 2002). Para una alfabetización científica es imperativo un acercamiento real hacia la ciencia, como por ejemplo la reciente difusión televisiva mundial del lanzamiento hacia el espacio del Crew Dragon de SpaceX; misiones históricas de este tipo generan un mayor entusiasmo en los estudiantes por aprender ciencias, lo que conlleva a la formación de ciudadanos científicamente más cultos (Marco-Stiefel, 2002).

Siendo la escuela la base de la alfabetización científica, en el 2000, la ASA, Asociación para la Enseñanza de la Ciencia británica (citado en Marco-Stiefel, 2002), realiza las siguientes recomendaciones: (a) motivar un creciente entusiasmo de los niños y jóvenes por la ciencia de modo que les impulse a seguir aprendiendo a lo largo de su vida adulta; (b) enseñarles la relevancia de ciencia en una sociedad tecnológica e innovadora; (c)

incentivarlos a la promoción científica ante sus padres, amigos y comunidad en general mediante actividades como ferias científicas abiertas a todo público; (d) crear vínculos entre las escuelas y docentes de ciencias con las industrias e instituciones científicas.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2004), la formación integral en ciencias corresponde a la formación de ciudadanos capaces de razonar, debatir, discernir, producir y desarrollar al máximo su potencial creativo e innovador. Planteando la responsabilidad y el compromiso de promover una educación crítica, ética, armoniosa con el medio ambiente; que contribuya a la creación de puentes entre comunidades con solidaridad y sentido de pertenencia. Con esto se busca que los estudiantes, durante su vida escolar, desarrollen las siguientes habilidades científicas: (a) explorar hechos y fenómenos; (b) analizar problemas; (c) observar, recopilar y organizar datos; (d) emplear tratamiento y análisis de información; (e) evaluar métodos; (f) compartir los resultados.

Tecnología (Technology). La educación en tecnología en Colombia es relativamente nueva, y desde entonces ha ocupado un lugar importante en los proyectos educativos institucionales. La educación en tecnología genera las bases fundamentales para la reflexión en relación a artefactos, procesos y sistemas, diseñados, producidos y empleados por las personas, así como también, el impacto que éstos generan en la sociedad y el medio ambiente. La alfabetización en tecnología pretende que los individuos posean las capacidades y habilidades necesarias para enfrentarse a un mundo dinámico y cambiante por medio del desarrollo de actitudes científicas y tecnológicas. Esta alfabetización se expresa a las ciencias y las matemáticas, por tanto, que los avances científicos son avances tecnológicos (MEN, 2013).

Mario Bunge (2012) expresa que no es posible el trabajo tecnológico sin las investigaciones y estudios del trabajo científico, como también expresa la importancia de una buena educación tecnológica, para no caer en estados de *oscurantismo tecnológico* o de *tecnofilia acrítica*, puesto como infiere el autor: «... la técnica, bien utilizada, ayuda a resolver problemas, en tanto la ignorancia técnica solo los empeora.» (p. 27)

Ingeniería (Engineering). La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (citado en Yakman, 2009), respecto a la ingeniería la define «... como el uso de la

creatividad y la lógica, basada en las matemáticas y la ciencia, utilizando la tecnología como agente de enlace para crear contribuciones al mundo.» (p. 350). Lo cual mientras la ciencia y la tecnología avanzan se van generando nuevas líneas de estudio en el campo de la ingeniería.

Pese a que la ingeniería no se encuentra en el currículo del sistema educativo colombiano, la ingeniería tiene una estrecha relación con las ciencias, la tecnología y las matemáticas, la cual, establece un vínculo elemental con estas disciplinas, ya que cuando los estudiantes realizan diseños y prototipos, soportados con bases teóricas, científicas, matemáticas y tecnológicas, en esencia, realizan el trabajo de un ingeniero (Yakman, 2009).

Matemáticas (Mathematics). Todo individuo, por exigencias de la sociedad actual, debe poseer una cultura matemática fundamental, que le permita tener una vida productiva, ya que, entre otras cualidades, las matemáticas dotan a las personas de herramientas que le permiten tomar decisiones racionales y responsables, soportados por datos concretos. Las matemáticas es uno de los pilares en que se ha soportado la ciencia moderna y el desarrollo tecnológico, y sus aplicaciones están en todos los campos del conocimiento, la cual la hacen indispensable para todo tipo de persona (MEN, 2014).

Como propósitos generales del currículo para la enseñanza de las matemáticas propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (2006), se deben cumplir para ser matemáticamente competente: (a) formular, plantear, transformar y resolver problemas a partir de situaciones de la vida cotidiana, de las otras ciencias y de las matemáticas mismas. Ello requiere analizar la situación; identificar lo relevante en ella; establecer relaciones entre sus componentes y con situaciones semejantes; formarse modelos mentales de ella y representarlos externamente en distintos registros; formular distintos problemas, posibles preguntas y posibles respuestas que surjan a partir de ella. Este proceso general requiere del uso flexible de conceptos, procedimientos y diversos lenguajes para expresar las ideas matemáticas pertinentes y para formular, reformular, tratar y resolver los problemas asociados a dicha situación. Estas actividades también integran el razonamiento, en tanto exigen formular argumentos que justifiquen los análisis y procedimientos realizados y la validez de las soluciones propuestas; (b) utilizar diferentes registros de representación o sistemas de notación simbólica para crear, expresar y representar ideas matemáticas; para

utilizar y transformar dichas representaciones y, con ellas, formular y sustentar puntos de vista. Es decir, dominar con fluidez distintos recursos y registros del lenguaje cotidiano y de los distintos lenguajes matemáticos; (c) usar la argumentación, la prueba y la refutación, el ejemplo y el contraejemplo, como medios de validar y rechazar conjeturas, y avanzar en el camino hacia la demostración; (e) dominar procedimientos y algoritmos matemáticos y conocer cómo, cuándo y por qué usarlos de manera flexible y eficaz. Así se vincula la habilidad procedimental con la comprensión conceptual que fundamenta esos procedimientos.

Arte (Art). Una definición planteada en los lineamientos curriculares de educación artística por el Ministerio de Educación de Colombia (2000) es el siguiente:

La Educación Artística es un área del conocimiento que estudia la sensibilidad mediante la experiencia (experiencia sensible) de interacción transformadora y comprensiva del mundo, en la cual se contempla y se valora la calidad de la vida, cuya razón de ser es eminentemente social y cultural, que posibilita el juego en el cual la persona transforma expresivamente, de maneras impredecibles, las relaciones que tiene con los otros y las representa significando la experiencia misma (p. 25).

De igual manera, el Ministerio de Educación en conjunto con el Ministerio de Cultura y la oficina regional para la cultura en América Latina y el Caribe de la UNESCO, en una conferencia regional celebrada en Bogotá en 2005, se definió la finalidad de la educación artística de la siguiente manera:

...expandir las capacidades de apreciación y de creación, de educar el gusto por las artes, y convertir a los educandos en espectadores preparados y activos para recibir y apreciar la vida cultural y artística de su comunidad y completar, junto a sus maestros, la formación que les ofrece el medio escolar (p. 5).

Al desentrañar todos estos campos de las artes, se condujo a una comprensión de cómo se expanden para influir y ser influenciados por las ciencias duras de los campos STEM, lo cual ayuda a enseñar de manera más entretenida y significativa, con conexiones profundamente integradas dentro del ámbito de la educación. Ge, Ifenthaler y Spector (2015), refuerzan los planteamientos de la integración del arte a las disciplinas STEM así:

Quienes apoyan las iniciativas STEAM reconocen una serie de valores percibidos de integrar las Artes en los planes de estudio. En particular, la integración de las Artes promueve no solo el crecimiento cognitivo de los estudiantes, sino también el crecimiento emocional y psicomotor, fortalece su pensamiento crítico y la resolución de problemas, cultiva su creatividad y fomenta la autoexpresión. (p. 385)

Yakman (2009) establece al arte como elemento integrador, ya que no solo comprende a las bellas artes, sino que también, incluye al diseño de prototipos, artes plásticas, artes manuales, artes finas, artes del lenguaje, artes físicas y culturales, artes sociales incluida la educación, sociología, psicología, filosofía, teología y más.

Por Medio de las TIC, Instaurar las TAC, para la Consecución de las TEP

El término TIC, actualmente, es de uso común cuando nos referimos al uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, tal como su acrónimo lo indica. Pero éste, no es de competencia exclusiva para el ámbito educativo, por ejemplo, en Colombia existe el Ministerio TIC, el cual «es la entidad que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.». Es por ello, que para delimitar el uso y aplicación de las tecnologías en el marco educativo y pedagógico, se ha empezado a utilizar el acrónimo TAC, para referirse a las *Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento*, por tanto, las TAC no se limitan al simple uso de las tecnologías de la información, sino que su importancia radica en la generación y administración del conocimiento y su incidencia en el aprendizaje, mediado en la tecnología y la información, brindándole a las TIC un uso instrumental al servicio de la educación. Por medio de esta apropiación de las TIC, las TAC propician espacios de colaboración, participación y construcción de competencias digitales. (Espinosa, Rodríguez y Olvera, 2017; Latorre, Castro y Potes, 2018; Darías, Álvarez y Castillo, 2020).

Partiendo de las TAC, en un nivel de apropiación mayor de las TIC, nacen las TEP, término empleado por Dolors Reig (citado por Espinosa, Rodríguez y Olvera, 2017; Darías, Álvarez y Castillo, 2020) para referirse a las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación, en el que existe una evolución de «una *educación pasiva* hacia lo que

denomina *aprendizaje aumentado*, lo que significa *poner el foco* en el aprendizaje autónomo, y aprovechar la potencia de la web para formar nuevos individuos, conectados en forma permanente a la inteligencia colectiva.» (Espinosa, Rodríguez y Olvera, ob. cit). Las cuales, siendo las TEP el estadio final de una espiral del uso y apropiación de las TIC, «en esta última instancia, el final de un proceso educativo que se proyecta del aula al entorno social y que logra la construcción de un conocimiento colectivo de alto impacto.» (; Latorre, Castro y Potes, ob. cit.).

En cuanto en esta época de pandemia y la posterior etapa de la nueva realidad social y educativa, toma mayor relevancia el uso y apropiación de los recursos tecnológicos, en el que, eventualmente, se centra y concentra casi todo el proceso educativo, adoptando cambios sustanciales al pasar de la presencialidad a la educación a distancia, mediada, principalmente, por la virtualidad mediante el uso de las TIC. Exigiendo un nivel de apropiación mayor por parte de toda la comunidad educativa, en el «que promueva la utilización de las herramientas tecnológicas al servicio del aprendizaje y de la apropiación del conocimiento, lo cual es la consecuencia del uso con sentido de las TIC, TAC y TEP.» (Darias, Álvarez y Castillo, ob. cit.).

Metodologías Activas de Aprendizaje

Iniciemos esta conversación citando a Dewey (1916/1998), que en *Democracia y Educación* señala brevemente que «el aprender significa algo que el individuo hace cuando estudia. Es un asunto activo, personalmente dirigido.» (p. 278). Al hablar de metodologías activas de aprendizaje, se busca precisamente que el estudiante viva un proceso educativo en el que es parte fundamental como agente activo creador de su propio conocimiento y no sólo un receptor pasivo de contenidos. Como fin, las metodologías activas buscan potenciar el aprendizaje de los estudiantes con habilidades y requerimientos que la globalización exigen (Espejo y Sarmiento, 2017).

Respecto al término *Aprendizaje Activo*, no se tienen definiciones precisas o en consenso general en la literatura educativa, pero sí existen ciertas características generales que se relacionan comúnmente con las estrategias que promueven el aprendizaje activo con los estudiantes (Bonwell y Eison, 1991): (a) los estudiantes se involucran en algo más que

escuchar; (b) menor énfasis en la transmisión unilateral de información y más en desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes; (c) los estudiantes participan en el pensamiento de orden superior, como el análisis, pensamiento crítico, síntesis y evaluación; (d) participación de los estudiantes en actividades como lecturas, escrituras o debates; (e) mayor énfasis en la exploración de actitudes, habilidades y valores de los estudiantes. (p. 19). Contrario a esto, existen ciertas dificultades al momento de aplicar metodologías activas de aprendizaje en el aula de clase, Bonwell y Eison (ob. cit.) consideran las siguientes: (a) poderosa influencia de la educación tradicional; (b) inconformidad y ansiedad asociado al cambio; (c) dificultad para abarcar todo el currículo del curso debido a los límites del tiempo disponible; (d) posible aumento de la preparación de las clases; (e) dificultad de emplear el aprendizaje activo en cursos con gran número de estudiantes; (f) falta de materiales, recursos o equipos necesarios (p. 7).

Como todo proceso evolutivo, por llamar así a los cambios que se van produciendo en el contexto educativo, son de manera paulatina, los cuales responden a las solicitudes que la misma sociedad va requiriendo para solventar las necesidades propias que surgen con cada avance en materia tecnológica o social. Aun así, es de considerar que todos los sectores bien establecidos o amañados a viejas prácticas o costumbres sean los más reacios o los menos interesados en aceptar o asumir cualquier tipo de cambio, todo esto respecto a la visión política, social y cultural que se tenga de las políticas públicas educativas y la real apropiación e importancia que se le brinde.

Aprendizaje Basado en Proyectos

Según Sánchez (2013), el aprendizaje basado en proyecto o ABP, es un conjunto de tareas sustentadas en la resolución de preguntas o problemas, en el que se involucra al estudiante en un proceso de investigación que concluye, por lo general, con un producto final el cual es expuesto ante sus pares y demás comunidad educativa. De igual manera, la principal característica del ABP implica que las tareas sean retos intelectuales, fundamentados en la investigación, la lectura, la escritura, el debate y las presentaciones orales; este tipo de metodología es pertinente con la educación STEAM, permitiendo a los estudiantes desarrollar proyectos transdisciplinarios relacionados al contexto y su realidad.

Para Vergara (2015), los 3 ejes en los cuales se debe constituir el ABP son: (a) el aprendizaje como acto intencional debe atender los intereses que generan esa intención; (b) el aprendizaje tiene sentido y valor en la medida que permite conectar con la realidad y crea un compromiso de los estudiantes con esta; (c) lo importante es crear experiencias educativas y no sólo la transmisión de contenidos. Para la efectiva implementación de este método, es necesario redefinir el rol del docente en el proceso de aprendizaje, el cual pasa de ser la única fuente del conocimiento y se convierte en un gestor del aprendizaje de sus estudiantes (ob. cit.).

Según Martí, Heydrich, Rojas y Hernández (2010), desde la perspectiva del docente, el ABP tiene las siguientes ventajas: (a) contenidos, objetivos y metas auténticas y explícitas; (b) emplea la evaluación real; (c) es facilitado por el docente, el cual actúa como guía u orientador; (d) afianza sus raíces del constructivismo; (e) está diseñado para que el profesor también aprenda. De igual forma, también existen grandes ventajas desde el punto de vista del estudiante: (a) es centrado en el estudiante y se promueve la motivación intrínseca; (b) estimula el aprendizaje colaborativo y cooperativo; (c) existe una mejoría continua en el aprendizaje, resultados y productos finales; (d) diseñado para que el estudiante esté comprometido activamente; (e) plantea retos y motivaciones, el cual ayuda al enfoque de habilidades de orden superior.

Aprendizaje Colaborativo

Sin tratar de ahondar en distinciones o diferencias muy fundamentales; en este aparte no se hará diferenciación entre las terminologías de aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo o aprendizaje en equipo, ya que, para efectos prácticos de esta investigación, son más importantes las convergencias de las bondades, beneficios y ventajas, que las divergencias etimológicas, conceptuales, teóricas o funcionales de estos términos.

Respecto al aprendizaje cooperativo, Johnson, Johnson y Holubec (1999) refieren que «...es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás.» (p. 5) contrastando con la competitividad, para evitar así que, en busca de la consagración individual, los estudiantes pasen por encima de sus compañeros, fomentando el egoísmo y las discordias. Barkley,

Cross y Major (2005) consideran tres características esenciales para el aprendizaje colaborativo: (a) diseño intencional y estructurado del aprendizaje y no sólo que se formen grupos para trabajar; (b) fomentar el compromiso activo de todos los participantes para lograr los objetivos propuestos; (c) que tenga una enseñanza significativa, por tanto, el resultado del trabajo colaborativo sea un incremento en el conocimiento, como también en habilidades.

Como en cualquier empresa o proyecto que se requiera realizar, en el aula de clase es posible la implementación del trabajo colaborativo, en el que los requisitos de cualquier curso y cualquier asignatura pueden ser reformulados para adecuarlo al aprendizaje colaborativo, para esto Johnson, Johnson y Holubec (1999), infieren que el docente debe: (a) especificar los objetivos; (b) preparar y estructurar adecuadamente las clases para posibilitar el aprendizaje colaborativo; (c) explicar los objetivos, como también la interdependencia positiva a los estudiantes; (d) supervisar el aprendizaje y brindar apoyo cuando se requiera, para lograr la consecución de los objetivos; (e) evaluar el aprendizaje individual y el desempeño colectivo del grupo. Respecto a la interdependencia positiva, Johnson y Johnson (1999) definen que es «la interacción promotora, en la que las personas estimulan y facilitan los esfuerzos del otro por aprender.» (p. 8).

Aula Invertida o Flipped Classroom y Microaprendizaje o Microlearning

La nueva realidad en épocas de pospandemia puede verse beneficiado por el material de enseñanza creado durante el aislamiento obligatorio a causa del COVID-19 y las clases enteramente virtuales o no presenciales; videos, guías de aprendizaje y pódcast sirven de repositorio para implementar el método de enseñanza de aula invertida o flipped classroom, en el que a groso modo, consiste en que el estudiante asuma un rol activo y por medio del material suministrado por el docente, y en casa se estudie y analice los conceptos teóricos previamente, para luego, en clase, aprovechar el tiempo para resolver dudas, profundizar en los conocimientos, realizar proyectos o prácticas o crear foros de discusión que permita la dinámica en clase y el intercambio de conocimiento entre pares y la reflexión, todo mediado y dirigido por el docente (Berenguer, 2016; Galindo, J. y Badilla, M., 2016; García, D. y Cremades, R., 2019).

Actualmente nos mantenemos informados o entretenidos por medio de pantallas, de los cuales, los jóvenes están frente a ellas la mayor parte del tiempo, viendo videos o fotos en redes sociales; por tal, mediante el flipped classroom, aprovechar la versatilidad que supone el uso de los teléfonos inteligentes para compartir con los estudiantes pequeñas “cápsulas educativas”, que no sean de contenidos muy extensos o no tengan mucha duración y sean de fácil entendimiento los cuales van de la mano con las nuevas tendencias del *aquí y ahora* o de consumo ligero, relacionado con la nueva tendencia del microaprendizaje o microlearning, presente en todo tipo de plataformas virtuales y en redes sociales; método ampliamente empleado en entornos laborales y muy eficaces a la hora de enseñar temas puntuales optimizando el tiempo que se utiliza para el aprendizaje (Trabaldo, M., Mendizábal, V. y González, M., 2017).

Transdisciplinariedad Curricular

Previamente se había mencionado que en las instituciones educativas se abordan las asignaturas correspondientes a la educación STEAM como silos, de forma aislada y sin casi nada que las vincule o relacione entre sí. Esta práctica fragmentada o parcelada de la educación se aparta de las realidades de la vida, que imposibilita a la formación integral del estudiante, la cual debe relacionarse desde un enfoque ético, cultural y social. La transdisciplinariedad concibe al conocimiento y sus conexiones como parte integral de una realidad dinámica que no se estanca en conceptos individuales. Pérez, Alfonso y Curcu (2013) señalan que «es en el proceso de articulación, donde se despliega un modo de producción del conocimiento, se conforma lo transversal y se da apertura a lo epistemológico como crítica que permite la constitución de articulaciones cada vez más inclusivas». Los autores también añaden que la transdisciplinariedad se concibe como un razonamiento teórico en el que los conocimientos son reconstrucciones mentales que son parte de una realidad multidimensional y compleja.

Lo anterior concuerda con las aseveraciones y postulados de Morín (1999, 2002, 2015), que da una crítica al sistema educativo fragmentario y parcelario, como también a la *hiperespecialización* tan perjudicial en etapas educativas tempranas. Este sistema subdivide a los problemas reales y contextualizados, de tal manera que se abordan como supuestos

aislados e imaginarios sin conexión con lo real o coherencia con los problemas globales, reduciéndose a abstracciones que difícilmente pueden entenderse. Morín (2015) manifiesta su preocupación en que esta segmentación afecta, incluso, a nuestro devenir diario señalando que «de esta manera nuestra educación no nos enseña sino muy parcial e insuficientemente a vivir, se aparta de la vida ignorando los problemas permanentes del vivir que acabamos de evocar y recortando el conocimiento en tajadas separadas» (p. 22).

Para llegar a tal grado de conciencia sobre la realidad educativa y la necesidad de reformas que conlleven a mejoras estructurales y positivas, demandantes por el ritmo acelerado del Siglo XXI, primero que todo, toca ser objetivos para de esta forma precisar lo que se tiene y lo que no, realizar una introspección, muy necesaria para saber de dónde partir y trazar una ruta que permita establecer los criterios a reformar. No es sólo cambiar todo porque sí, es adaptarse a las necesidades y exigencias que la globalización imprime, tal como expresó Morín (ob. cit.) «Saber distanciarse, saber objetivarse, saber aceptarse, saber meditar, reflexionar.» (p. 29). ¿Pero cómo? Si el camino que se tome es incierto, es como caminar en total oscuridad por el pasillo de una casa ajena, como navegar sin GPS o brújula en un océano tormentoso en una noche sin fin, sin una total certeza de las exigencias de este muy cambiante siglo, con todos sus avances tecnológicos, retos y cambios en la forma de vivir, ejemplo vívido nos deja lo sucedido recientemente por el virus del COVID-19; apenas y tratamos de responder a los requerimientos que nos plantea la globalización y nos remata con un golpe que nos deja perplejos sin saber qué hacer. Pero como dijo Morín (ob. cit.) «Hay que aprender a navegar en un océano de incertidumbres a través de archipiélagos de certezas» (p. 38).

Morín (ob. cit.) cita a Lichnerowicz, con un párrafo que devela esta problemática:

Nuestra universidad del presente forma a lo largo del mundo una proporción demasiado grande de especialistas de disciplinas predeterminadas y, por lo tanto, artificialmente delimitadas, mientras que gran parte de las actividades sociales, como el propio desarrollo de la ciencia, requiere de hombres capaces a la vez de ampliar el ángulo de visión y de focalizar profundamente los problemas nuevos que transgreden las fronteras históricas de las disciplinas (p. 45).

Es por eso que la educación debe proveer al estudiante de herramientas, habilidades y virtudes, más que de conocimientos, puesto que la realidad actual, provee a las personas con tanta información y datos, que fácilmente agobian el pensamiento, para ello es

necesario tener conciencia del conocimiento, situarlo en el contexto mundial para que no carezca de sentido y armonía. Datos sin contexto y sin conciencia, son armas de doble filo, y según quien las posea y aplique se puede lograr un gran beneficio o una terrible catástrofe. Solo basta con recordar el desarrollo de la bomba nuclear por parte de EEUU y la tragedia que le sucedería al utilizarla sobre las poblaciones de Hiroshima y Nagasaki, en el que un pacifista como Einstein brindó las bases teóricas, y al firmar una carta impulsaría su desarrollo, solo por creer que la Alemania Nazi lo haría primero. Grave error que lo atormentó por siempre.

El constante fraccionamiento en la educación, se convierte en la constante de fraccionamiento de los problemas naturales y globales, se pierde la capacidad de contextualizar la vida con sus múltiples facetas, tal como lo diría Morín (2002): «Una inteligencia incapaz de encarar el contexto y el complejo global se vuelve ciega, inconsciente e irresponsable» (p. 14). De igual manera Nicolescu (2013), asevera en su investigación la importancia de la transdisciplinariedad en la educación actual:

El enfoque transdisciplinar será un complemento indispensable para el enfoque disciplinar, porque significará el surgimiento de seres conectados continuamente, quienes son capaces de adaptarse a las cambiantes exigencias de la vida profesional, y quienes están dotados con una flexibilidad permanente orientada siempre hacia la actualización de las potencialidades interiores. (p. 8)

Por esto y más, es una tarea de la educación y de los educadores organizar sus enseñanzas de manera contextualizada y transversal, salir del cubo en el que nos encontramos para crear conexiones con nuestros compañeros de las demás áreas del saber. No se puede volver el único objetivo de cada docente que el estudiante aprenda cierta información y que apruebe evaluaciones que verifiquen sí para ese preciso momento el estudiante las memorizó o no, sin siquiera verificar si asimiló y relacionó los conocimientos con su contexto y su realidad.

Transposición Didáctica

A medida que se introducen los conceptos científicos, matemáticos e ingenieriles a las aulas de clase mediante la educación STEAM, se encuentran barreras u obstáculos

epistemológicos que impiden, por parte de los estudiantes, una aprehensión eficaz del conocimiento técnico. Por lo cual es importante, según Chevallard (1997), «la transposición didáctica, del saber sabio al saber enseñado», este autor la define así:

Un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces un conjunto de transformaciones adaptativas que van a hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. El trabajo que transforma de un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza, es denominado la transposición didáctica. (p. 45).

Requiriendo de un proceso de descontextualización del saber erudito creado y publicado inicialmente por los autores, delimitando y despersonalizando los saberes, en el que posteriormente, en el aula, los docentes deben transponer este conocimiento, brindándole un nuevo contexto que le permita al estudiante asimilarlo y la aprehensión sea posible. Este proceso de contextualización realiza la transformación de los contenidos en material apto para ser un saber enseñado. (Alfaro y Chavarría, 2012). En tanto, según define Cardelli (2004), «la enseñanza implica el desarrollo de un tipo particular de vínculo con el saber a enseñar; debe transformarlo para que cumpla un papel determinado en el proceso didáctico y luego trabajar con él.»

Aunque inicialmente, la transposición didáctica tuvo lugar para explicar los procedimientos relacionados a la enseñanza de las matemáticas, no significa que no puedan emplearse en cualquier área del saber o incluso a un aprendizaje específico. Por tanto, Chevallard (ob. cit.) indica que «todo proyecto social de enseñanza y de aprendizaje se constituye dialécticamente con la identificación y la designación de contenidos de saberes como contenidos a enseñar». No obstante, en la educación STEAM no es suficiente esta identificación y designación de saberes, también es requisito el cómo se enseña, incluyendo la manera de contextualizar los aprendizajes y su vínculo o relación con otras áreas del saber y con la realidad.

Fundamentación Filosófica

Pragmatismo

El término Pragmatismo puede llegar a presentar cierta ambigüedad o emplearse en diferentes formas o aconteceres, Pérez de Tudela (1988) lo indica de la siguiente forma:

Tanto en el propio uso filosófico de la misma, en efecto, como en su utilización común, puede o parece designar tanto una escuela de pensamiento o una línea de reflexión cuanto, sencillamente, una determinada actitud, una opción reflexiva o vital, una perspectiva sobre el mundo. (p. 19).

Respecto al origen etimológico, establecido por Pierce (1905), pragmatismo proviene del término griego *pragma*, el cual significa *acción*. En tanto que Estévez (2007) establece que el pragmatismo entiende «...que una acción motiva un cambio de la realidad en cuanto mueve cosas físicas que la componen y que más que atender las ideas de las personas sólo importan sus actos, que en definitiva son evaluables científicamente».

El pragmatismo surgió en los Estados Unidos más como método que como filosofía; herencia de la ilustración europea, esta se presenta, no tanto como el planteamiento de problemas, sino en la realización práctica de soluciones. Como filosofía, su importancia radica en los efectos de aplicación práctica en la sociedad y en la educación, esto hace que el pragmatismo ocupe un lugar único en la historia de la filosofía; ya que, por lo general, tomando como referencia el prólogo de Rodríguez, toda doctrina filosófica se mantiene en un plano teórico ajeno a las vicisitudes y afanes de la vida cotidiana (James, 1957). La reconstrucción de la filosofía por parte de los pragmatistas, parte de la presunción de éstos, respecto a la falta de aplicación práctica de la filosofía o de magnificar los signos del razonamiento para tratar problemas simples con formas lógicas complejas (Dewey, 1920/1993); respecto a esta reconstrucción, Dewey (1917) expresa que «la filosofía sólo se recuperará a sí misma cuando deje de ser un dispositivo para tratar los problemas de los filósofos y se convierta en un método, cultivado por los filósofos, para tratar con los problemas de los hombres.»

De igual forma, Dewey, recalca la falta de practicidad como también la presuntuosidad de la filosofía al aplicar definiciones abstractas y argumentos ultra-científicos que terminan por confundir y excluir a la mayoría de las personas de quehacer filosófico (Dewey, 1920/1993); esto lo manifiesta Dewey de la siguiente manera:

Esa actitud, llevada a su extremo peor, ha reducido a la filosofía a una exhibición de terminología complicada, de lógica sutilizadora, de falsa devoción a las formas simplemente externas de la demostración completa y rigurosa. (p. 56)

De esta forma, se entiende que el pragmatismo busca que el filosofar se constituya en un obrar para la sociedad, con efectos prácticos, quizás medibles o verificables, como por supuesto adaptable a las características del contexto histórico y social. De igual manera, en el surgimiento de las *ideas*, las razones epistemológicas provistas por el realismo dictan que las ideas surgen de las percepciones del mundo sensible como presentaciones independientes de la conciencia; por cuanto, los idealistas, que proviene de las representaciones de la conciencia y los ideales. Para el pragmatismo, no es tal la idea en sí, sino, la función práctica a la que pueda servir. William James (1907) en su libro *Pragmatism, a new name for some old ways of thinking*, reseña a Pierce, quien fuera el padre del pragmatismo, de la siguiente forma:

Para obtener una claridad perfecta en nuestros pensamientos sobre un objeto, entonces, necesitamos solo considerar qué efectos concebibles de tipo práctico puede traer consigo el objeto – qué sensaciones podemos esperar de él, y qué reacciones debemos preparar (p. 46-47).

Respecto al tema educativo, Dewey (1938/2010), critica lo estático de la educación, puesto que no se enseña para el futuro, sino que se enseñan e imponen reglas y métodos de enseñar del pasado que no toman muy en cuenta la dinámica cambiante del mundo. Sumado a esto, expresa lo siguiente: «el esquema tradicional es, en esencia, una imposición desde arriba y desde afuera. Impone modelos, materias y métodos adultos a aquellos que sólo se están desarrollando lentamente hacia su madurez.» (ob. cit.). Pero esto no quiere decir que el conocimiento y experiencias del pasado no son importantes para la educación del presente y del futuro, todo lo contrario, son la base en que se deben sustentar. Dewey (ob. cit.) expresa que «podemos rechazar el conocimiento del pasado como un *fin* de la educación y por tanto realzar su importancia sólo como un *medio*.», y es que dejar lo viejo a un lado no conlleva a soluciones inmediatas, pero esto con la intencionalidad de «formar las experiencias de los jóvenes de tal modo que en vez de reproducir los hábitos corrientes se formen mejores hábitos y la sociedad adulta futura sea así un mejoramiento de la suya propia.» (Dewey, 1916/1998).

Según lo planteado anteriormente, no se espera que el valor del conocimiento sea exclusivo en función al uso determinado del mismo, por tanto, Putnam (1992/1999) indica que «el deseo de saber es innato en nuestra especie, y el conocimiento puro y simple es siempre, dentro de ciertos límites y de ciertos ámbitos, un valor final, incluso para aquellos de nosotros menos interesados en el conocimiento.» (p. 106). Por tal existe una democratización del conocimiento y la investigación científica, que apunta a derrumbar dicotomías entre la teoría y la aplicación práctica de la misma, en cuanto Dewey (citado por Putnam, ob. cit.) explica que «la ciencia pura y la ciencia aplicada constituyen actividades interdependientes y están compenetradas entre sí, de la misma forma que los valores instrumentales y los valores finales son, también, interdependientes y compenetrados» (p. 105).

Fundamentación Axiológica

En cuanto a los valores éticos pertinentes de la educación, es importante no sólo enfocar a la enseñanza, basada en la educación STEAM, en términos instrumentales, sino que debe orientarse en el sentido de la persona humana, compuesto por sentimientos y valores éticos, morales y ambientales, que definen su personalidad y los hace únicos. En cuanto a los valores se refiere en el campo de la filosofía, se tiene que la Axiología procede del griego *áxios* el cual significa: valioso o digno, y *lógos*, conocimiento, el cual se ocupa de los juicios de valor, en cuanto Barrio (1997) la reconoce como la:

Distinción entre un lado subjetivo y un lado objetivo del valor. El concepto mismo de valer dice relación directa al lado subjetivo. Significa, de manera inmediata, la relevancia que algo tiene para alguien. Al mismo tiempo, ese aspecto subjetivo remite a una objetividad: ante el sujeto que valora se perfila un algo para él valioso.

En cuanto a los juicios de valor cambiantes en la sociedad, debidos, entre otras cosas, de la transformación social tradicional por una más compleja, multicultural y cosmopolita, que afecta, en consecuencia, la transferencia o transmisión de valores fundamentales propios de cada sociedad o cultura. Por tal, se requiere de valores universales y genéricos que garanticen la democracia y una convivencia pacífica, «tales como la libertad, la

tolerancia, el respeto mutuo, la solidaridad y la participación responsable en las actividades e instancias sociales.» (Parra, J, 2003).

En cuanto a la enseñanza de valores en la escuela, Parra (ob. cit) establece ciertos requisitos básicos para el desarrollo en valores: (a) establecer relaciones congruentes entre valores comunes entre los diversos actores de la realidad educativa, « sólo desde la convergencia en el sistema de valores se pueden desarrollar esquemas consistentes y estables y evitar la confusión y el caos a que se ven abocados nuestros alumnos.»; (b) establecer las condiciones y ambientes adecuados, mediante un clima fraternal, de respeto mutuo y de confianza, que permita el desarrollo autónomo del estudiante; (c) el reconocimiento del docente por la educación fundamentada en valores, que sea consciente de la importancia de éstos, los estime, los sienta y los transmita de la mejor manera; (d) asumir la educación en valores de forma transversal y no relegarlas a un espacio limitado y determinado, sino que deben vivirse diariamente desde todas las dimensiones y disciplinas.

Fundamentación Legal

Marco Legal de la Educación STEAM en Colombia

Las leyes, decretos y normas en que se basan la educación STEAM en Colombia parten desde la Constitución Política de Colombia como máxima ley y de mayor jerarquía, en el que se establecen los derechos y obligaciones de los ciudadanos tal como se indica en la misma constitución en el artículo 4: “La constitución es norma de normas. En todo caso de incompatibilidad entre la Constitución y la ley u otra norma jurídica, se aplicarán las disposiciones constitucionales”. En la misma constitución se establecen las normativas básicas en que se rige la educación, investigación, ciencia e innovación de manera libre e independiente como lo dispuesto en el artículo 27: “El estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra”. Como también lo dispuesto en el artículo 67: “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura”.

El sustento legal del uso tecnológico y científico en las instituciones públicas de educación básica, secundaria y media, no sólo se encuentra en la constitución, también existen leyes como la Ley 1341 de 30 de Julio de 2009 que dispone lo siguiente: “Por la cual se definen los principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones – TIC-...”. En este, en el artículo 2 tiene principios orientadores lo siguiente:

La investigación, el fomento, la promoción y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones son una política de Estado que involucra a todos los sectores y niveles de la administración pública y de la sociedad, para contribuir al desarrollo educativo, cultural, económico, social y político e incrementar la productividad, la competitividad, el respeto a los derechos humanos inherentes y la inclusión social.

Siguiendo la tendencia de las potencias mundiales, el gobierno colombiano sancionó la Ley 1951 de 24 de enero de 2019: “Por el cual crea al ministerio de ciencia, tecnología e innovación, se fortalece el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación y se dictan otras disposiciones”. En el artículo 1 de la dicha ley se decreta lo siguiente:

El objeto de la presente ley, es crear el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de acuerdo a la Constitución y la Ley, para contar con el ente rector de la política de ciencia, tecnología e innovación que genere capacidades, promueva el conocimiento científico y tecnológico, contribuya al desarrollo y crecimiento del país y se anticipe a los retos tecnológicos futuros, siempre buscando el bienestar de los colombianos y consolidar una economía más productiva y competitiva y una sociedad más equitativa.

Se espera que este intento de mejorar las condiciones de ciencia, tecnología e innovación del país sean bien utilizadas y no una simple disposición por crear más puestos burocráticos con el fin de pagar favores políticos y que no se vea reflejado la inversión en estas áreas tan importantes para el desarrollo del país en donde realmente se necesite, como lo son escuelas, universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico, y resulte ser como suele pasar en muchas contrataciones del estado colombiano: escándalos de corrupción.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Paradigma de la Investigación

Respecto a lo que paradigma se refiere, Guba y Lincoln (2000), opinan de la siguiente manera:

...las cuestiones de método son secundarias frente a las de paradigma, que definimos como el sistema básico de creencias o visión del mundo que guía al investigador, ya no sólo al elegir los métodos, sino en formas que son ontológica y epistemológicamente fundamentales. (p. 113).

De igual manera para Guba y Lincoln (ob. cit.), los paradigmas de investigación son hojas de rutas para los cuales los investigadores establecen los límites, definiendo así lo que es competente o no, para una investigación legítima. Para esto se establecen tres cuestiones básicas o fundamentales: (a) la pregunta ontológica, (b) la pregunta epistemológica y (c) la pregunta metodológica.

Visto lo anterior, esta investigación contempla una naturaleza subjetiva del objeto de estudio, por ello se asume el paradigma de investigación interpretativo, el cual según Ricoy (2006) señala:

Se ha dicho que se presentaba como una alternativa a las limitaciones del paradigma positivista en el campo de las Ciencias Sociales y de la Educación, al considerar las diferencias de éstas con relación a las Ciencias Naturales. (p. 16).

Respecto al paradigma interpretativo Pérez (1994) indica que «la conducta social no puede explicarse sino a través de la interpretación que los sujetos hacen de la situación en sus respectivas interacciones», y añadido a esto Ricoy (2006) infiere que «tanto las conclusiones como la discusión que generan las investigaciones que comparten la doctrina del paradigma interpretativo están ligadas fundamentalmente a un escenario educativo concreto contribuyendo también a comprender, conocer y actuar frente a otras situaciones». De igual manera, la autora añade que «el carácter cualitativo que caracteriza al paradigma interpretativo busca profundizar en la investigación, planteando diseños

abiertos y emergentes desde la globalidad y contextualización.» (p. 17). Por esta razón, el paradigma interpretativo no posee las limitaciones del positivismo al develar la realidad por medio de la observación y análisis, lo cual se vuelve imprescindible para el desarrollo de esta investigación, la interpretación desde distintos enfoques y con una mayor flexibilidad en correspondencia al contexto en que se desenvuelve.

El paradigma interpretativo, brinda al investigador la oportunidad de mirar todas las aristas del problema, en este caso la comprensión e interpretación de la práctica educativa con una visión holística mediada desde la educación STEAM que permita superar los miedos y temores frente a asignaturas como las ciencias y las matemáticas.

Enfoque de la Investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, en el que según Jorge Rodríguez Sosa (2003) expone lo siguiente:

El enfoque cualitativo se orienta a la comprensión de las acciones de los sujetos en función de la praxis... Los esfuerzos del investigador se centran más en la descripción y comprensión de lo que es único y particular del sujeto, que en lo que es generalizable. Se pretende así desarrollar un conocimiento ideográfico y se acepta que la realidad es dinámica, múltiple y holística. (p. 32).

De modo que lo planteado por Rodríguez corresponde con lo que se busca en esta investigación, acerca de la comprensión e interpretación de la práctica educativa con una visión holística de la enseñanza de las matemáticas y las ciencias mediante la educación STEAM.

Millán, Marvin, Díaz e Isis (2018), al respecto de la investigación cualitativa, expresan que: «existe y se presenta en sí misma, sin contaminación de medidas formales o problemas y variables preconcebidas, se resalta la conveniencia de captar los eventos con el significado que tienen para quienes están en ese medio» (p. 232). Añadido a esto, los autores también se refieren al uso, por parte de cualquier investigador, del enfoque cualitativo y el paradigma interpretativo en las investigaciones de la siguiente manera:

...puede asumir como propósito develar el significado conjunto de toda expresión de la vida humana (actos, gestos, habla, textos, comportamientos, etc.), comprender realidades cuya naturaleza y estructura dependen de las

personas que las viven y experimentan, va más a la interpretación de fenómeno asumiendo métodos de la hermenéutica, en ambas situaciones se asume una metodología que permita acercarnos más a los propósitos planteados. (p. 232)

De esta manera, el enfoque cualitativo posee las características necesarias que dieron respuesta a la problemática de la investigación, debido a que se compenetra en la realidad, desentrañando todas las acepciones vivenciadas durante la aplicación del modelo educativo STEAM por parte de los docentes de la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica, en el que se busca, no sólo resultados favorables en la mejora de la práctica educativa y su reflejo en pruebas externas, sino que se pretende incrementar el pensamiento crítico, amor por la ciencia, las matemáticas y la investigación.

Método de la Investigación

La intención de la investigación es identificar y analizar las ventajas que presupone la enseñanza de las matemáticas y las ciencias con el uso del método STEAM en el nivel de educación media de la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica, es adecuado interpretar la manera en que se utiliza dicho método en el aula de clase, por lo cual, fue conveniente abordar el objeto de estudio desde la fenomenología, como lo indica Jacqueline Hurtado (2010), con el propósito de alcanzar el conocimiento mediante la percepción y análisis del evento de estudio librándose de todo tipo de prejuicios y preconcepciones para vivenciar a plenitud el objeto de estudio (p. 90, 117).

Martínez (2004) establece lo siguiente en relación a la fenomenología:

La fenomenología es el estudio de los fenómenos tal como son experimentados, vividos y percibidos por el hombre. Husserl, fundador de la fenomenología (1962, orig. 1913; 1970, orig. 1936), acuñó el término *Lebenswelt* (mundo de vida, mundo vivido) para expresar la matriz de este "mundo vivido, con su propio significado". (p. 137).

Para aplicar el método fenomenológico en la presente investigación fue necesario mantener una posición distante que no influya en el desenvolvimiento natural del objeto de estudio para extraer su esencia en el nivel más puro y sublime. Millán y otros (2018) indican lo siguiente respecto a la fenomenología:

Desde la metodología fenomenológica el método consiste en descripciones detalladas, de sucesos, momentos, personas e interacciones y comportamientos que son comprobables, los participantes dicen sus experiencias, creencias,

actitudes, pensamientos tal como son expresadas por ellos y no como el investigador le considera. La fenomenología vista como un método, busca mostrar como ciertas operaciones como la abstracción o el juicio no son actos empíricos sino de naturaleza intencional. La conciencia aprehende puras significaciones como son dadas, en cuanto son dadas. Para adoptar éste método el investigador debe adoptar una actitud radical en lo que significa abstenerse respecto a la existencia espacio-temporal del mundo, consiste pues este método en examinar todos los contenidos de la conciencia, determinar si estos son reales, ideales o imaginarios y suspender la conciencia fenomenológica, de manera tal que resulte posible atenerse a lo dado en cuanto a tal y describirlo en su pureza. (p. 233-234)

Para la consecución de esta intención investigativa mediante el método fenomenológico, se determina por los procesos operativos o etapas, los cuales, a su vez, están divididos por pasos (Hurtado, 2010; Martínez, 2004), como también, es válido apoyarse de los procedimientos básicos de la teoría fundamentada propuestos por Strauss y Corbin (2002) y mediante el uso del programa Atlas.ti versión 9, con su variedad de herramientas que faciliten la comprensión y el análisis de los datos recopilados.

La etapa previa o de clarificación de los presupuestos. En el que fue preciso, al momento de analizar al objeto de estudio, mantener una postura objetiva por parte del investigador, no involucrarse con sus propios prejuicios para evitar así influir en el objeto de estudio y con esto modificar a su favor o complacencia los resultados u observaciones de la investigación. Ya que fue importante, analizar la manera en que los docentes imparten la enseñanza de sus correspondientes áreas del saber mediante la aplicación de la metodología STEAM en su estado puro, sin injerencias externas que llegasen a interferir en el devenir natural de los acontecimientos. Aunque la liberación de estos presupuestos jamás será completa, Martínez (ob. cit.) indica que «es necesario *reducir* los presupuestos básicos a un mínimo (proceso de la *epoché* de Husserl) y tomar plena conciencia de la importancia de aquellos que no se pueden eliminar».

La etapa descriptiva. La descripción es la columna vertebral o fase troncal del método fenomenológico, en el que la descripción fenomenológica debe reunir ciertas condiciones como una visión clara, sencilla, completa y sin complicaciones del

fenómeno (Fermoso, 1989). Para Martínez (ob. cit.) realizar la descripción del objeto de estudio de la forma más diáfana posible se requiere de tres pasos esenciales:

1. *Elección de la técnica o procedimientos apropiados* evitando aplicar reduccionismo o simulaciones experimentales, y por tanto fueron importantes la aplicación de procedimientos como la observación directa, en los momentos de la investigación que fueron posibles y luego, en época de pandemia, el uso de recursos tecnológicos para realizar esas observaciones, de la manera en que los docentes utilizan la metodología STEAM en sus clases, así como también, la implementación de currículos transdisciplinarios. De igual manera, fueron imprescindibles las entrevistas estructuradas, para conocer de primera mano todas las acepciones de los docentes aplicando dicha metodología, sin olvidar, por supuesto, que en tiempos de distanciamiento social fueron pertinentes el uso de los canales electrónicos, como medios sincrónicos y asincrónicos que posibilitaron extraer la información requerida sin ningún tipo de exposición innecesaria.

2. Para la *realización de la observación, entrevista y demás procedimientos*, se debió tener en cuenta que: (a) habitualmente vemos lo que queremos ver o lo que necesitamos ver; (b) que es imposible abarcar todo lo abarcable; (c) observamos de manera selectiva o lo que más nos atrae del fenómeno de estudio; (d) limitar nuestras expectativas, deseos o preferencias; (e) tener una mirada amplia y holística; (f) repetir las observaciones las veces que sean necesarias, en la medida de lo posible.

3. La *elaboración de la descripción protocolar* tuvo como producto final la descripción fenomenológica de la experiencia y acepciones de los docentes sobre la enseñanza en nivel de educación media, empleando la metodología STEAM y haciendo uso de la transdisciplinariedad curricular, tal como se presentó y vivenció, de forma completa y sin omisiones involuntarias o intencionales, libre de los prejuicios o ideas complementarias ajenas de lo observado por parte del investigador; todo este material sirvió de insumo, como protocolo requerido para la realización de la etapa estructural.

La etapa estructural. Es la etapa de «la compresión de la esencia» (Fermoso, 1989), la cual se refiere a la comprensión y estudio de todas las descripciones

realizadas en la etapa previa, para esta consecución, Martínez (2004) establece una serie de pasos:

1. *Lectura general de la descripción de cada protocolo*: con el fin de evocar la realidad contemplada del fenómeno de estudio mediante un ejercicio mental, en el que es de vital importancia estar libre de prejuicios y con la mente límpida. Para esto fue necesario revisar todos los protocolos realizados, como lo son las observaciones y las entrevistas ejecutadas a los informantes clave durante la etapa anterior. Strauss y Corbin (2002) lo definen como codificación abierta y es «el proceso analítico por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones», por tal, se hizo necesaria la lectura, una y otra vez, de los datos y así, encontrar relaciones y conexiones mediante una codificación que permita su posterior interpretación.

2. *Delimitación de las unidades temáticas naturales y determinación del tema central de cada temática*: mediante la reflexión consecuente de la revisión de los protocolos, se pueden dividir, según se perciba por parte del fenómeno de estudio, al protocolo en unidades temáticas y el significado que tiene cada una en relación al todo. Con las unidades temáticas delimitadas es preciso depurar las redundancias y establecer el tema central de cada una según sus relaciones entre sí y con el todo, por ello, es importante el uso de la hermenéutica para la interpretación correcta del fenómeno, como también, es válido, en la medida de lo posible, recurrir a la fuente de los protocolos y con esto realizar un *feedback* para eliminar cualquier tipo de malinterpretaciones o dudas que se tengan. Luego de delimitado y definido las unidades temáticas, es preciso expresar todo en lenguaje técnico o científico. Para Strauss y Corbin (ob. cit.) estas relaciones e interacciones se denominan codificación axial, y consiste en «el proceso de reagrupar los datos que se fracturaron durante la codificación abierta», en esta, las categorías son relacionadas con sus subcategorías para la formulación de definiciones que permitan ir esclareciendo los fenómenos que se estudian.

3. *Integración de todos los temas centrales en una estructura particular descriptiva y en una estructura general*: mediante las características, propiedades y atributos de cada tema central, iniciando con impresiones preliminares para luego,

poco a poco, definir las relaciones e interacciones entre ellas o prescindir de las que no se consideraron relevantes para los fines últimos de la investigación, manteniendo siempre una postura objetiva libre de influencias de valores culturales o teorías científicas establecidas, y con esto, integrar los temas centrales en estructuras particulares para luego establecer una superestructura compleja y universal que abarque todas las aristas de los diversos protocolos descritos. En la búsqueda del significado mayor que abarcan en su totalidad todas las categorías, Strauss y Corbin (ob. cit.) denominan al «proceso de integrar y refinar las categorías» como codificación selectiva y con esto, generar los fundamentos teóricos derivados de la experiencia del docente sobre la enseñanza en la educación media mediante el uso de la metodología STEAM y la transdisciplinariedad curricular.

Nivel de la Investigación

El nivel de la investigación se enmarca en un diseño de investigación descriptivo, lo cual Hurtado (2010) lo explica de la siguiente manera:

Se refiere a aquellas investigaciones cuyo propósito es describir un evento que ocurre o se observa en un momento único del presente, utilizando para la recolección de datos fuentes vivas y observando el evento en su contexto natural, sin introducir ningún tipo de modificaciones. Se denominan así los diseños cuyo propósito es describir un evento obteniendo los datos de fuentes vivas o directas, en su ambiente natural, es decir, en el contexto habitual al cual ellas pertenecen, sin introducir modificaciones de ningún tipo a dicho contexto. En este diseño lo que se pretende es captar el evento en su medio, por lo que puede equipararse a una "fotografía" de la situación en estudio. Este tipo de diseño presenta un panorama del estado de un evento en una población. (p. 422).

Hurtado (ob. cit.) indica que el diseño descriptivo es uno de los estadios básicos que constituyen la base para investigaciones de mayor profundidad, para este caso en particular fue necesaria, debido a que el objeto de estudio abordado es de total desconocimiento en el contexto analizado. También se puede agregar lo que indica esta autora respecto al tipo de investigación: «Los diseños de campo tienen la ventaja de que el investigador puede obtener la información directamente en el contexto natural, sin la interferencia de factores artificiales que pudieran alterar los resultados, por lo que son muy realistas.» (p. 702). La educación STEAM en institución educativa Sagrado Corazón del municipio de Aguachica

no está totalmente establecida, por tal, no dio cabida a desarrollar algún tipo de diseño proyectivo o evaluativo, sino tratar de describir y caracterizar al objeto de estudio desde su propio contexto de aplicación.

Escenario

El escenario en que se desarrolla la investigación, podría decirse que es un ambiente delimitado, ya que está inmerso en una institución educativa, pero señala Portilla, Rojas y Hernández (2014) respecto a las investigaciones en el contexto educativo:

El proceso educativo está constituido por elementos tales como los estudiantes, docentes, padres de familia, la institución educativa y la compleja red de interacciones entre ellos. Todos sus procesos, interacciones, interrelaciones, resultados, impactos, entre otros, que pueden ser partícipes de un proceso de investigación, al convertirse en los objetos de estudio por parte de la misma, hacen parte de una realidad de la cual se deriva la investigación cualitativa y que posiblemente llevan a un cambio socioeducativo. (p. 96)

Para esta investigación en particular, se tomó como población a la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica (Colombia), ubicado en el Barrio La Libertad del municipio de Aguachica, el cual, desde su inicio, se ha propuesto proporcionar una educación de la mejor calidad, que integra lo más valioso de las tradiciones regionales y nacionales. Con una oferta educativa desde preescolar hasta el grado undécimo. Para el año 2020, se encontraron matriculados 1023 estudiantes en dos jornadas. La institución sólo cuenta con un curso en el grado décimo y uno en el grado undécimo. Recientemente se han realizado una serie de reestructuraciones en su planta física, la cual ha servido para cambiarle radicalmente su aspecto físico, así como también, de a poco, se ha ido dotando de los elementos necesarios para implementar la educación STEAM. Se focalizará a los grupos de educación media y los docentes de matemáticas, física, química, robótica y tecnología e informática de estos grupos, de ahí saldrán los informantes clave de esta investigación.

Informantes Clave

Debido a que el objeto de estudio es respecto a la enseñanza en el nivel de educación media aplicando el método STEAM y la transdisciplinariedad curricular, los principales portadores de información fueron los docentes involucrados en las áreas STEAM, ya que se analizaron directamente de éstos, todas las percepciones, ventajas y desventajas, frustraciones, logros y satisfacciones. Respecto a los informantes clave, Giovane Mendieta (2015) indica lo siguiente: «Informante clave: persona que me habla del fenómeno en relación a todo, que tiene amplio conocimiento en relación a todo. Informante general: que ve el fenómeno de una manera parcial. Se debe aclarar los tipos de informantes que se tuvieron.» (p. 1148).

De esta forma se tomaron a 6 docentes de las áreas STEAM, los cuales fueron seleccionados debido al perfil y a las áreas en las que se desempeñan, las cuales son afines a la educación STEAM y por ende, son los adecuados para suministrar información a la investigación. Para efectos del análisis de la información le fue asignada una codificación a cada uno de los informantes seleccionados. Dicha codificación consiste en asignar a cada informante clave un código que permita resguardar la identidad del mismo. En el cuadro 2 se muestra dicha codificación.

Cuadro 2
Informantes clave, asignación y codificación

N°	Informante clave	Codificación
1	Ingeniero de sistemas con 5 años de experiencia en la docencia y actualmente docente en las áreas de matemáticas, informática y robótica.	D1
2	Ingeniero de sistemas y docente del área de matemáticas, informática y robótica con 3 años de experiencia en la enseñanza de estas áreas o relacionadas.	D2
3	Ingeniero electrónico y docente de matemáticas, informática y robótica, con 4 años de servicio en la enseñanza.	D3
4	Licenciado en Ciencias Naturales, con 13 años de experiencia docente en la educación secundaria y media.	D4
5	Ingeniera ambiental, con 5 años de experiencia como docente en las áreas de ciencias naturales: biología y química.	D5
6	Licenciada con 20 años de experiencia en el área de artística, experta en danzas y artes folklóricas.	D6

Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos

Para Jacqueline Hurtado (2010) las técnicas de recolección de datos e información es importante:

...del empleo de técnicas e instrumentos que permitan acceder a la información necesaria durante la investigación. Las técnicas comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. Estas técnicas se pueden clasificar según el proceso utilizado para acceder a dicha información, y también con base en el área de conocimiento donde se aplican. (p. 771)

Tomado en cuenta el método de investigación fenomenológico, las técnicas de recolección de información fueron las de observación, en el que es necesario acceso directo y si es posible sin restricción a los eventos y objeto de estudio, como también fue de vital importancia realizar entrevistas estructuradas a los informantes clave. Este tipo de técnica es definida por Hurtado así:

La entrevista y la encuesta son técnicas basadas en la interacción personal, y se utilizan cuando la información requerida por el investigador es conocida por otras personas, o cuando lo que se investiga forma parte de la experiencia de esas personas. En este caso el investigador no puede tener acceso directo al evento de estudio a través de la observación y requiere que otras personas le comuniquen su experiencia. El fundamento de estas técnicas es la acción de formular preguntas para obtener la información. (p. 771).

Los instrumentos requeridos para la obtención de datos dependieron del tipo de técnica a utilizar, por ejemplo, para la observación se empleó una guía de observación, registrando la información y los datos por medio de apuntes escritos o mediante medios audiovisuales, empleando para ello, un smartphone. Para la entrevista se utilizó una guía de entrevista estructurada aplicada a los informantes clave, dichas entrevistas se desarrollaron en el marco de la pandemia, por tal, fue necesario el uso de medios sincrónicos, como videollamadas mediante plataformas como Zoom o Meet.

Confiabilidad, Confirmabilidad y Credibilidad

Para cualquier investigación en el que se utilicen métodos cualitativos dentro del paradigma interpretativo, se tiene la incertidumbre de la objetividad de la investigación,

para lo cual es importante demostrar en términos de confiabilidad y validez dicha objetividad. Para Vasilachis (1992) la *confiabilidad* «es la medida en que un procedimiento de medición arroja el mismo resultado como quiera y donde quiera que sea llevado a cabo, es el grado en que el hallazgo es independiente de las circunstancias accidentales de la investigación.»; la *validez* «se refiere a la medida en que ese procesamiento produce el resultado correcto, es el grado en que el hallazgo es interpretado adecuadamente.» Por tanto, para la autora, la *objetividad* es «el logro simultaneo de tanta confiabilidad y tanta validez como sea posible» en el que los resultados de la investigación sean integrados al campo del conocimiento.

En la medida que es imperioso realizar reflexiones respecto a la confirmabilidad de la investigación, surge la necesidad encontrar y buscar medidas para la consecución y finalización a buen término de dicha investigación. Por tal, Egon Guba (1981), establece dos pasos posibles por los investigadores: (a) *Triangulación*: asociada a la credibilidad, se recomienda emplear variedad de métodos, diferentes perspectivas y utilizar fuentes de diversas índoles para lograr una comprobación de los resultados tan fiablemente posible, también se sugiere la intervención y/o colaboración de otros investigadores; (b) *Ejercicio de la reflexión*: revelación intencionada de supuestos epistemológicos subyacentes, por tal se sugiere la publicación periódica con informes de investigación que incluyan el objeto de estudio, problema de investigación y métodos, como también las introspecciones del investigador, influencias o cambios en su orientación epistemológica.

Análisis de los Resultados: Triangulación de la Información

Como plan de acción, la triangulación se refiere al empleo de distintos métodos, fuentes de datos, teorías e incluso, diferentes investigadores que aporten su visión o perspectiva (Vasilachis, 1992; Okuda y Gómez, 2005). En el marco de una investigación cualitativa, se busca que las debilidades de cada método sean compensadas con las fortalezas de otros.

Vasilachis (ob. cit), Okuda y Gómez (2005) muestran cuatro tipos de triangulación propuestos por Norman Denzin (1978): (a) *Triangulación metodológica*: la aplicación de

diversos tipos de métodos en el análisis y estudio de un fenómeno u objeto de estudio permite cierto tipo de acercamiento desde diferentes perspectivas epistemológicas, esta triangulación puede ser *intrametodológica*, en el que emplea diversas estrategias que pertenece a un mismo método o *intermetodológica*, en el que utiliza diversos métodos para abordar un mismo objeto de estudio; (b) *Triangulación de datos*: para esto es necesario emplear métodos cualitativos equiparables entre sí, para poder compararlos y verificarlos en diferentes momentos o tiempos; (c) *Triangulación de investigadores*: en que el objeto de estudio es observado y analizado por diferentes investigadores de los cuales cada uno proyecta su visión acerca del fenómeno observado; de igual manera, podría aumentar la credibilidad del estudio que los investigadores sean de diferentes áreas o disciplinas; (d) *Triangulación de teorías*: aplicación de diversas perspectivas teóricas las cuales se emplean para confrontar los resultados u observaciones bajo premisas teóricas y epistemológicas diferentes.

Debido a la naturaleza de esta investigación, la cual está enmarcada bajo el precepto del paradigma descriptivo y métodos cualitativos, el análisis de los resultados fue lo más objetivo posible, por tal, se realizó la triangulación entre las observaciones, las entrevistas y la teoría consultada y con esto, confrontar cada uno de los datos recolectados entre sí, esto con la ayuda del software Atlas.ti versión 9.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La presente investigación parte del propósito de generar fundamentos teóricos derivados desde la transdisciplinariedad de la experiencia docente que enseña matemáticas, ciencias, tecnología y arte en el nivel de educación media apoyado en la educación STEAM. En función de lo cual, se realiza por medio de la fenomenología, como metodología de las ciencias del espíritu, reside en la comprensión y correcta interpretación de los sucesos mediante las observaciones y aportes de los informantes clave por medio de un proceso hermenéutico, en lo que Martínez (2004) resalta que «la hermenéutica tendría como misión descubrir los significados de las cosas, interpretar lo mejor posible las palabras, los escritos, los textos, los gestos y, en general, el comportamiento humano... conservando su singularidad en el contexto de que forma parte» (p. 102). Cabe destacar que las observaciones realizadas para esta investigación, no fueron todas *in situ*, debido a las medidas de bioseguridad y restricciones de confinamiento obligatorio ocasionadas por el COVID-19, por tanto, algunas de estas observaciones corresponden al análisis de las guías de aprendizaje elaboradas por los informantes clave y a las interacciones en los grupos de WhatsApp de cada curso en el marco de la *no presencialidad* que se ha desarrollado durante la pandemia.

Para el proceso de análisis de datos Strauss y Corbin (2002) recomiendan tener sensibilidad, lo cual significa «...ser capaz de penetrar y dar significado a los acontecimientos y sucesos que muestran los datos. Significa ver más allá de lo obvio para descubrir lo nuevo.» (p. 52). Todo esto tratando de ser lo más objetivos posibles, manteniendo una postura imparcial respecto al objeto de estudio, pero con la mente abierta para encontrar hallazgos significativos en la investigación. Tomando como referencia la teoría fundamentada de Strauss y Corbin (ob. cit.), para esta investigación es pertinente realizar un procedimiento de codificación, iniciando el análisis mediante un «examen microscópico de los datos», el cual, por medio de la herramienta tecnológica Atlas.ti, se revisó al detalle cada una de las entrevistas realizadas a los informantes clave, para

establecer las citas más relevantes y con esto realizar la codificación abierta y generar la primera categorización. Para ello, fue necesario, en primera instancia, la transcripción de todos los protocolos de datos en el formato requerido por el software, para luego ser cargados en la unidad hermenéutica creada para tal fin, dichos protocolos son los documentos primarios de la unidad hermenéutica en el Atlas.ti.

A partir de los datos cargados al software, se crearon los códigos que se asociaron a cada una de las citas. Todas estas citas se extrajeron de lo expresado por los informantes clave durante la entrevista estructurada. En este proceso se fueron agrupando algunas citas al vincularlas con un mismo código, esto con el fin de ir reduciendo la cantidad de códigos y volver el proceso menos tendencioso, y mediante un análisis reflexivo, deductivo e inductivo de los mismos, se establecieron las categorías; respecto a eso, Bonilla y Rodríguez (2005) indica lo siguiente:

...partir de unas categorías tentativas fundamentadas en el marco conceptual las preguntas de investigación, los supuestos, las áreas problemas o los temas claves del estudio (categorías deductivas), y posteriormente, con base en la revisión cuidadosa de todo el material, identificar aquellas categorías que emergen de los mismos datos bien sea de manera inductiva o abductiva. (p. 255)

Según lo indicado por los autores previamente mencionados, las categorías centrales se constituyeron de los propósitos y de las preguntas de investigación de forma deductiva. De las observaciones y las entrevistas realizadas a los informantes clave y sus respuestas, surgieron las subcategorías emergentes de manera inductiva. Los códigos son los que representan las citas, textos, frases o párrafos seleccionados de los documentos primarios en el software Atlas.ti. A continuación, se detalla mediante un cuadro esta parte del proceso investigativo.

Cuadro 3
Codificación de la información

Categoría central	Subcategoría	Códigos	N°
	Dificultades de implementación	Ciertos docentes sin capacidades investigativas	1
		Apatía por la innovación	2

Gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular	Fortalezas	Pandemia	3
		Carencia de herramientas y material	4
		Institucionalizar las estrategias	5
		Nociones de investigación de algunos docentes	6
		Ciertos docentes en continua preparación	7
		Docentes dispuestos y comprometidos	8
		Ciertos docentes bien preparados	9
		Trabajo en equipo entre docentes	10
		Apoyo de los directivos	11
		Enseñanza contextualizada	12
		Horizonte institucional	13
Gestión de estrategias en la enseñanza	Integración curricular: ventajas	Estudiantes mejor preparados	14
		Disminución de carga en los estudiantes	15
		Integración curricular	16
		Mejores prácticas educativas	17
		Aprendizaje colaborativo	18
		Formación integral	19
		Uso de la tecnología como herramienta	20
	Integración curricular: desventajas	Mayor carga laboral	21
		Ejecución incompleta del currículo	22
		Arraigo de malas prácticas pedagógicas	23
		Poca vinculación de ciertos docentes	24
Estudiantes con pocas bases		25	
No presencialidad		26	
Falencias en estrategias didácticas		27	
Motivación al aprender	Trabajo colaborativo	28	
	Clarificar a los estudiantes las ventajas de la educación STEAM	29	
	Incorporar aprendizaje práctico	30	
	Integración de conocimientos para resolver problemas	31	
	Potenciar habilidades	32	
	Permite el autoaprendizaje	33	
	Aprendizaje contextualizado	34	
	Planificación creativa	35	
	Fomentar la investigación e innovación	36	
	Tecnología como apoyo a los procesos	37	

		Aplicación práctica del conocimiento	38
		Motivación hacia el aprendizaje	39
		Fomentar el trabajo en equipo	40
		Fomentar el autoaprendizaje	41
	Aprendizaje activo	Enseñanza mediada en tecnologías digitales	42
		Aprendizaje basado en proyectos	43
		Incentivar el pensamiento crítico	44
		Creación de proyectos de vida	45
		Aprendizaje basado en problemas	46
		Aplicación de metodologías flexibles	47
		Innovación pedagógica	48
		Pertinencia	49
	Balance general	Mismo horizonte y ganas de cambio	50
		Medio para conseguir la transdisciplinariedad	51
		Medio para mejorar y avanzar	52
Gestión de apropiación e integración		Participación docente activa e integral	53
		Consejo directivo comprometido	54
		Inversión	55
	Oportunidades de mejora	Vinculación en el PEI	56
		Capacitación docente en STEAM	57
		Creación de actividades STEAM	58
		Vincular a las familias	59
		Alentar la curiosidad e investigación	60

Fuente: Elaboración propia

Categoría Gestión de Implementación Educación STEAM y Transdisciplinariedad Curricular

Mediante el análisis e interpretación de la información emitida por los informantes clave y en la búsqueda por comprender la esencia desde lo más básico hasta lo más complejo del objeto de estudio, se inicia con la primera categoría central: gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular, la cual está compuesta por las subcategorías: dificultades de implementación y fortalezas. La gestión de implementación emerge de la importancia en la cual radican los aspectos necesarios para

que la educación STEAM sea posible en la institución educativa, como también la importancia de ir dejando de lado a la parcelación del conocimiento de la educación tradicional, para optar por ir vinculando a las asignaturas de forma transdisciplinaria, para de esta manera, darle sentido y contexto a todo lo que se enseña a los estudiantes. Así como lo mencionado por López, Couso y Simarro (2020), respecto a involucrar a los estudiantes en cuestiones científico-ingenieriles como plantear problemas de fenómenos naturales para resolverlos mediante la ciencia y la ingeniería, usar modelos científicos-matemáticos, realizar investigaciones, usar el pensamiento computacional y matemático, diseñar prototipos y argumentar mediante pruebas y hechos y publicar a la comunidad resultados de investigaciones científicas. Esta característica, respecto a involucrar los aspectos cognitivos de las ciencias con los efectos prácticos de la ingeniería, reconoce la conexión inseparable existente, como diría Pierce (1905/2005), entre «la cognición racional y el propósito racional» determinante del pragmatismo.

Para llevar a cabo un currículo integrado, holístico y transdisciplinario, en el que se refleje el carácter pragmático de las intenciones últimas de educar para la sociedad, se requiere de un aprendizaje productivo que esté acorde a las necesidades y problemas presentes y concernientes a la sociedad, con relación a esto Bastien (citado por Morín, 1999) indica que «la contextualización es una condición esencial de la eficacia (del funcionamiento cognitivo)», demostrando la necesidad de evitar, en lo posible, contenidos abstractos de conocimiento, por razonamientos que impliquen a los estudiantes a relacionarse con los problemas sociales, medioambientales, políticos y económicos, en fin, que se compenetren con el mundo.

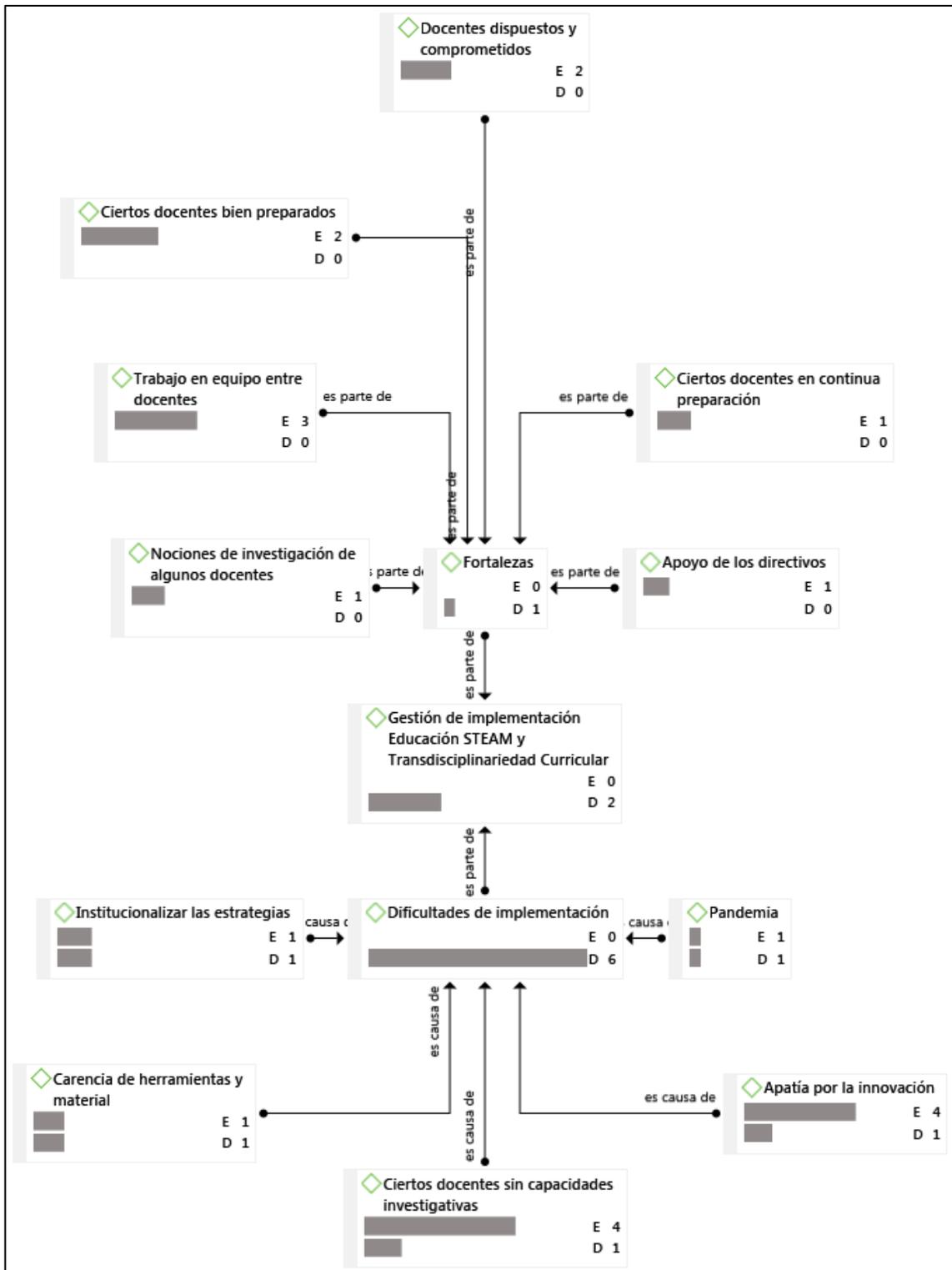


Gráfico 3. Red semántica categoría gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular.

Subcategoría Dificultades de Implementación

Cada institución educativa presenta sus propios retos respecto a la realización de planes de estudios y proyectos educativos institucionales, por tal, para realizar la implementación de nuevas estrategias o metodologías, es necesario realizarlo de manera paulatina, para así evitar reacciones discordantes entre los miembros de la comunidad educativa; esta gestión debe ser de carácter directiva, administrativa y financiera, ya que desde estas áreas de la gestión institucional se tiene la capacidad para llevar a cabo las acciones necesarias para su implementación, como reuniones, capacitaciones, inversión en infraestructura, materiales y herramientas, así como también, indicadores de gestión, objetivos, actividades, responsables, tiempos y seguimiento (MEN, 2018). De esta misma forma, Gómez (2019) indica lo siguiente:

Se hace necesario, por ende, un ambiente tal que facilite la evaluación de posibles, nuevas estrategias de trabajo, formación y crecimiento, y esto sólo es posible cuando existen principios, hábitos y rutinas sólidos, ordenados y proactivos, que involucran notablemente a todo miembro de la comunidad. (p. 68)

En concordancia a lo citado emerge esta subcategoría, la cual, uno de los informantes clave se refiere al respecto de las dificultades más notables para la implementación de la educación STEAM, con la siguiente premisa:

D6: La falta de disposición de algunos docentes, capacitaciones y las herramientas necesarias para el establecimiento de nuevos modelos pedagógicos. [6:2]

A lo mencionado por el informante clave respecto a la carencia de herramientas, se suma a las observaciones realizadas en campo, que refuerza la tesis de que, muy a pesar del entusiasmo por la implementación de la educación STEAM en la institución, se observa una precaria situación en lo que respecta a laboratorios o espacios adecuados para el desarrollo de esta metodología, así como también la poca disponibilidad de herramientas y materiales requeridos. Las observaciones realizadas por el investigador, le permite señalar que se encuentra un panorama no muy favorable en la institución educativa, ya que no cuenta con los espacios adecuados, como laboratorios o talleres. De igual manera se observa que la cantidad de materiales y herramientas necesarias para realizar actividades

significativas en pro de la educación STEAM, son escasos e insuficientes para que los estudiantes puedan realizar prácticas de forma satisfactoria y en grupos no muy grandes.

Otro aspecto sensible es respecto a los docentes: sus capacidades, preparación, actitud y aptitud para llevar a cabo la implementación de la educación STEAM, en relación a esto, los informantes clave tuvieron afirmaciones muy afines:

D1: Las dificultades más notables al implementar la educación STEAM en la institución es que esta debe hacerse mediante investigación para que haya un resultado factible, y para esto hay muy poco personal capacitado. [1:1]

D3: La principal dificultad radica en la vinculación y motivación de los docentes en las actividades necesarias para la implementación de este tipo de educación. [3:1]

D5: La falta de capacitación docente y el compromiso de algunos docentes para enfrentarse a este reto. [5:1]

Lo anterior entra en concordancia por lo expresado por Colbert (2018), en que el docente juega un rol preponderante:

Particularmente en el campo docente, es imperativo mejorar las prácticas pedagógicas. Se requiere promover un nuevo rol del docente como orientador y facilitador de procesos de aprendizaje antes que como expositor, como creador de ambientes cálidos, afectuosos que faciliten nuevas formas de interacción de los estudiantes, incentivando su participación, el diálogo y la construcción social del conocimiento. (p. 1)

Vemos que el rol del docente es uno de los pilares fundamentales al implementar la metodología STEAM, los cuales, éstos deben brindar ambientes de aprendizaje óptimos, en el que se tengan en cuenta el ritmo de aprendizaje de los estudiantes, sus capacidades, habilidades y talentos; docentes que se encuentren motivados y en constante preparación. Para el investigador lo anterior es imprescindible, y luego de registrar y analizar los perfiles de los docentes de la institución, relacionados con las áreas STEAM, en las observaciones realizadas durante el trabajo de campo, se encuentra que la institución educativa cuenta con algunos docentes preparados y motivados para implementar la educación STEAM mediante el modelo exploratorio o incluso introductorio. Modelos propuestos por Red STEM de Arizona, la Fundación de Ciencia de Arizona y la Agencia de Servicios Educativos del Condado de Maricopa, que analiza, según las características de las instituciones uno de cuatro modelos para implementar (López, Córdoba y Soto, 2019).

La pandemia asociada al COVID-19, que afectó a la población mundial en todos los aspectos, incluyendo a la educación (quizás una de las más afectadas), obligó el cierre masivo de las instituciones educativas de manera presencial y, de manera muy precoz, obligó a migrar a la educación a la no presencialidad y, someramente, a la virtualidad. Situación que puso en aprietos a toda la comunidad educativa, teniendo que aplicar, desesperadamente, un arsenal de diferentes formatos para seguir prestando el servicio educativo, algunos con ayuda de plataformas tecnológicas, y continuar con la educación de miles de estudiantes. Organizaciones como la ONU, UNESCO y UNICEF expresaron que «en esta crisis, los docentes han demostrado, como lo han hecho tantas veces, un gran liderazgo e innovación para garantizar que el aprendizaje no se detenga y que ningún alumno se quede atrás» (2020). Así lo hizo entrever uno de los informantes clave de la siguiente forma:

D4: la modalidad empleada en la institución de trabajo a través de guías, podría generar conflicto a la hora de entregar el trabajo por parte de los estudiantes.
[4:1]

De igual manera, en las observaciones realizadas por el investigador, se notaron las dificultades de toda la comunidad educativa para acoplarse a esta nueva realidad, en la que, en este contexto en particular, sesgado por falta de oportunidades, pocos recursos económicos y dificultades de acceso a tecnología digital de calidad, dejó en evidencia que la pandemia sólo agravó las desigualdades.

Subcategoría Fortalezas

Para avanzar en la búsqueda del mejoramiento, primero toca conocer y reconocer las debilidades y fortalezas con que se cuentan, es por eso que en esta subcategoría emergente se exponen las observaciones realizadas por el investigador y las concepciones de los informantes clave que muestran la realidad de las características o aspectos positivos que permiten la implementación de la educación STEAM en este contexto educativo. En ese sentido Colbert (ob. cit.) expresa lo siguiente:

A partir de las fortalezas y las necesidades de las instituciones educativas, los docentes suman sus saberes con el fin de encontrar soluciones a partir de

experiencias pedagógicas probadas y efectivas y articulando propuestas curriculares pertinentes a los proyectos educativos institucionales. (p. 3)

Y es que el rol del docente es fundamental para generar y propiciar conocimientos, promoviendo la participación activa y dinámica de los estudiantes durante el proceso educativo, de igual manera lo expresan los informantes clave, que coinciden en la importancia de un docente bien preparado, activo, flexible y participativo:

D5: Docentes que están dispuestos a enfrentar retos nuevos y comprometidos con la educación para orientar a los jóvenes en la actualidad. [5:3]

D3: La fortaleza es algunos docentes de la institución que tienen el perfil y el compromiso para iniciar el proceso de vinculación de áreas y la implementación de esta metodología. [3:17]

D2: La buena preparación del cuerpo docente, siempre se ven iniciativas por su continuo proceso de estudio. [2:2]

D1: Que los docentes... tengan disposición, entrega, conocimientos básicos de investigación. [1:13]

Pero la buena preparación del cuerpo docente no lo es todo, es muy importante el trabajo mancomunado entre los docentes para que la implementación de la educación STEAM no fracase. Colbert (ob. cit.) indica que «cada vez es más evidente que la colaboración profesional entre pares beneficia a los mismos educadores y da sostenibilidad a las innovaciones y transformaciones pedagógicas.» (p. 3). Pero la realidad del contexto evidenciado por el investigador no es muy alentadora, puesto que en las observaciones realizadas durante la época de presencialidad, los docentes difícilmente convergían en actividades curriculares o extracurriculares y luego, en la no presencialidad, la situación se tornó más agravante; el aislamiento obligatorio previsto por las autoridades pareció trascender al ámbito educativo, que terminó permeando los avances en cuestiones de la transdisciplinariedad, retomando nuevamente a la educación parcelada, que se evidencia por medio de las guías de aprendizaje que cada docente realiza de forma autónoma e independiente, y a pesar que algunos docentes apuestan por el trabajo en equipo [4:3][6:3], la costumbre y los viejos hábitos terminan por imponerse.

Memorando de la Categoría Central

Desde la categoría central de gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular, se encuentra la necesidad de establecer criterios, en base a las condiciones de la institución educativa, con el fin de trazar una hoja de ruta que permita crear protocolos de implementación acordes a la realidad del contexto educativo. Si bien, la interpretación de Yakman (2008) acerca de las conexiones de las asignaturas STEAM pueda ser un inicio, es requerido analizar los contenidos curriculares de cada área y la manera en que puedan llegar a conectarse entre sí y con la realidad, mediante la realización de proyectos transdisciplinarios o la resolución de preguntas con abordaje holístico, sin prescindir del uso de las tecnologías, y más ahora en época de pandemia, en el que toma especial «relevancia la aplicación y conjugación de las Tecnologías de Información y la comunicación (TIC), Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP) en los procesos de enseñanza-aprendizaje.» (Darias, Álvarez y Castillo, 2020).

Pero partiendo de algunas de las aseveraciones de los informantes clave, en lo que respecta al papel del docente en la integración curricular por medio de la transdisciplinariedad es vital. Lo cual, sacando a colación una cita previa de Pérez, Alfonso y Curcu (2013) al respecto de la transdisciplinariedad, indicando que es «el proceso de articulación, donde se despliega un modo de producción del conocimiento, se conforma lo transversal y se da apertura a lo epistemológico como crítica que permite la constitución de articulaciones cada vez más inclusivas». Este proceso de articulación, mediado por las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento, TAC, incluyendo las artes como medio integrador e inclusivo, ya sea en el diseño de prototipos o como autoexpresión de la creatividad, permite el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Categoría Gestión de Estrategias en la Enseñanza

Esta categoría central que resulta de la búsqueda por develar las estrategias de enseñanza que permiten que la educación STEAM en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús sea una realidad, está compuesta por las subcategorías: integración curricular: ventajas, integración curricular: desventajas, motivación al aprender y aprendizaje activo. De manera complementaria, para que las instituciones educativas puedan encarar la problemática actual vivida por la pandemia provocada por el COVID-19, así como también lo que suceda luego, se requiere de repensar el sentido mismo de la labor como docentes y de los resultados que se esperan como institución educativa, tal como asevera Bauman (2007), «En nuestro volátil mundo de cambio instantáneo y errático, las costumbres establecidas, los marcos cognitivos sólidos y las preferencias por los valores estables, aquellos objetivos últimos de la educación ortodoxa, se convierten en desventajas.» (p. 37). Pues esta sociedad líquida, volátil, voluble o constantemente en cambio nos obliga a reinventarnos como docentes para seguir siendo agentes de cambio en la actualidad.

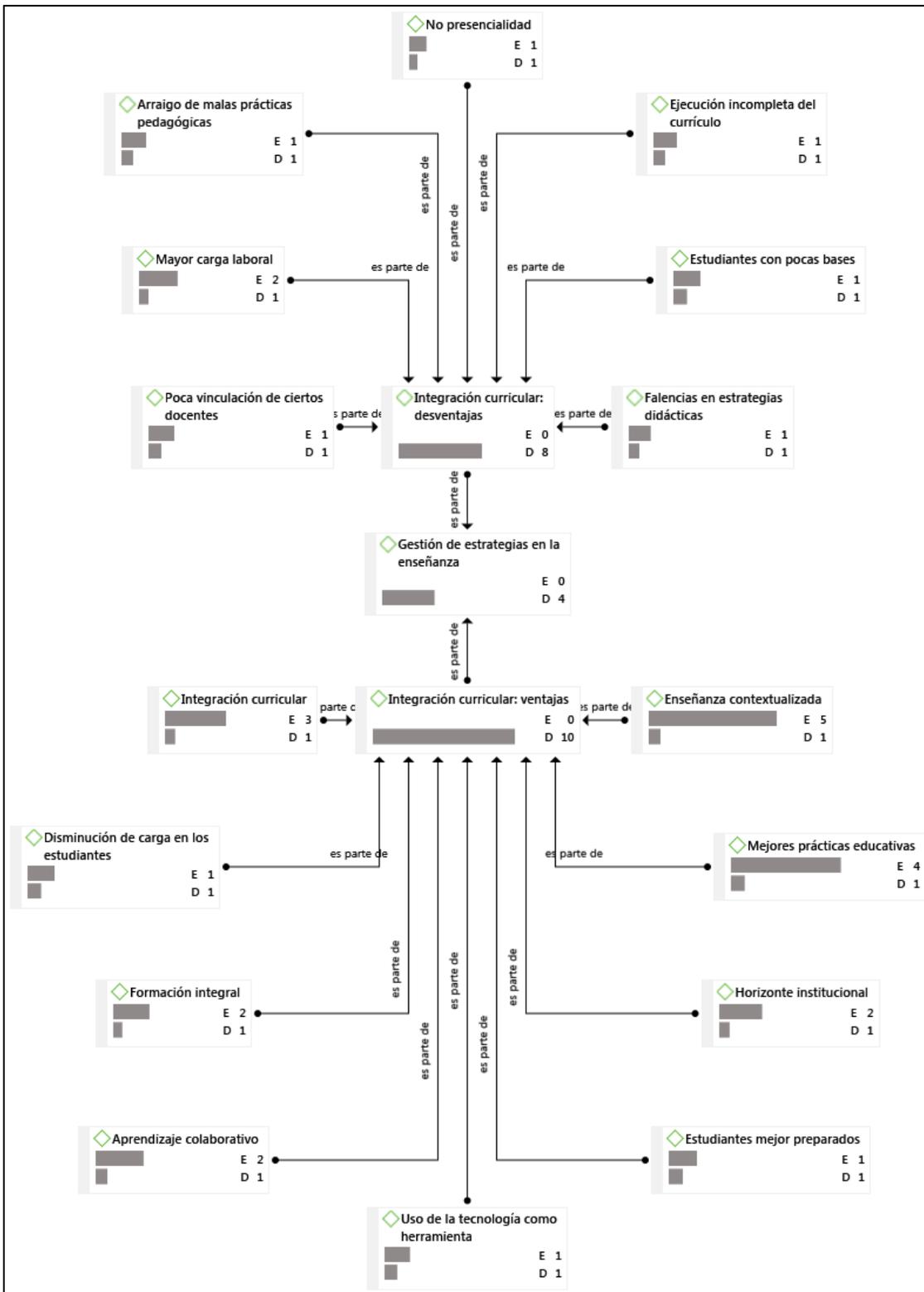


Gráfico 4. Red semántica categoría gestión de estrategias en la enseñanza – parte 1.

Subcategoría Integración Curricular: Ventajas y Desventajas

Uno de los aspectos clave de la educación STEAM es la integración de las áreas del saber a través de la planificación curricular pertinente, tal como Yakman (2007) lo indica, por medio de «revisiones de las epistemologías de las disciplinas generales y específicas», en conjunto con los lineamientos curriculares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia como los estándares básicos de competencias, los derechos básicos de aprendizaje y las mallas de aprendizaje, adaptar el currículo al contexto de manera integradora y holística. En este sentido Morín (2006), expresa su preocupación por la «hiperespecialización» de la siguiente forma:

Existe una falta de adecuación cada vez más amplia, profunda y grave entre nuestros saberes disociados, parcelados, compartimentados entre disciplinas y, por otra parte, realidades o problemas cada vez más pluridisciplinarios, transversales, multidimensionales, transnacionales, globales, planetarios. En esta situación se vuelve invisibles: los conjuntos complejos, las interacciones y retroacciones entre partes y todo, las entidades multidimensionales, los problemas esenciales. (p. 13)

Respecto a esto, surge esta subcategoría emergente. En este sentido, los informantes clave concuerdan con las ventajas que la transdisciplinariedad y la integración curricular pueden ofrecer:

D2: Para esta época de pandemia se busca que el estudiante aplique estrategias de racionamiento frente a problemas cotidianos o que se le lleguen a presentar, desde el aporte de cada área, ayuda a su fortalecer su preparación académica. [2:3]

D3: Actividades reales en las cuales se ve el uso de los conocimientos como un todo no segmentado por áreas. [3:3] Permitiría la modificación del plan educativo para optar por un plan que permite y enfoque en los conocimientos como una integración de las diversas áreas. [3:5]

D4: La optimización del trabajo del estudiante ante la formulación de proyectos transdisciplinarios mediante la educación STEAM, que producen una gran motivación y seguramente resultados positivos. [4:5]

D5: La participación integral de todos los docentes y el aprendizaje del estudiante será más efectivo ya que todo gira en una misma direccionalidad. [5:4]

Se observa que los informantes clave convergen en ciertos aspectos sobre las bondades de la transdisciplinariedad y la integración curricular por medio de la educación STEAM, el investigador apunta que se requiere de esfuerzos mancomunados entre todos los docentes y de un trabajo extra al principio, adaptabilidad a los cambios y mucho compromiso, pero no todo es fácil. Es por eso que surgen las desventajas en todo este proceso. En ese sentido, los informantes clave manifiestan lo siguiente:

D1: Las desventajas que se podrían presentar es que algunos tengan que trabajar más que otros para que se lleve a cabo el proceso. [1:3]

D2: Una puede ser el no desarrollo total del plan de área elaborada para cada asignatura, por la razón de esta forma de vivir de la actualidad afectada por la pandemia, algunos temas no se logran culminar. [2:4]

D3: La poca vinculación de docentes de régimen anteriores al 1278. [3:6]. Los paradigmas de educación tradicional arraigadas en los docentes y estudiantes. [3:7]

D4: El modelo de trabajo actual de aprendizaje remoto y la flexibilización que exige el MEN a causa de la pandemia, conduce a un mínimo aprendizaje, donde el estudiante debe ser autodidacta. [4:7]

D5: No organizar bien el material pedagógico al cual se va enfrentar al estudiante. [5:6]

D6: Mayor carga laboral para los docentes en un principio, por la dedicación y esfuerzo que se requiere para adaptar las mallas y estrategias a implementar, y el consenso de las competencias por parte de las áreas a integrar. [6:6]

En palabras de Morín (ob. cit.), «muchos docentes se instalaron en sus costumbres y sus soberanías disciplinares... son como los lobos que orinan para marcar su territorio y muerden a los que allí entran» (p. 103). Cita en la que algunos de los informantes clave concuerdan. Muchos docentes, la mayoría con más de 30 años de servicio, se sienten en una zona de confort en la que difícilmente se les puede sacar, presentan una «resistencia obtusa» a los cambios que el mundo apremia y exige. Entre las otras desventajas manifestadas por los informantes clave, cabe destacar la problemática asociada a la pandemia y cómo eso afecta los procesos que se desarrollan en la institución de forma presencial, como el uso de material concreto y herramientas, las cuales, los estudiantes no poseen ni tampoco pueden conseguir. El investigador coincide con los informantes clave

respecto importancia de organizar eficientemente el material y los recursos, institucionales, propios y de los estudiantes, para adaptarse sin tantos inconvenientes a la época actual vivida a causa del COVID-19.

Esta problemática sanitaria y social, debido a la pandemia, no es ajena, incluso, a las razones imperiosas de circunscribir, en la educación escolar, un currículo holístico y científico que permita a los estudiantes ampliar su visión del mundo, que bien o no, incide en su diario vivir. Sí, quizás, se limite en cantidad de contenidos curriculares en las aulas de clases, pero cantidad no es sinónimo de calidad, y llenar de contenidos diariamente la cabeza de los estudiantes (valga la metonimia), no es garantía de un aprendizaje significativo, lo que sí se pretende es lo que indica el informante clave D6: «la resolución de problemas contextualizados y el uso de la tecnología como herramienta, así los estudiantes aprenden a tomar decisiones, mediante el análisis, la explicación y la aplicación de sus conocimientos.» [6:22].

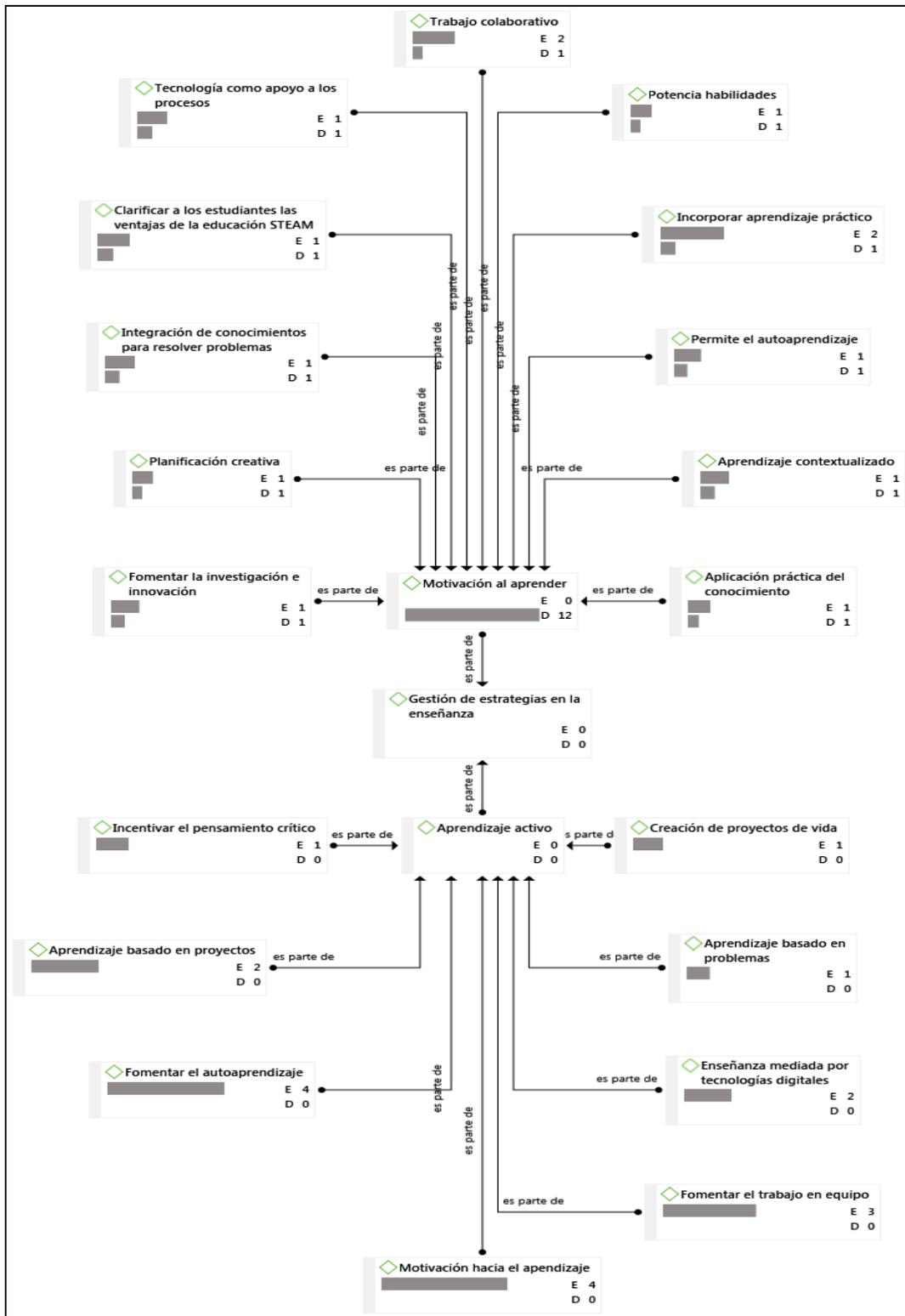


Gráfico 5. Red semántica categoría gestión de estrategias en la enseñanza – parte 2.

Subcategoría Motivación al Aprender y Aprendizaje Activo

Retomando una cita de Dewey (1916/1998), respecto a que «el aprender significa algo que el individuo hace cuando estudia. Es un asunto activo, personalmente dirigido.» (p. 278). Esta subcategoría emerge de los beneficios que suponen la implementación de la educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular, así como las herramientas, estrategias y métodos empleados por los docentes en las aulas de clase. En el marco de las estrategias empleadas para promover el aprendizaje activo, los informantes clave manifiestan lo siguiente:

D1: Las estrategias que más utilizo son las siguientes: motivación hacia el aprendizaje, es decir, hacerles ver lo importante que es aprender. Asimismo, que descubran las capacidades de cada uno, lo importante del trabajo en equipo y aprender a aprender. [1:7]

D2: En el área de tecnología e informática, se intenta motivar mediante las herramientas que cada estudiante usa en común, como celulares y computadores para la programación y el diseño, en el que se busca que aplicando esa herramienta y otras que se apliquen en torno a la educación STEAM, observen un progreso notable frente a un enfoque total de cada área. [2:7]

D3: El direccionamiento del área para la ejecución de un proyecto donde integre los conocimientos de diversas áreas y además tenga la necesidad de buscar el conocimiento necesario en otras fuentes. [3:7]

D4: Cada una de las actividades que promuevo en mi área está encaminada al descubrimiento de habilidades y el cuestionamiento acerca de lo que se puede o no hacer. [4:12]. Mediante la lectura crítica se establecen comparaciones de carácter, social, político y económico de diferentes épocas que permiten emitir juicios y proponer estrategias de cambio, además el aprendizaje autónomo, aunque no por la totalidad de los estudiantes. [4:13]

D5: La creatividad en el diseño de las guías de aprendizajes para que sean agradables y el estudiante las desarrolle con entusiasmo y adquiera conocimiento significativo. [5:7]

D6: Utilizo preguntas problemáticas al iniciar cada clase y doy espacio de 10 minutos para debatirlas. Usar preguntas durante la clase, que permita una mayor interacción entre estudiantes y del docente con los estudiantes. Dejo algunos interrogantes de los estudiantes para que ellos averigüen por su cuenta y la próxima clase se socializa. Integro las TIC mediante aplicaciones (laboratorios virtuales, juegos interactivos, videos explicativos, redes sociales y acceso a repositorios), pequeños proyectos de investigación, creación de

ensayos individuales sobre un determinado tema, debates, fomento el trabajo colaborativo. [6:7]

Respecto a lo indicado por los informantes clave, el investigador observa que pese a los intentos por aplicar metodologías activas en el aula, pocos dejan entrever el apropiamiento y consolidación de prácticas transdisciplinares en las prácticas educativas; ya que la cooperación entre las áreas del saber proporciona las dinámicas de la realidad, brindando las habilidades y herramientas necesarias para que los estudiantes aprendan a adaptarse a la realidad (Yakman, 2008). Lo que sí queda de manifiesto, por parte de los informantes clave, son los intentos por promover en los estudiantes el uso del pensamiento crítico y diferentes formas de potenciar habilidades como el trabajo en equipo, la creatividad, el autoaprendizaje, la investigación y demás métodos que resulten provechosos para lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes el cual puedan serle de utilidad en el contexto en el que se desenvuelven.

Por otra parte, de esta subcategoría emergente, también se presentan los aspectos de la educación STEAM, que se consideran efectivos, para aumentar la motivación en el aprendizaje de los estudiantes, «fortalecer procesos de pensamiento proactivo y fundamentados en la aplicación de fortalecimiento de competencias.» (Gómez, 2019). Basado en estos aspectos, a continuación, se reflejan las opiniones de los entrevistados:

D1: Pues, uno de los aspectos importantes es que se incentiva al trabajo colaborativo, es decir, que se trata de resolver problemas entre todos y para todos. [1:4]

D2: Creo que lo primordial es que el estudiante tenga bien claro las ventajas que supone la educación STEAM en su formación, para que al final vea que cuando esté frente a un problema pueda aplicar los conocimientos conjuntos aprendidos en las áreas integradas. [2:5]

D3: El desarrollo y solución de problemas reales, enfocado en la integración de áreas del conocimiento, esto es un aliciente a la motivación debido a que los estudiantes entenderán y verán cómo los conocimientos se integran en la vida real. [3:8]

D4: Proporciona la capacidad de un aprendizaje orientado a la realidad del entorno, lo que conduce al cuestionamiento del estudiante y direcciona el desarrollo de sus competencias. [4:8]. Permite que el estudiante se convierta en autodidacta, fortaleciendo su aprendizaje y desarrollando competencias. [4:9]. Permite que el estudiante descubra y potencialice sus destrezas. [4:10]

D6: El trabajo colaborativo, el fomento de la investigación y la innovación, Implementación de la tecnología como herramientas de apoyo al proceso educativo y aplicación práctica del conocimiento. [6:7]

Entre los aspectos mencionados por los entrevistados se encuentran coincidencias respecto a lo que se considera efectivo para aumentar la motivación en los estudiantes y lograr en ellos un aprendizaje significativo y de calidad. Entre lo más preponderante, señalado por los informantes clave, están el trabajo colaborativo, la investigación, la importancia de la transdisciplinariedad e integración curricular para la resolución de problemas del contexto, soportado por medio de las herramientas tecnológicas. Para Wagner (citado en Scott, 2015), los estudiantes requieren de siete habilidades y competencias para estar bien preparados para la vida, el trabajo y la vida en sociedad del siglo XXI: (a) pensamiento crítico y resolución de problemas; (b) colaboración y liderazgo; (c) agilidad y adaptabilidad; (d) iniciativa y espíritu empresarial; (e) comunicación oral y escrita eficaz; (f) acceso a la información y análisis de la misma; (g) curiosidad e imaginación. El investigador concuerda con estos aspectos, ya que promover las competencias y habilidades que demanda la sociedad actual le brinda mayores oportunidades para las necesidades y retos que deben afrontar en su vida como adultos.

Memorando de la Categoría Central

Las estrategias para la enseñanza pueden definirse como el conjunto de acciones, recursos, técnicas desarrolladas y utilizadas por los docentes con el fin de generar aprendizajes significativos y contextualizados en los estudiantes (Nolasco, 2014). Partiendo de lo planteado por Nolasco, las aseveraciones de los informantes clave y lo interpretado por el investigador, se observa la importancia de contenidos curriculares holísticos mediante la transdisciplinariedad, acordes a la complejidad de la realidad, evitando reduccionismos y simplificaciones de los acontecimientos de la realidad. Como si cercenando los contenidos de su contexto fueran más simples de asimilarlos, entenderlos y comprenderlos; contenidos huérfanos, carentes de vida, desprovistos de alma, zombies, o tal como lo expresa Morín (1990/2005): «los modos simplificadores del conocimiento mutilan,

más de lo que expresan, aquellas realidades o fenómenos de los que intentan dar cuenta, si se hace evidente que producen más ceguera que elucidación.» (p. 21).

Sumado a la problemática de los contenidos zombis (que van por ahí, sin propósito), está la relacionada con la no presencialidad ocasionada por las restricciones debido al COVID-19. Mientras las aulas de clase permanecen frías y vacías, los estudiantes y padres de familia asumen la responsabilidad de educar a los niños y jóvenes en casa (en los casos en que todavía no se haya implementado la alternancia educativa como es el caso de la institución objeto de estudio) con las recomendaciones y asesorías de los docentes, ya sea, haciendo uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones o por medio de material impreso entregado directamente al padre de familia. Esta disrupción que ha desarmado y desbaratado todo el trabajo de preparación en modalidad presencial, nos obliga a reinventarnos, buscar soluciones divergentes, creativas e innovadoras. Estamos ante un nuevo mundo con nuevas posibilidades y de lo viejo tendremos que extraer lo útil y reacomodarlo a la nueva realidad.

Para avanzar en la nueva normalidad, es necesario repensar los currículos y las metodologías que se utilicen para hacerlo. Por parte del investigador y de los informantes clave, las apreciaciones oscilan en la importancia de emplear metodologías activas de aprendizaje, tal como la educación STEAM, que incentiven el trabajo colaborativo, mediante el aprendizaje basado en proyectos (ABP) o project based learning (PBL), el aprendizaje basado en problemas (ABPr), la robótica educativa, la gamificación, el aula invertida o flipped classroom (como herencia de la virtualidad y las videoclases) y el microlearning, todo esto encaminado a «aspirar al conocimiento multidimensional» (Morín, ob. cit.) y de la mano de las tecnologías para el empoderamiento y la participación (TEP), fortaleciendo «el aprendizaje, el compromiso y la participación por vía de redes sociales, web, medios digitales, blog para construir conocimiento de forma colectiva y apropiarse de la llamada web social 3.0» (Darias, Álvarez y Castillo, 2020).

Categoría Gestión de Apropiación e Integración

Adoptar metodologías de enseñanza en un nuevo contexto no es sencillo, y la educación STEAM plantea retos que se deben asumir con responsabilidad, entusiasmo, resiliencia y de forma mancomunada entre todos los miembros de la comunidad educativa, y «pese al auge de esta educación basada en la integración de las disciplinas STEM, lo cierto es que la literatura recoge muchas evidencias respecto a las dificultades encontradas a la hora de llevar a cabo una educación de calidad» (López, Couso y Simarro, 2020, p. 3). Afrontar estos retos y superarlos para brindar educación de calidad a los estudiantes es una necesidad inminente, y más si se quiere motivar al estudiante en ciencias y matemáticas, para de esta forma, continúen sus estudios en carreras STEAM. Es así como apunta un reporte de la Unión Europea realizado por Rocard y otros (2006), el cual, los estudiantes pierden el interés por estudiar carreras afines a la ciencias y matemáticas debido a malas experiencias en la escuela, indicando que «las clases de ciencias en la escuela no son lo suficientemente atractivas». La categoría de gestión de apropiación e integración emerge de la necesidad por determinar la pertinencia de la educación STEAM en el contexto investigado. Esta categoría está compuesta por las subcategorías emergentes: balance general y oportunidades de mejora; las cuales surgen de las consideraciones recopiladas de los informantes clave durante el proceso de entrevistas.

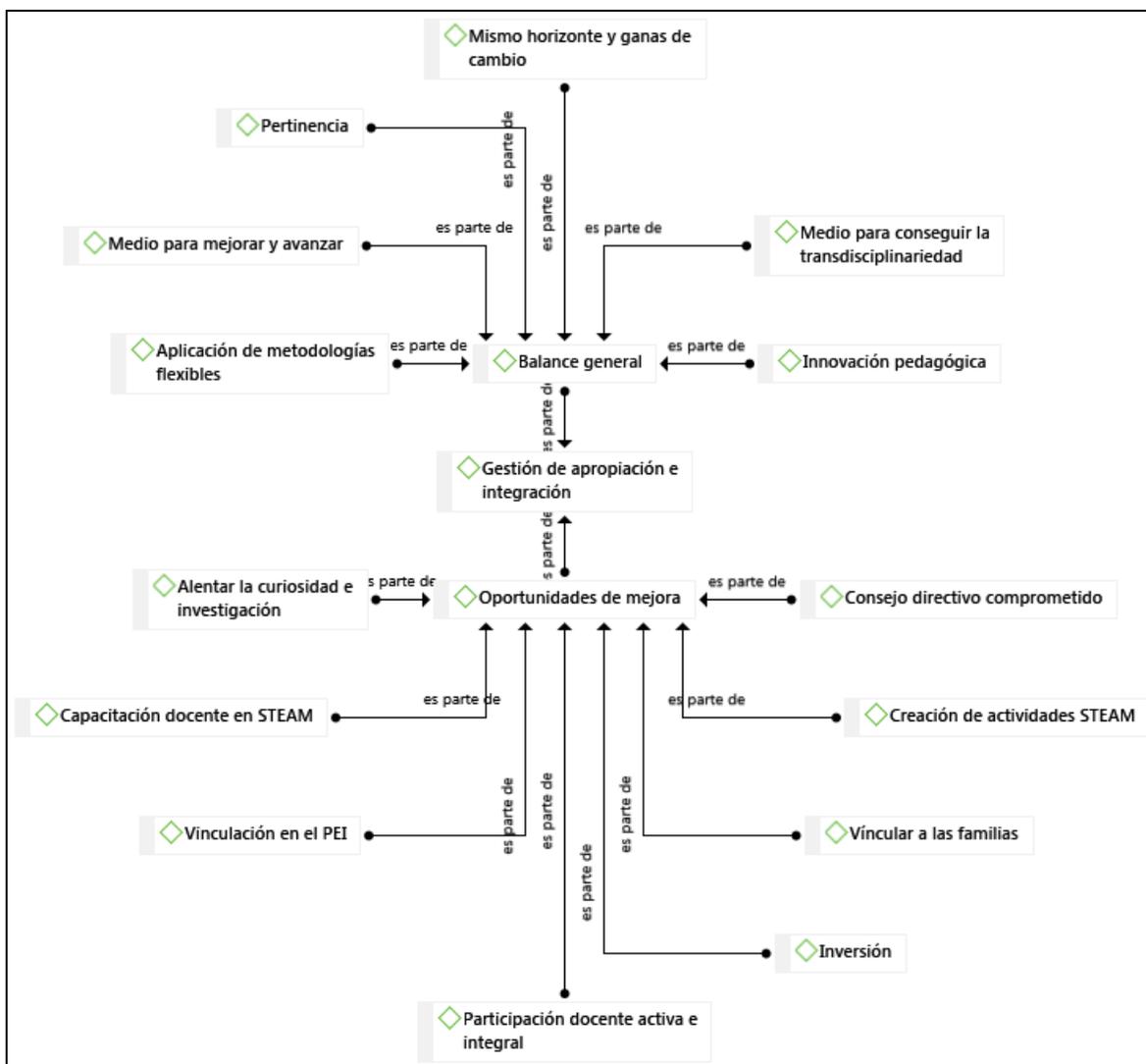


Gráfico 6. Red semántica categoría gestión de apropiación e integración.

Subcategoría Balance General

A través de las impresiones emitidas por los informantes clave emerge la subcategoría balance general, que recopila las consideraciones y acepciones respecto al uso de la educación STEAM y la transdisciplinariedad en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica – Cesar. Esta subcategoría adquiere su relevancia en el sentido mismo en que los informantes clave sustentan sus alocuciones a favor de la aplicación y uso de estrategias de enseñanza más acordes a la realidad, tal como la educación STEAM, así lo manifiesta uno de los informantes claves:

D6: El mundo evoluciona a pasos agigantados, así mismo debe transformarse el proceso educativo para que se eduquen niños y jóvenes, que se adapten y hagan frente a esas nuevas realidades. Por ello es tan importante la implementación de nuevas estrategias pedagógicas que posibiliten la eficiencia de este proceso. [6:16]

En concordancia con lo anterior, la informante clave D5 recalca la relevancia de adaptarse a la nueva realidad del mundo, aseverando que «...nos acercamos cada vez más al escenario en que la educación debe estar más acorde a una sociedad en constante cambio y evolución» [5:11]. Sumado a eso, algunos informantes clave indican que:

D2: Pienso que a medida que la humanidad evoluciona, los procesos de enseñanza deben hacerlo a la par, no se puede seguir enseñando de la misma manera que les enseñaron a nuestros abuelos, siendo que el contexto es muy distinto y no es sólo por los avances tecnológicos, sino que la sociedad en sí es muy distinta a la de hace 50 o 70 años. [2:8]

D4: Los cambios son fundamentales para la evolución del ser humano, siempre traerán obstáculos y generan malestar, sin embargo, es indiscutible que se debe evolucionar y caminar a la par de la sociedad, la industrialización y la tecnología para que el proceso enseñanza aprendizaje sea efectivo, productivo y genere progreso. [4:15]. El ser humano se mueve en una sociedad cambiante que evoluciona a pasos agigantados en investigación, ciencia y tecnología, sin embargo, el aspecto social se ha ido degenerando, por la pérdida del valor de la base de dicha sociedad, la familia; entonces, se hace indispensable innovar y mejorar los métodos y prácticas del aprendizaje, para disponer de los avances antes mencionados direccionándolos a convertirlos en una herramienta al servicio de la humanidad, que debe seguir procurando no solo la supervivencia en todos los aspectos (económico, político, ambiental...) si no la posibilidad de ser autosustentables de manera continua y segura. [4:16]

D1: Evidentemente, la búsqueda del mejoramiento de la enseñanza debe ser un principio de todo educador, por lo tanto, no debe “casarse” con un solo método, sino que debe adecuarse al que mejor rendimiento presente sus estudiantes, si educamos de la misma manera que años atrás puede que obtengamos los mismos resultados, sin embargo, eso no es garantía en una sociedad en constante cambio. [1:9]

Pero no es sólo establecer nuevas metodologías de aprendizaje de forma pasajera o por una necesidad momentánea de algunos pocos, es indispensable que toda la comunidad educativa se apropie y adapte de la mejor manera estas metodologías, proponer metas y

objetivos viables para obtener los resultados deseados, de esa misma forma lo plantea el informante clave D3:

Los modelos educativos deben evolucionar, debemos entrar en una fase donde estas metodologías se conviertan en algo cotidiano y no en proyectos individuales y se queden en proyectos de grado o investigaciones que no se traducen realmente en una mejora para la calidad educativa. [3:12]

De esta forma se espera que la educación STEAM sea pertinente a las necesidades propias del contexto actual, para Morín (1999), un conocimiento o metodología es pertinente en educación cuando se evidencia que contiene los siguientes aspectos: (a) contextualizar los conocimientos, acciones y metodologías; (b) «lo global más que el contexto», reconocer que somos parte de un todo global, no solamente un contexto aislado, y de esta forma, darle un sentido universal a los aprendizajes; (c) lo multidimensional de los conocimientos y de la realidad; (d) lo complejo reconociendo que el todo es más que la suma de sus partes. Ahora bien, es preciso referir lo que algunos de los informantes clave manifiestan al respecto:

D6: El proceso educativo y de hecho la vida es integral e interdisciplinaria. No se puede fraccionar el aprendizaje en porciones unilaterales y sin sentido, es en la interdisciplinariedad donde radica la base del conocimiento y mediante la educación STEAM se puede lograr. [6:17]

D3: Sí la considero pertinente, porque es el medio de que los conocimientos de las diferentes áreas se integren y dejen aprendizajes significados. [3:13]

D1: Sin lugar a dudas, educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular es pertinente siempre y cuando todos los miembros de la comunidad educativa tengan el mismo horizonte y las mismas ganas de cambio. [1:10]

De acuerdo a lo manifestado por los informantes clave, el investigador encuentra que la educación STEAM puede ser la clave para que los aprendizajes en la institución educativa promuevan la «inteligencia general», tal como Morín (ob. cit.) lo indica: «apta para referirse, de manera multidimensional, a lo complejo, al contexto en una concepción global.» (p. 16) Todo esto para lograr que nuestro pequeño contexto sea una parte integral e importante del contexto global y no sólo una consecuencia irrisoria.

Subcategoría Oportunidades de Mejora

Esta subcategoría emerge de las consideraciones de los informantes claves, al manifestar ciertas recomendaciones para que la educación STEAM se consolide en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica, con el fin de que sea totalmente institucionalizada e integrada al PEI, incrementado el sentido de apropiación y responsabilidad de todos los miembros de la comunidad educativa. Pero no es sólo decir que la educación STEAM es la solución a todos los problemas en este contexto en particular, solo porque se den ciertas primeras buenas impresiones, es muy importante la reflexión del conocimiento o vigilia epistemológica para determinar su pertinencia. Es por ello que no se deben apostar por cualquier metodología a la ligera. Al respecto, Julián de Zubiría (2008) indica lo siguiente:

El desarrollo de los procesos de pensamiento no basta como finalidad de la educación. Además del desarrollo intelectual se requieren instrumentos de conocimiento propios de cada una de las ciencias. Se requiere que el individuo posea instrumentos de conocimiento claros, diferenciados, organizados y estables. (p. 43)

Basado en lo anterior, es importante no sólo llevar metodologías educativas al aula de clase, de igual manera, es súbitamente imprescindible la vigilia epistemológica para determinar la pertinencia de dichas metodologías y los contenidos académicos que se imparten, tomando en cuenta el contexto y el panorama mundial en términos sociales, laborales y económicos, para con esto, formar personas autónomas, con capacidad de tomar decisiones acertadas en medio de un asfixiante y continuo bombardeo de información y datos. Para lograr esto, algunos de los informantes clave proponen lo siguiente:

D6: Lo primero debe ser la capacitación a toda la planta docente y administrativa, ya que no todo el personal tiene la disposición y el conocimiento para empezar a implementar nuevas estrategias en el proceso educativo. En segundo lugar, está la adecuación y mejoramiento de infraestructura física como laboratorios, infraestructura tecnológica y red para la conectividad y por último la motivación a los estudiantes para que se adapten a los nuevos cambios. [6:18]

D5: Acercarnos más a los padres de familia y a los estudiantes para que no vean el estudio como una obligación si no como un placer, que les agrade y muestren el deseo por la investigación que sea un aprendizaje significativo para

ellos y para nosotros también que estemos en constante aprendizaje para capacitarnos con amor en nuestra labor. [5:13]

D4: Establecer equipos para trabajar conjuntamente en la elaboración de los planes de mejoramiento encaminados y ajustados a las necesidades de los estudiantes, teniendo en cuenta los vacíos presentes. Implementar el trabajo colaborativo y auto aprendizaje, donde el estudiante pueda a su propio ritmo dinamizar el conocimiento y ponerlo en práctica. Capacitar a los docentes que aún tienen vacíos al respecto, creando espacios de autoformación curricular y prácticas pedagógicas acertadas. [4:19]

D2: Unión entre el cuerpo docente que propicien metodologías de integración curricular, como la educación STEAM y la transdisciplinariedad, lo importantes es que todos jalen para el mismo lado. Por otra parte, es muy importante la inversión por parte de la institución para poder implementar proyectos que beneficien estas nuevas metodologías. [2:10]

D1: Que el trabajo en equipo esté por encima del individualismo. Lo digo porque en la institución trabajan todos los años con las mismas personas, es decir, “los mismos con las mismas”. Todos los años se hace lo que estos docentes dicen y eso es: “palabra de Dios”. Otra cosa, si desde el consejo directivo no se apoya la investigación, que esta sea el pan de cada día, no habrá método que mejore nuestra comunidad educativa. [1:11]

Muchas de las consideraciones de los informantes clave convergen respecto al trabajo mancomunado entre docentes, que se refieren al diseño de un currículo integrado y transdisciplinario, así como también de capacitaciones por parte de los docentes más conocedores del tema a sus compañeros menos informados. De igual manera, la mayoría concuerda con la importancia en temas de inversión y un mejor acompañamiento y direccionamiento por parte de los administrativos y directivos de la institución. Ya que es importante que la cabeza de la institución, esos que deben facilitar y promover las buenas prácticas educativas, brinden o propicien las capacitaciones pertinentes y realicen las inversiones mínimas necesarias.

Memorando de la Categoría Central

Emplear nuevas metodologías conlleva a nuevos desafíos; estos retos sirven para darle movimiento al agua estancada del automatismo pedagógico (Cousinet, 1968), en el que año tras año repite la misma fórmula que otrora pudo funcionar pero que ahora ya no tanto. Si bien, por ejemplo, en la domótica, lo que se quiere es un automatismo total de los objetos, aparatos electrónicos y sistemas de una vivienda, este tipo de automatismo no es lo ideal,

según el diccionario de Oxford, automatismo es «falta de intervención de la voluntad, la reflexión o la conciencia plena en la realización de movimientos o actos mentales». Cuestión preocupante, ya que desde hace casi un siglo, Dewey (1938/2010) pudo notar ese desacierto pedagógico y metodológico, en el que deja claro que «la separación es tan grande que las materias y los métodos de aprender y de proceder requeridos son ajenos a la capacidad que poseen los jóvenes», el cual añade que, el abismo entre lo que se enseña y las capacidades de los estudiantes «es tan amplio que la misma situación impide una participación muy activa de los alumnos en el desarrollo de lo que se enseña». (p. 67). Para esta transición, es necesario un empoderamiento en el uso eficiente y correcto de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento, y pasar de éstas TAC a las TEP (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación), en lo que, en este sentido Espinosa, Rodríguez y Olvera (2017) expresan que «una educación orientada al máximo aprovechamiento del ecosistema de comunicación, con un aprendizaje y participación aumentados, y visualizar a Internet como un *constructo sociotécnico complejo*, que pone en conexión dos dimensiones: las tecnologías; y a las personas.»

Una de las maneras en que se puede sacar a los docentes de la zona de confort, de ese automatismo pedagógico, es mediante la colaboración mutua entre docentes, así mismo lo manifiestan los informantes clave, como por ejemplo el informante D2, indicando la necesidad de «unión entre el cuerpo docente que propicien metodologías de integración curricular, como la educación STEAM y la transdisciplinariedad» [2:10], a esto se suma lo indicado por el informante clave D4, que manifiesta la importancia de «establecer equipos para trabajar conjuntamente en la elaboración de los planes de mejoramiento encaminados y ajustados a las necesidades de los estudiantes, teniendo en cuenta los vacíos presentes.» [4:19]. Por tanto, un equipo docente STEAM sería pertinente para promover acciones colaborativas en pro del mejoramiento académico y por medio de esta sinergia potenciar el desarrollo personal y profesional de cada docente.

CAPITULO V

APROXIMACIÓN TEÓRICA SOBRE EDUCACIÓN STEAM: INTEGRACIÓN TRANSDISCIPLINARIA CURRICULAR EN LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Mediante un proceso complejo que abarca los aspectos subyacentes del objeto en estudio, tomado en consideración los argumentos manifestados por los informantes clave, las observaciones realizadas y teniendo como sustento a los referentes teóricos, se presentan, en este capítulo, los fundamentos teóricos que se derivan la implementación de la educación STEAM y la transdisciplinaria curricular, para la enseñanza en la educación media. Respecto al término teoría, Morales (2011), indica que «teorizar es el aspecto resaltante de la investigación ya que es el momento en el cual se realiza el acto científico, el hacer ciencia y el generar conocimiento.» (p. 21) Por otra parte, Strauss y Corbin (2002) manifiestan sobre la complejidad de construir una teoría indicando que «teorizar es un trabajo que implica no sólo concebir o intuir ideas (conceptos), sino también formularlos en un esquema lógico, sistemático y explicativo.» (p. 32). También añaden lo siguiente:

Teoría denota un conjunto de categorías bien construidas, por ejemplo, temas y conceptos, interrelacionadas de manera sistemática por medio de oraciones que indican relaciones, para formar un marco teórico que explica algún fenómeno social, psicológico, educativo, de enfermería o de otra clase. (p. 33).

Por tanto, el trabajo de realizar una aproximación teórica, según Martínez (ob. cit.) reside en «en percibir, comparar, contrastar, añadir, ordenar, establecer nexos y relaciones y especular; es decir, que el proceso cognoscitivo de la teorización consiste en descubrir y manipular categorías y las relaciones entre ellas.» (p. 279). Así pues, la aproximación teórica que emerja de esta investigación, será el fruto de un arduo trabajo investigativo, holístico, hermenéutico, heurístico, reflexivo, crítico y social.

Para llevar a cabo el proceso teórico, es necesario evocar los interrogantes que se plantearon al inicio de esta investigación: ¿Cuáles son las dificultades epistemológicas, metodológicas, estructurales y curriculares para la implementación de la educación STEAM

en el nivel de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón Jesús de Aguachica? ¿Cómo es la experiencia del docente que apoya la enseñanza de matemáticas, ciencias, tecnología y arte mediante la educación STEAM? ¿Qué fundamentos teóricos se pueden derivar sobre la integración transdisciplinaria curricular en la enseñanza de las matemáticas, ciencias, tecnología y arte a partir de los testimonios de los docentes que hacen uso de la Educación STEAM en su práctica escolar? De estas preguntas parten los propósitos de esta investigación, de los cuales emergen tres categorías centrales: gestión de implementación educación STEAM y transdisciplinariedad curricular, gestión de estrategias en la enseñanza y gestión de apropiación e integración. Partiendo de estas categorías se inicia el proceso de teorización.

Gestión de Implementación Educación STEAM y Transdisciplinariedad Curricular

La gestión de implementación de la educación STEAM mediante un currículo integrado y transdisciplinario empieza con una introspección institucional de manera curricular, pedagógica, metodológica, estructural, ontológica y epistemológica, necesaria en la medida de conocer lo que se tiene y las metas que se quieran cumplir. Desde las percepciones y vivencias en el contexto estudiado, de las afirmaciones de los informantes clave, los autores consultados y, sumado a eso, las apreciaciones del investigador, se establecen algunas pautas necesarias para que la educación STEAM pueda llevarse a cabo cualquier institución educativa, tal como en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica, Colombia.

En primer lugar, es imprescindible reconocer e identificar plenamente las debilidades que se presenten en el contexto educativo que impidan, de cierta forma, truncar cualquier tipo de iniciativa STEAM en la institución. Más allá de las políticas educativas implementadas y desarrolladas por el gobierno nacional de Colombia y demás entes estatales que puedan promover metodologías activas y alternativas de enseñanza y aprendizaje, se partirá de la premisa de que cada institución educativa es autónoma en su currículo y forma de enseñanza según dicta el artículo 77 de la Ley 115 de 1994 mediante

el proyecto educativo institucional. Por tal, queda en total responsabilidad la implementación de la Educación STEAM en manos de la misma institución educativa.

Respecto a lo anterior, el apoyo administrativo es uno de los pilares para que la educación STEAM prospere en la institución educativa, tomando conciencia de la necesidad por ser parte de una revolución educativa mundial que va más allá de impartir conocimientos y se preocupa por desarrollar de forma profunda el pensamiento científico y crítico, la innovación y la imaginación, la motivación por la curiosidad y la creatividad y demás habilidades necesarias para ser parte importante del mundo laboral y social del siglo XXI. Los informantes clave también manifiestan acerca de lo vital e importante que es contar con directivos comprometidos con este tipo de iniciativas, que sean partícipes con inversión en infraestructura, dotación y capacitación a docentes. Sin embargo y a pesar que exista motivación y disposición por algunos docentes, es posible que algunos otros no estén tan conformes a los cambios o nuevas metodologías, manifestando resistencia y oposición, es por ello que es necesario institucionalizar esas nuevas metodologías, como lo es la educación STEAM, en el marco del proyecto educativo institucional, creando sentido de pertinencia entre los miembros de la comunidad educativa que permitan asegurar el éxito de implementación y continuación.

Un factor importante es el trabajo colaborativo y en equipo entre el cuerpo docente evitando «las prácticas educativas individualistas arraigadas en muchos centros y entre los enseñantes, en parcelas aisladas» (Antúnez, 1999, p. 96); siendo los mismos docentes los más beneficiados del trabajo en equipo, como por ejemplo, en la tutoría, capacitación y acompañamiento entre docentes para la elaboración e implementación de currículos integrados y transdisciplinarios basados en la metodología STEAM, cada uno aportando desde su experiencia y desde su propia área del saber, conocimientos y habilidades, que permitan complementar todas sus capacidades. De igual forma, existe una posición unánime entre los informantes clave, al apuntar a una filosofía de cooperación y dinamismo para la consecución de objetivos comunes, en el que esta sinergia supone mayor eficacia que el individualismo o la suma de esfuerzos individuales, soportado con herramientas tecnológicas que ayuden a sobrepasar las barreras de tiempo y espacio generadas o profundizadas por el confinamiento debido a la pandemia asociada al COVID-19.



Gráfico 7. Dificultades y fortalezas para la implementación de la educación STEAM.

Gestión de Estrategias en la Enseñanza

Implementar la educación STEAM va más allá de la transdisciplinariedad curricular, no es sólo vincular algunas áreas del saber entre sí para que sea efectiva y pertinente, es necesario la reflexión epistemológica, metodológica y pedagógica desde la perspectiva individual e introspectiva del docente, así como en conjunto con los demás docentes para llevar a cabo la construcción de saberes y el desarrollo de habilidades en los estudiantes creando un ambiente de notable expectativa que ayudará a cambiar positivamente la mentalidad de los estudiantes, permitiéndoles comportarse como verdaderos ingenieros y científicos, en los que pueden obtener una comprensión de cómo funcionan las cosas y de cómo están interconectadas, así como también permite que los estudiantes desarrollen el pensamiento sistémico y a encontrar respuestas para resolver problemas presentes en la sociedad.

Posiblemente en el imaginario social, la educación STEAM es sólo el uso de recursos tecnológicos en las aulas de clase, pero es mucho más que eso; partiendo de la

interpretación de Yakman (2008) que explica los vínculos de las áreas STEAM de modo que «ahora vivimos en un mundo donde no se puede entender ciencia sin tecnología, que expresa la mayor parte de su investigación y desarrollo en ingeniería, que no se puede crear sin una comprensión de las artes y las matemáticas», nos enmarca en un camino que no solo se soporta en tecnología, sino que las matemáticas y las ciencias son las bases epistemológicas necesarias para la investigación, la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos, mediante el fomento de la creatividad, el pensamiento crítico, sistémico y divergente. Esta representación es coincidente con las consideraciones de los informantes clave desde la reflexión y praxis educativa que buscan mediante un enfoque transdisciplinario proveer a los estudiantes con las competencias y habilidades que les permitan ser más competentes en el mercado laboral.

Como aprendizaje activo, la educación STEAM permite a los estudiantes adquirir aprendizajes más significativos, de carácter crítico e innovador por medio de la creatividad y el trabajo en equipo, mediante el desarrollo de problemas, la elaboración de proyectos, la programación, robótica, gamificación, el aula invertida, entre otros, lograr generar lo mencionado por Rivas (2008), que «nuevos conocimientos y experiencias hacen que las personas cambien sus ideas filosóficas, teorías científicas o concepciones políticas de forma real y sincera, con amplias reestructuraciones mentales, manifestándose en los correlativos comportamientos o conductas, incluidas las verbales» (p. 27). Para así, contar con adultos más competentes, científicamente más preparados y comprometidos con la sociedad; cualidades importantes, ya que a la fecha en que se es concebida esta investigación, se hace indispensable de personal altamente calificado en áreas STEAM, como por ejemplo en el desarrollo de una vacuna efectiva contra el COVID-19 y sus mutaciones o variantes.

En palabras de Dewey (1938/2010) «existe una íntima y necesaria relación entre los procesos de la experiencia real y la educación» (p. 68), lo cual demuestra la importancia de contextualizar la enseñanza por medio de prácticas e interacción con la realidad, que involucre una visión holística de los estudiantes con aplicación de los conocimientos adquiridos en las distintas áreas del saber, como partes de un todo y no de forma fragmentada, ya que «cuanto más globales se vuelven los problemas, menos se piensa en ellos» (Morín, 2002, p. 14). Partiendo de esto, el accionar docente, basado desde lo

pedagógico, epistemológicos, metodológico y lo pragmático, debe estimular las capacidades cognitivas y creativas de los estudiantes a través del aprendizaje activo y dinámico.

Este accionar docente, desde una visión holística y pragmática, debe consolidarse desde la creación de un currículo transdisciplinario que involucre de forma proactiva a los docentes responsables de cada una de las áreas del saber involucradas. No obstante, se deben considerar las directrices y lineamientos emanados por los entes superiores de la educación colombiana, como lo es el Ministerio de Educación Nacional, sus estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizajes. A partir de estos lineamientos y de la realidad del contexto social e histórico basado en la racionalidad, establecer criterios, acciones, contenidos y proyectos holísticos y transdisciplinarios.

La implementación y uso de metodologías activas de aprendizaje también tienen un carácter vinculante al factor motivacional, ya que, por medio de la dinámica y la didáctica de clases activas y proyectos educativos, se proporciona cierto estímulo en los estudiantes y lograr obtener aprendizajes significativos. Pero hay que tomar en consideración la situación actual del fácil acceso a la información, ya que cualquier persona puede aprender casi cualquier cosa, desde hacer reparaciones caseras a incluso construir armas sin necesidad de conocimiento técnico o ingenieril. Esta situación repercute en la importancia de un diferenciador en la enseñanza en el nivel de educación media, ya que se debe propender por la enseñanza racionalizada sustentada por datos o cálculos matemáticos y la explicación científica del accionar empírico.

Silberman (1998) parafraseando a Confucio realiza lo que llama *Credo del aprendizaje activo*, el cual dice:

Lo que escucho, lo olvido. Lo que escucho y veo, lo recuerdo un poco. Lo que escucho, veo y pregunto o converso con otra persona, comienzo a comprenderlo. Lo que escucho, veo, converso y hago, me permite adquirir conocimiento y aptitudes. Lo que enseño a otra, lo domino. (p. 15)

En muchos casos, los docentes se convierten en un faro de información, pero igual que lo hace un faro, ilumina fugazmente determinados sectores, dejando a los estudiantes con muchos vacíos ante la incompreensión total de todo lo que dice o muestra durante las clases magistrales. Y tomando en cuenta lo dicho por Silberman (ob. cit.), para la correcta

apropiación de los conocimientos, es necesario ciertos mecanismos, como por ejemplo, brindarles la posibilidad a los estudiantes de transmitir conocimiento o compartir sus experiencias o proyectos, ya sea entre pares, eventos escolares o por medio de plataformas digitales. Para esto, los docentes deben facilitar los espacios y las condiciones para que los estudiantes sean curiosos por aprender y por descubrir todo lo que el mundo, la ciencia y las matemáticas puedan brindarle y luego en ese proceso de aprendizaje y descubrimiento, motivarlos a exponer y comunicar esos aprendizajes y descubrimientos para lograr afianzarlos y dominarlos.

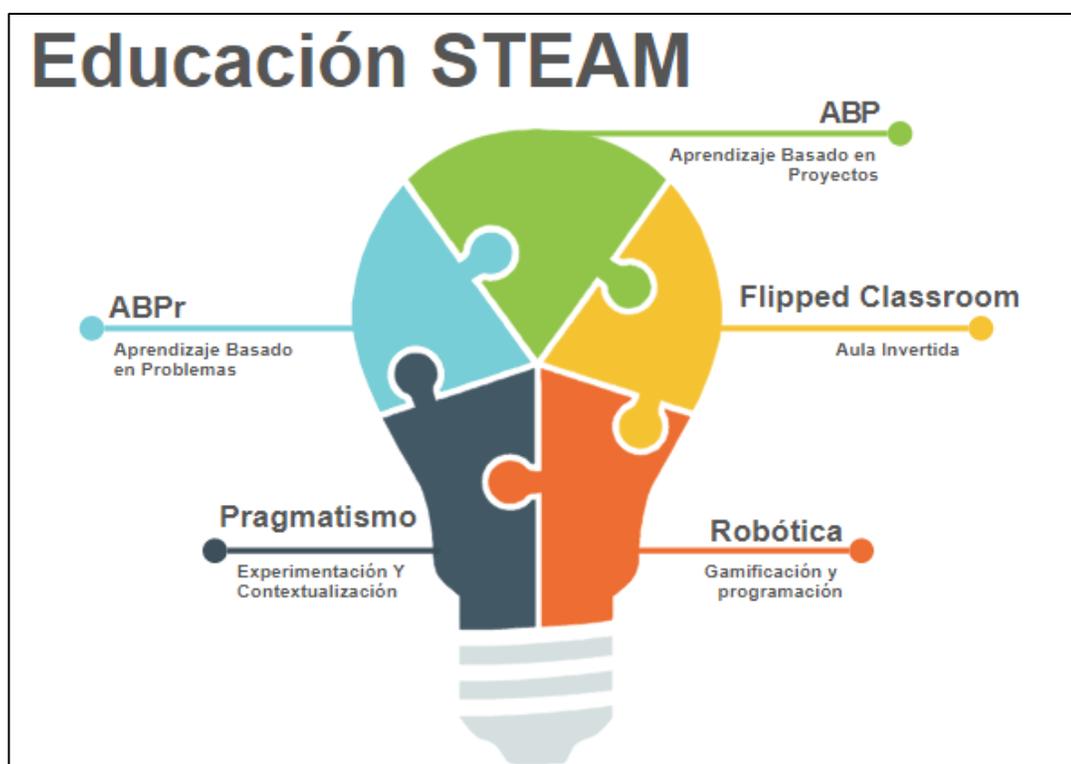


Gráfico 8. Metodologías activas de aprendizaje que propician a la educación STEAM.

Gestión de Apropiación e Integración

El ritmo vertiginoso y acelerado de la cuarta revolución industrial (Schwab, 2016), impulsado por las tecnologías digitales, condiciona a las instituciones educativas a intentar estar a la vanguardia de estos avances, incluso, la pandemia asociada al COVID-19, cambió

el paradigma de la educación presencial a una virtual y a distancia, sin que la mayoría de las instituciones y comunidades educativas estuvieran preparadas para tal cambio. Pero, aun así, los avances de las tecnologías digitales y de las telecomunicaciones, abrieron una gran ventana para poder seguir educando a los estudiantes de formas que sólo se hubieran podido imaginar que pasaría en unos 50 años o más. Pero no todo es positivo, durante este enclaustramiento obligatorio, se percibieron, profundamente, las diferencias notables o grandes brechas entre aquellos que disponen de recursos y tecnologías de avanzada contra aquellos que, a duras penas, se ganan el pan de cada día y no cuentan ningún tipo de dispositivo electrónico que sirva para navegar en internet.

Educar en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas provee al estudiante de herramientas y competencias que le ayudarán ser más competentes para la sociedad. Un ejemplo de innovación de la mano de la tecnología, son las denominadas *Starsup*, Golan (2014) lo define como «negocios que quieren innovar, desarrollar tecnologías y diseñar procesos web», de las cuales, se requieren de inversiones mínimas de dinero en comparación de una empresa tradicional, pero que requieren de personal bien capacitado en el uso de tecnologías, con gran capacidad de creatividad e innovación. Este tipo de empresas emergentes, hacen uso eficiente de plataformas propias y de las redes sociales para ofrecer sus productos o servicios a sus potenciales clientes.

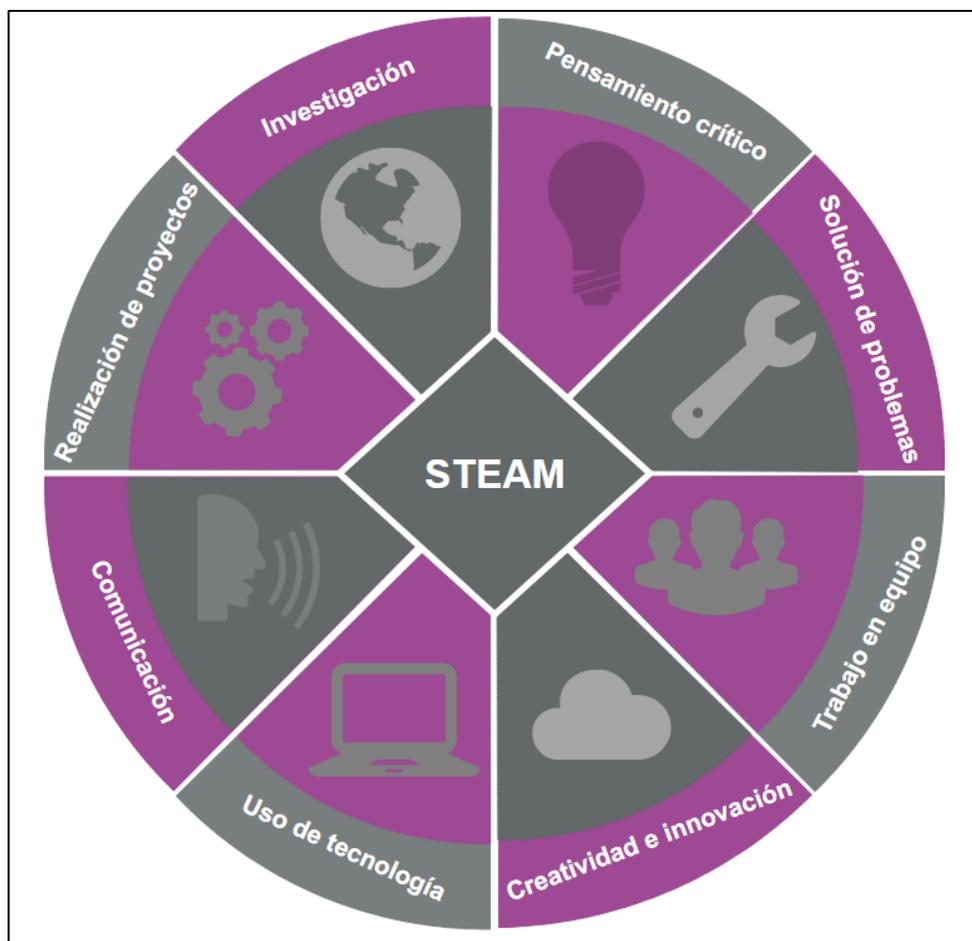


Gráfico 9. Competencias y habilidades que se desarrollan en los estudiantes por medio de la educación STEAM.

Para la consolidación de metodologías educativas, como la educación STEAM, se requiere del compromiso de todos los actores en materia educativa, es necesario que la gestión gerencial, administrativa y financiera propicie los recursos, espacios, materiales y herramientas para su buena ejecución, así como también, ofrecer acompañamiento y control en la reestructuración curricular, proyectos transdisciplinarios, capacitaciones para los docentes y demás requerimientos que sean de pertinencia para que la educación STEAM sea una realidad en la institución educativa.

Por parte de los docentes, se pretende que estos asuman con responsabilidad y apropiación esta metodología, muy a pesar de los tropiezos que al inicio se lleguen a tener,

se espera que, con paciencia, investigación, cooperación entre docentes y directivos docentes se logre de la participación de toda la comunidad educativa, trabajando de forma integrada, dinámica y activa, desarrollando una visión holística STEAM, y con esto propiciar las competencias STEAM en los estudiantes. Para completar la divina trinidad, el papel de los padres es imprescindible para lograr concienciar y motivar a los estudiantes en pro del estudio de las ciencias y las matemáticas, no como tradicionalmente se ha desarrollado, sino inmerso en el marco STEAM. Los estudiantes tienen el papel protagonista en el marco de la educación STEAM, son agentes activos y creativos de su propio conocimiento, por medio de la guía y ayuda de la trinidad mencionada previamente.

Aunque una metodología como esta requiere de la participación de toda la comunidad educativa y se brinden las condiciones básicas necesarias, los docentes cargan con la responsabilidad final para que la educación STEAM sea una realidad que perdure y no sólo sea una fugaz iniciativa de unos pocos. El docente como persona humana, con sus propias emociones, ideales y creencias, tiene sus propias concepciones respecto a lo que se debe enseñar (contenidos) y la forma en que lo realiza (pedagogía), este carácter vinculante, docente – pedagogía, desata una serie de incertidumbres entre lo que se espera al aplicar la metodología STEAM; por ende, se vuelve imperativo crear comunidades docentes STEAM, al menos internamente en las instituciones educativas, para establecer criterios, métodos y crear proyectos integrados transdisciplinarios por medio de la colaboración entre pares.

El trabajo mancomunado entre docentes es fundamental en cualquier institución educativa, con objetivos claros y compartidos, pero cuando se trabaja la metodología STEAM, el trabajo entre docentes es prácticamente una obligación. La educación STEAM, en cierto modo, obliga a los docentes a trabajar en equipo, dejando de lado a la educación parcelada sin conexión entre las demás áreas del saber, del contexto y de la vida misma, para pasar a un currículo integrativo y holístico, consiente del contexto social, político y ecológico, basados en las tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento (TAC), que más allá de llenar la cabeza de los estudiantes de contenidos se preocupa por incentivar el pensamiento crítico y sistémico, el desarrollo de habilidades científicas, tecnológicas, de

ingeniería, artísticas y lógico-matemáticas, el trabajo en equipo, la conciencia social y medioambiental.

El análisis contextual y holístico de la teoría cognitiva presente en la metodología STEAM, puede ser compatible por lo escrito por Wertheimer (Mencionado por Pozo, 2006), en el que «lo fundamental para obtener una solución productiva a un problema y comprenderlo realmente es captar los rasgos estructurales de la situación más allá de los elementos que la componen» (p. 172). Nos muestra la necesidad de asociaciones complejas y relaciones estructurales que deben ser interpretadas de forma global, así pues, lo tendiente a fragmentar el conocimiento de manera atómica, desligan totalmente el factor dinamizante de las estructuras contingentes de la realidad. Estas estructuras atómicas resultan poco vinculantes con el contexto en el que se desarrollan. Si bien y como ejemplo, la estructura molecular del agua, compuesto que incluso sirve para apagar el fuego, si se descompone en los átomos que la integran (dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno), nos sorprendería que el hidrógeno es un combustible y el oxígeno un comburente que, junto a una chispa, conforman el triángulo del fuego.

Sacar a colación un ejemplo de la química, no es una metáfora desacertada o ajena a la problemática social y educativa estudiada en esta investigación, si bien, es cierto que la realidad social es mucho más compleja y estructurada que las composiciones atómicas de las sustancias químicas, como la molécula del agua, no sería conveniente intentar apagar el fuego empleando oxígeno e hidrógeno por separado, así como también es poco conveniente dar solución a las problemáticas sociales desde la óptica independiente de cada área del saber. La educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular, por medio de una transposición didáctica de los contenidos, brindan la posibilidad de ver el mundo por medio de una visión holística del mismo, permitiendo afrontarlo desde diferentes ángulos y con diversas herramientas y habilidades, soportado por medio de herramientas tecnológicas que logren el empoderamiento y la participación de los estudiantes en la sociedad.

Este pequeño aporte a la sociedad y a la educación, denominada tesis doctoral permite, desde mi perspectiva como investigador, docente e ingeniero electrónico de profesión, resaltar la importancia de la educación STEAM en el contexto escolar y que con esto, sirva para construir una sociedad basada en el conocimiento científico, con ayuda de la

tecnología, las matemáticas y el arte. Por medio de esta investigación, se pudo develar acerca de la educación STEAM en la institución educativa objeto de estudio, las ventajas y desventajas de implementación, así como también, las dificultades de carácter estructural, curricular, pedagógico, epistemológico y metodológico; dificultades y problemáticas que no son distintas a las de muchas otras instituciones educativas de Colombia y Latinoamérica, pero que aun así, se esmera por construir un proyecto pedagógico pertinente a los avances paradigmáticos de la sociedad de la información, la tecnología, las telecomunicaciones y el conocimiento del siglo XXI.

CAPÍTULO VI

REFLEXIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

La educación STEAM y la manera en que se articulan diferentes áreas del conocimiento, pueden ser una manera de demostrar cómo la transversalidad en la educación no solo es posible, sino necesaria. La parcelación, divisionismo y fragmentación permite que, entre las fisuras existentes, se filtren indeseables que logren afectar el buen desarrollo del individuo como ser integral con capacidad crítica, capaz de determinar lo mejor para sí mismo y para la sociedad en la que se desenvuelve. De igual manera, por medio de la educación STEAM y de una visión holística, darle la posibilidad al individuo de reconocer el devenir de la sociedad con herramientas científicas, matemáticas, artísticas y tecnológicas, sacando provecho de las bondades de la globalización, pero evitando caer en todos los riesgos y perjuicios que también traen consigo; para con esto ser un sujeto centrado en sus intereses particulares pero que es comprometido con su comunidad, que sabe trabajar en equipo, sensible en cuanto temas medioambientales y protector de la naturaleza, una persona con criterio, inalienable, que disfrute de la vida, tenga autonomía, libre de ataduras y que sepa ser feliz.

En la identificación de los factores que puedan presentar cierta dificultad, para llevar a cabo la implementación de la educación STEAM en la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús, se presentaron ciertos aspectos desfavorables, indicado por los informantes clave durante las entrevistas, como también lo evidenciado por el investigador. Factores como malinterpretaciones de lo que signifique STEAM, no sólo en términos de acrónimo, sino en cuestiones paradigmáticas, metodológicas y epistemológicas, que impidan un adecuado desarrollo y ejecución en el marco del proyecto educativo institucional. Tales aspectos, como por ejemplo, la disposición de los docentes a nuevas metodologías o la falta de inversión en temas de infraestructura, herramientas y materiales, necesarios para el óptimo desarrollo de cualquier tipo de iniciativa educativa. En esto último, se hace necesaria la gestión por parte de los directivos, buscando apoyo en diferentes estamentos como podría ser: el Ministerio de Educación Nacional, el Ministerio

TIC, la Secretaría de Educación Departamental, la Alcaldía Municipal o en empresas privadas, así como también, el destinar una parte de los recursos del Sistema General de Participaciones que ingresan anualmente a la institución, para que la educación STEAM pueda establecerse y mantenerse.

Algo que no se puede dejar pasar es la situación actual de la pandemia, condicionante de todos los aspectos sociales y, por lo tanto, la educación no es ajena a esta problemática sanitaria. Es por tal que, este factor ha sido uno de los mayores agravantes al momento de hacer uso de una metodología que, desde siempre, ha sido concebida para realizarse y ejecutarse de manera presencial en las instituciones educativas. Pero más allá de todos los problemas e inconvenientes, esto nos brinda un nuevo horizonte de soluciones divergentes que jamás podrían haberse imaginado en situaciones normales, lo cual, nos hace cambiar muchos de los paradigmas existentes antes de la pandemia, como por ejemplo, migrar la educación escolar a la virtualidad, impensable antes del 2019, pero que hoy es una realidad, a medias, pero lo es. A medias en la medida de que no todos cuentan con las capacidades para hacer uso de ésta, ya sea por falta de preparación o capacidad en el manejo de la tecnología, en el caso de algunos docentes, o por cuestiones económicas respecto a la carencia de dispositivos electrónicos y datos para poderse conectar a internet, como les sucede a muchos estudiantes.

Respecto a las ventajas encontradas por el investigador, así como las manifestadas por los informantes clave, se encuentra con cierto personal capacitado en investigación, el uso adecuado de herramientas tecnológicas para el aprendizaje y el conocimiento, espacios digitales, el desarrollo de proyectos innovadores y la integración transdisciplinaria de las asignaturas, clave para el desarrollo de habilidades y competencias del siglo XXI. Otra ventaja encontrada por el investigador y que se encuentra implícita, es la facilidad para el uso y manejo de la tecnología que tienen los estudiantes por ser nativos digitales. Esto brinda un plus de motivación extra que sirve para incentivar y fomentar un acercamiento a las ciencias y a las matemáticas sin que les parezcan áreas tediosas y aburridas, si no, un complemento necesario para desarrollarse como ciudadanos capaces y competentes.

Hay que evitar dormirse en los laureles, si bien, la educación STEAM y la transdisciplinariedad curricular, junto con una apropiación de las tecnologías para el

aprendizaje y el conocimiento pueden brindar múltiples beneficios en la educación de los niños y jóvenes, caer o recaer en el automatismo pedagógico y didáctico puede resultar poco conveniente. Cada nuevo curso debe planearse en función de las características propias de los estudiantes y del contexto socio histórico que se presente en determinado momento, no olvidemos que no estamos exentos de situaciones atípicas, como la actualmente vivida a causa de la pandemia asociada al COVID-19, que pueden desmoronar estructuras bien establecidas, pero que instituidas en circunstancias diferentes no serían muy convenientes o apropiadas. Sin contar con situaciones extremas, evitar el automatismo pedagógico es recomendable para que los docentes no entren en hábitos perjudiciales como repetir una y otra vez sus prácticas educativas, olvidando que el mundo está en constante cambio y evolución, y por ende, los docentes tienen la responsabilidad de estar actualizándose y analizando el desarrollo de los acontecimientos de su contexto y del mundo.

Una cuestión importante que no fue abordada en la presente investigación por su complejidad y la necesidad de investigarse a fondo, pero que siempre se estuvo presente en los pensamientos del investigador: la brecha de género. Para iniciar, como estudiante de una institución técnica, al igual que egresado de ingeniería electrónica, fue evidente, en tantos años de educación secundaria, media y universitaria, la desigualdad en cuanto cantidad de hombres y mujeres en las aulas de clase, diferenciados en 4 a 1. Esta disparidad preocupante concuerda con lo publicado en un informe de la UNESCO (2019), indicando que «17 mujeres han ganado el premio Nobel de física, química o medicina desde que Marie Curie lo obtuvo en 1903, en comparación con 572 hombres» y que «solo el 28% de todos los investigadores en el mundo son mujeres». Se espera que en próximas investigaciones se ahonde más en esta problemática, ya que prescindir de un mayor protagonismo de las mujeres en la actividad científica, dificulta el camino en la búsqueda de la excelencia científica y se priva de nuevas perspectivas y visiones que generen resultados más creativos y consistentes.

REFERENCIAS

- Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural, EACEA P9 Eurydice (2011). *La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación*. [Documento en línea] Disponible: <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/la-ensenanza-de-las-ciencias-en-europa-politicas-nacionales-practicas-e-investigacion/ensenanza-ciencia-union-europea/15492> [Consultado: 2018, Diciembre 14]
- Alcaldía de Medellín (2018). Se fortalece el modelo Stem+H en Medellín. [Página web en línea] Disponible: <https://medellin.edu.co/sala-de-prensa/1277-se-fortalece-el-modelo-stem-h-en-medellin> [Consultado: 2018, Diciembre 15]
- Alcaldía de Montería (2018). *Primer foro regional, tendencias educativas del siglo XXI*. [Página web en línea] Disponible: <http://tic.monteria.gov.co/foro-stem/> [Consultado: 2018, Diciembre 15]
- Alfaro, C. y Chavarría J. (2012). La transposición didáctica: un ejemplo en el sistema educativo costarricense, *Revista Uniciencia*. 26. p. 153-168. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5381222.pdf>
- Allen, L. (Productor) y Hook, H. (Director). (1990). El señor de las moscas [Película]. Hollywood: Castle Rock Entertainment/Nelson Entertainment
- Antúnez, S. (1999). *El trabajo en equipo de los profesores y profesoras: factor de calidad, necesidad y problema. El papel de los directivos escolares*. Educar [Revista en línea]. 24. p. 89-110. Disponible: <https://ddd.uab.cat/pub/educar/0211819Xn24/0211819Xn24p89.pdf>
- Bagiya, Y. (2016). A Study of Evaluation Methodologies and Impact of STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Outreach Activities. Tesis doctoral no publicada. Coventry University. Coventry, UK.
- Barrio, J. (1997). Educación en valores: una utopía realista. Algunas precisiones desde la filosofía de la educación. *Revista española de pedagogía*, 207.

- Bauman, Z. (2007). *Los retos de la educación en la modernidad líquida*. Barcelona: Gedisa.
- Berenguer, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom. En Tortosa, M, Grau, S. y Álvarez, J. (Coords.), *XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares* [Libro en línea]. Alicante: Universidad de Alicante. Disponible: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/59358/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_108.pdf
- Berger, P. y Luckmann, T. (2003). *La construcción social de la realidad*. (S. Zuleta, Trads.). Buenos Aires: Amorrortu. (Trabajo original publicado en 1968)
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Pearson
- Bonilla, E., y Rodríguez, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en Ciencias Sociales*. Bogotá: Norma
- Bonwell, C. y Eison, J. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. ASHE-ERIC Higher Education Report*. Washington DC: School of Education and Human Development - George Washington University
- Bustamante, N. (2018, Abril 23). Colombia, lejos de alcanzar la meta de inversión en ciencia. *El Tiempo* [Periódico en Línea] Disponible: <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/presupuesto-de-inversion-en-ciencia-de-colombia-207254> [Consultado: 2019, Mayo 5]
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35. Disponible: <https://eric.ed.gov/?id=EJ898909> [Consultado: 2018, Diciembre 23]
- Bunge, M. (2012). *Filosofía de la tecnología y otros ensayos*. Lima: Fondo editorial de la UIGV
- Cantero, B. (2016). *Inclusión del género en la enseñanza de las ciencias*. Tesis doctoral publicada. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de transposición didáctica de Chevallard. *Cuadernos de antropología social*. 19, 49-61. Disponible: <http://www.unige.ch/fapse/clidi/textos/transposicion.pdf>

- Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional, CEDEFOP (2010). *El empleo en Europa exigirá más conocimientos y competencias*. [Documento en línea] Disponible:
<https://www.sepe.es/contenidos/personas/formacion/refernet/pdf/CEDEFOP-FEBR-2010.pdf> [Consultado: 2018, Diciembre 14]
- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Cifuentes, G. (2015). STEM en la escuela rural: enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la práctica de la robótica. *OEA* [Documento en línea] Disponible:
http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/Ponenecia_Virtual_Educa_P._Cifuentes_STEM.pdf
- Coffland, D. y Xie, Y. (2015). The 21st Century Mathematics Curriculum: A Technology Enhanced Experience. En Ge, X., Ifenthaler, D., y Spector, J. (Dir.), *Emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*. 1, 311-329. New York: Springer
- Colbert, V. (2018). El rol del docente como agente de cambio. *Ruta maestra Santillana* [Revista en línea]. 24, 26-28. Disponible: <https://rutamaestra.santillana.com.co/wp-content/uploads/2018/09/El-rol-del-docente-como-agente-de-cambio.pdf> [Consultado: 2021, Marzo 23]
- Colegio CEU Montepíncipe (2017, Junio 20). Competencias STEM, claves para el futuro [Página web en línea]. Disponible:
<http://www.colegioceumontepincipe.es/blog2/competencias-stem-claves-para-el-futuro/> [Consultado: 2018, Agosto 23]
- Consejo nacional de política económica y social, CONPES (2009). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación*. [Documento en línea] Disponible:
<https://www.ceo.org.co/images/stories/ceo/centro-documentacion/documento-conpes-3582-politica-nacional-ciencia-tecnologia-innovacion-ceo.pdf> [Consultado: 2018, Diciembre 15]
- Constitución. (1991). Gaceta constitucional de la República de Colombia, 127. Octubre 3, 1999.

- Corral, Y. (2008). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la educación* [Revista en línea]. 19(33), p. 228-247. Disponible: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n33/art12.pdf> [Consultado: 2019, Mayo 8]
- Cousinet, R. (1968). El automatismo pedagógico. *Revista de pedagogía*. p. 102-106. Disponible: http://repositorio.educacion.gov.ar:8080/dspace/bitstream/handle/123456789/108035/Monitor_8649.pdf?sequence=1 [Consultado: 2021, Mayo 11]
- Darias, D., Álvarez, E. y Castillo, S. (2020). *COVID-19: inclusión desde las TIC-TAC-TEP*. [Documento en línea]. Disponible: <https://formacionib.org/noticias/?COVID-19-inclusion-desde-las-TIC-TAC-TEP> [Consultado: 2021, Mayo 9]
- De Sousa, B. (2020). *La cruel pedagogía del virus*. Buenos Aires: Clacso.
- De Zubiría, J. (2008). *De la escuela nueva al constructivismo. Un análisis crítico* (2a. ed.). Bogotá: Magisterio.
- Dewey, J. (1917). *The need for a recovery of philosophy. Creative Intelligence: Essays in the Pragmatic Attitude*. 1, 3-69.
- Dewey, J. (1993). *La reconstrucción de la filosofía*. (A. Lázaro, Trads.). Barcelona: Planeta D' Agostini. (Trabajo original publicado en 1920)
- Dewey, J. (1998). *Democracia y educación. Una introducción a la filosofía de la educación*. (L. Luzuriaga, Trads.). Madrid: Morata. (Trabajo original publicado en 1916)
- Dewey, J. (2010). *Experiencia y educación*. (L. Luzuriaga, Trads.). Madrid: Biblioteca Nueva. (Trabajo original publicado en 1938)
- Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
- El Empleo (2018, Julio). Informe de tendencias laborales, segundo trimestre de 2018. [Documento en línea] Disponible: http://cmsresources.elempleo.com/sites/default/files/adjuntos/informe_de_tendencias_de_elempleo.com_-_julio_2018.pdf [Consultado: 2018, Agosto 31]
- El Espectador, Redacción educación (2018, Marzo 13). Los diez programas académicos que más estudian los colombianos. *El Espectador* [Periódico en línea]. Disponible:

- <https://www.elespectador.com/noticias/educacion/los-diez-programas-academicos-que-mas-estudian-los-colombianos-articulo-744149> [Consultado: 2018, Agosto 31]
- Espejo, R. y Sarmiento, R. (2017). *Metodologías activas para el aprendizaje*. Santiago: Universidad Central de Chile
- Espinosa, R., Rodríguez, R. y Olvera, M. (2017). El uso de las TIC, TAC, TEP, para desarrollar competencias empresariales y comunicativas en los estudiantes universitarios. *Revista TECSISTECATL*, 21. Disponible: [Consultado: 2021, Mayo 9]<https://www.eumed.net/rev/tecsistecat/n21/tic-tac-tep.html>
- Estévez, F. (2007) *Pragmatismo de William James*. [Blog En línea] disponible en <http://fernando-estevez-griego.blogspot.com/2007/07/pragmatismo-de-william-james.html> [Consultado: 2021, Mayo 5]
- Fermoso, P. (1989). *El modelo fenomenológico de investigación en pedagogía social*. *Educar*. 14 (15), 121-136.
- Fromm, E. (1957). *¿Tener o ser?* Nueva York: Harper & Row [Consultado: 2021, Abril 20]
- Fuentes, M. (2019). *Enriquecimiento de la formación docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK*. Tesis doctoral publicada. Universidad Rovira I Virgili. Tarragona, España
- Habermas, J. (1999). *Teoría de la acción comunicativa I. Racionalidad de la acción y racionalización social*. (M. Redondo, Trads). Madrid: Taurus. (Trabajo original publicado en 1981).
- Hallinen, J. (2015). STEM education curriculum. *Encyclopædia Britannica* [Enciclopedia en línea]. Recuperado de <https://www.britannica.com/topic/STEM-education> [Consultado: 2018, Diciembre 10]
- Hernaiz I. (2010). Las nuevas tecnologías y la calidad educativa. El desafío de la equidad. En Marchesi, A. (Ed), *V Foro Latinoamericano de Educación. Metas educativas 2021. Propuestas Iberoamericanas y análisis nacional* [Documento en línea]. Buenos Aires: Santillana. Disponible: https://issuu.com/hansmejiaguerrero/docs/libro_v_foro [Consultado: 2018, Mayo 2]

- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la investigación: guía para la comprensión holística de la ciencia*. Caracas: Quirón [Consultado: 2018, Mayo 2]
- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la investigación holística*. Caracas: Fundación Sypal [Consultado: 2018, Mayo 2]
- Gadamer, H. (1991). *Verdad y Método*. Salamanca (España): Ediciones Sígueme
- Galindo, J. y Badilla, M. (2016). Innovación docente a través de la metodología Flipped Classroom: percepción de docentes y estudiantes de Educación Secundaria. *Didáctica y educación* [Revista en línea]. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6672798.pdf>
- García, D. y Cremades, R. (2019). “Flipped classroom” en educación superior. Un estudio a través de relatos de alumnos. *Revista mexicana de investigación educativa* [Revista en línea]. Disponible: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v24n80/1405-6666-rmie-24-80-101.pdf>
- Ge, X., Ifenthaler, D., y Spector, J. (2015). Moving forward with STEAM education research. En Ge, X., Ifenthaler, D., y Spector, J. (Dirs), *Emerging technologies for STEAM education: Full STEAM ahead*. 1, 383-395. New York: Springer.
- Golan, P. (2014, Julio 25). ¿Qué es una startup? Su importancia y características. *Blog de Shopify* [Blog en línea]. Disponible: <https://www.shopify.com.co/blog/14934065-hablemos-sobre-startups-que-son-sus-caracteristicas-e-importancia> [Consultado: 2021, Abril 24]
- Gómez, L. (2019). Educación stem/steam como pretexto para la innovación en comunidades de aprendizaje. En Moreno, N. (Comp), *La Educación STEM/STEAM. Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. 1, 56-84. Itagüí (Colombia): Artes y letras.
- Guba, E. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational Communication and Technology*, 29(2), 75-91.
- Guba, E. y Lincoln, Y. (2000). Paradigmas en competencias en la investigación cualitativa. En Denman, C. y Haro, J. (Comp.). *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social*. 1, 113-145. Hermosillo, México: El Colegio de Sonora

- IEETA (2007). Standards for technological literacy: Content for the study of technology, third edition [Documento en línea] Disponible: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=42513&v=2a53e184> [Consultado: 2020, Octubre 10]
- Iglesias, A. (2017, Noviembre 20). Regenerar España a partir de las ‘STEM’. *El Mundo* [Periódico en línea] Disponible: <https://www.elmundo.es/economia/2017/11/13/5a09c6d446163f27628b45e1.html> [Consultado: 2018, Diciembre 17]
- Institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús. (2020). *Proyecto educativo institucional – PEI*. Aguachica, Colombia: Autor
- James, W. (prólogo de Rodríguez, L.). (1957). *El significado de la verdad*. (L. Rodríguez, Trads.). Buenos Aires: Aguilar. (Trabajo original publicado en 1909).
- James, W. (1907). *Pragmatism. A new name for some old ways of thinking*. Nueva York: Longmans, Green, and Co.
- Johnson, D. y Johnson, R. (1999). *Aprender juntos y solos. Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Buenos Aires: Aique
- Johnson, D., Johnson, R. y Holubec, E. (1999). *Aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós
- Kyere, J. (2016). *The effectiveness of hands-on pedagogy in STEM education*. Tesis doctoral no publicada. Walden University. Minneapolis, MN.
- Latorre, E., Castro, K. y Potes, I. (2018). *Las TIC, las TAC y las TEP: innovación educativa en la era conceptual*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Lave, J. y Packer, M. (2011). Hacia una ontología social del aprendizaje. *Revista de estudios sociales*, 40, 12-22.
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Aprendizaje situado. Participación periférica legítima*. Nueva York: Cambridge University Press
- Ley No. 1341 (Ley TIC). (2009, Julio 30). Gaceta constitucional de la República de Colombia, 787. Julio 30, 2009.
- Ley No. 1951 (Creación del ministerio de ciencia, tecnología e innovación). (2019, Enero 24). Gaceta constitucional de la República de Colombia, 111. Enero 24, 2019.

- López, M., Córdoba, C. y Soto, J. (2019). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education* [Revista en línea] 7, 1-16. Disponible: http://www.lajse.org/may20/2020_12002.pdf
- López, V., Couso, D. y Simarro, C., (2020). Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia* [Revista en línea], 62. Disponible: https://www.um.es/ead/red/58/lopez_et_al.pdf [Consultado: 2020, Junio 7]
- Maggio, M., (2018). Habilidades del siglo XXI: cuando el futuro es hoy [Documento en línea]. *XIII Foro Latinoamericano de Educación Primera edición*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Santillana. Disponible: http://www.fundacionsantillana.com/PDFs/XIII_Foro_Documento_Basico_WEB.pdf
- Marick Grupo (2016). A look at the history of STEM (and why We love It). [Página web en línea] Disponible: <http://marickgroup.com/news/2016/a-look-at-the-history-of-stem-and-why-we-love-it> [Consultado: 2018, Diciembre 8]
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT* [Revista en línea], 46 (158), 11-21. Disponible: http://cetis58.net/media/nfiles/2014/05/user_2_20140520165027.pdf
- Martínez, M. (2004). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Trillas
- MEN (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales [Documento en línea] Disponible: https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- MEN (2006). Estándares básicos de competencias [Documento en línea] Disponible: http://cms.mineduacion.gov.co/static/cache/binaries/articles-340021_recurso_1.pdf?binary_rand=1223
- MEN (2010). Orientaciones Pedagógicas para la Educación Artística en Básica y Media [Documento en línea] Disponible: https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-241907_archivo_pdf_orientaciones_artes.pdf

- MEN (2013). Orientaciones generales para la educación en tecnología [Documento en línea] Disponible: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339097_archivo_pdf_competencias_tic.pdf
- MEN (2014). Documento Guía. Docente de básica secundaria y media – matemáticas [Documento en línea] Disponible: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-342767_recurso_13.pdf
- MEN (2018). Guía para el mejoramiento institucional de la autoevaluación al plan de mejoramiento [Documento en línea] Disponible: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-177745_archivo_pdf.pdf
- Mendieta, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina* [Revista en línea]. 17(30), p. 1148-1150. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/2390/239035878001.pdf> [Consultado: 2019, Mayo 8]
- Millán, A., Marvin, A., Díaz, C. e Isis, Y. (2018). Enfoques paradigmáticos y metodológicos en la investigación educativa. *CIEG, revista arbitrada del centro de investigación y estudios gerenciales* [Revista en línea], 33. Disponible: [http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.%2033%20\(228-237\)-Milian%20Marvin-Diaz%20Isis_articulo_id401.pdf](http://www.grupocieg.org/archivos_revista/Ed.%2033%20(228-237)-Milian%20Marvin-Diaz%20Isis_articulo_id401.pdf) [Consultado: 2020, Julio 7]
- Min TIC. (2021). [Página web en línea]. Disponible: <https://www.mintic.gov.co/porta1/inicio/Ministerio/Acerca-del-MinTIC/> [Consultado: 2021, Mayo 9]
- Mojarro, A. (2019). *Mobile learning en la educación superior: una alternativa educativa en entornos interactivos de aprendizaje*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Huelva. Huelva, España.
- Morales, J. (2011). Fenomenología y hermenéutica como epistemología de la investigación. *Revista Paradigma*. 32(2), P. 7-22. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Maracay. Disponible: <http://ve.scielo.org/pdf/pdg/v32n2/art02.pdf> [Consultado: 2021, Abril 10]
- Morín, E. (1995). *Sociología*. (J. Tortella, Trads). Madrid: Tecnos
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. (M. Vallejo, Trads). París: UNESCO.

- Morín, E. (2002). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento.* (P. Mahler, Trads.). Buenos Aires: Nueva Visión.
- Morín, E. (2005). *Enseñar a vivir. Manifiesto para cambiar la educación.* (R. Figueira, Trads). Buenos Aires: Nueva Visión.
- Morín, E. (2005). *Introducción al pensamiento complejo.* (M. Pakman, Trads). Barcelona: Gedisa. (Trabajo original publicado en 1990).
- NASA (2010). NASA Supports the President's Educate To Innovate Campaign With Summer Of Innovation To Bring Students The Universe [Página Web en Línea] Disponible: https://www.nasa.gov/topics/nasalife/summer_of_innovation.html [Consultado: 2018, Diciembre 10]
- Nicolescu, B. (2013). La necesidad de la transdisciplinariedad en la educación superior. *Traspasando Fronteras* [Revista en línea]. 3. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4947784.pdf> [Consultado: 2021, Enero 5]
- Nolasco, M. (2014). Estrategias de enseñanza en la educación. *Vida científica* [Revista en línea]. 4(2). Disponible: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/e8.html> [Consultado: 2021, Marzo 24]
- Okuda, M. y Gómez, C. (2005). Métodos de investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de psiquiatría* [Revista en línea]. 1. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/806/80628403009.pdf> [Consultado: 2020, Julio 7]
- Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a South Texas Middle School.* Tesis doctoral no publicada. Texas A & M University de Corpus Christi. Texas.
- ONU, (2020). La pandemia es una oportunidad para repensar la educación y lograr un aprendizaje de calidad para todos. [Página Web en Línea] Disponible: <https://news.un.org/es/story/2020/10/1481832>
- Padrón, J. (2003). Aspectos clave en la evaluación de teorías. *Copérnico, Revista arbitrada de divulgación científica.* 1(1), pp. 71-82. Caracas. Disponible: <http://padron.entretemas.com.ve/AspectosClaveEvalTeorias.htm>
- Papert, S. (2001). Education for the knowledge society. A Russia-oriented perspective on technology and school. *UNESCO Institute for Information Technologies in*

- Education Newsletter* 1(1). [Documento en línea]. Disponible:
<https://docplayer.net/140848815-Education-for-the-knowledge-society-a-russia-oriented-perspective-on-technology-and-school.html> [Consultado: 2020, Marzo 27]
- Parra, J. (2003). La educación en valores y su práctica en el aula. *Revista Tendencias pedagógicas*, 8, p. 69-88.
- Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H. y Baek, Y. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 12(7). Disponible:
https://www.researchgate.net/publication/301298911_Teachers'_Perceptions_and_Practices_of_STEAM_Education_in_South_Korea [Consultado: 2018, Diciembre 22]
- Paucar, E. (2014). Las competencias STEM, el desafío de la nueva educación. *Diario el Comercio* [Periódico en línea]. Disponible:
<http://www.elcomercio.com/tendencias/competencias-stem-desafio-educacion.html>
 [Consultado: 2018, Mayo 2]
- Pérez de Tudela, J. (1988). *El pragmatismo americano: acción racional y reconstrucción del sentido*. Madrid: Cincel.
- Pérez, E., Alfonzo, N. y Curcu, A. (2013). Transdisciplinariedad y educación. *Educere* [Revista en línea]. 17(56), 15-26. Disponible:
<https://www.redalyc.org/pdf/356/35630150014.pdf>
- Pérez, G. (1994). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes*. Madrid: Muralla
- Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética. Vol 1. El pensamiento matemático*. Buenos Aires: Paidós
- Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética. Vol 2. El pensamiento físico*. Buenos Aires: Paidós
- Piaget, J. (1975). *Introducción a la epistemología genética. Vol 3. El pensamiento biológico, psicológico y sociológico*. Buenos Aires: Paidós
- Piaget, J. (1975). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Madrid: Siglo XXI.
- Pierce, C. (2005). *Pragmatismo*. (S. Barrena, Trads.). Madrid: Encuentro. (Trabajo original publicado en 1905)

- Portilla, M., Rojas, A. y Hernández, I. (2014). Investigación cualitativa: una reflexión desde la educación como hecho social. *Revista Universitaria, Universidad Antonio Nariño* [Revista en línea]. 3(2), 86-100. Disponible: http://revistas.udenar.edu.co/index.php/duniversitaria/article/view/2192/pdf_34 [Consultado: 2019, Mayo 8]
- Pozo, J. (2006). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Public Law 109–270 109th Congress (Estados Unidos), (2006, Agosto 12). [Transcripción en línea]. Disponible: <https://www.congress.gov/109/plaws/publ270/PLAW-109publ270.pdf> [Consultado: 2018, Diciembre 18]
- Putnam, H. (1999). *El pragmatismo. Un debate abierto*. (R. Rosaspini, Trads). Barcelona: Gedisa. (Trabajo original publicado en 1992).
- Reporte de la excelencia ETC Cesar (2018). Ministerio de Educación de Colombia [Documento en línea]. Disponible: https://diae.mineducacion.gov.co/dia_e/documentos/ETC/Informe_Cesar.pdf [Consultado: 2018, Mayo 2]
- Reporte de la excelencia IE Sagrado Corazón (2018). Ministerio de Educación de Colombia [Documento en línea]. Disponible: https://diae.mineducacion.gov.co/dia_e/documentos/2017/120011000075.pdf [Consultado: 2018, Mayo 2]
- Ricoy, C. (2006). Contribución Sobre los Paradigmas de Investigación. *Revista do Centro de Educação* [Artículo en línea]. 31(1), 11-22. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1171/117117257002.pdf> [Consultado: 2019, Mayo 8]
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D. Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H. y Hemmo, V. (2006). *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe*. Report for the European Comission. [Documento en línea]. Disponible: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Rodríguez, J. (2003). Paradigmas, enfoques y métodos en la investigación educativa. *Revista Investigación educativa*, 7(12), 23-40.
- Rosas, R. y Sebastián. C. (2008). *Piaget, Vygotski y Maturana. El constructivismo a tres voces*. Buenos Aires: Aique

- Ruben, B. (1990). En la era de la información: información, tecnología y estudio del comportamiento. *Universidad del Estado de New Jersey* [Documento en línea] Disponible:
<http://revistas.ucm.es/index.php/DCIN/article/viewFile/DCIN9090110053A/20326>
 [Consultado: 2018, Mayo 2]
- Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, flipped classroom y robótica educativa*. Tesis doctoral no publicada. Universidad CEU Cardenal Herrera. Valencia, España.
- Sánchez, J. (2013). Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos. *Actualidad pedagógica*. Disponible: https://www.estuaria.es/wp-content/uploads/2016/04/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf
- Sanders, M. y Wells, J. (2010). *Virginia Tech, Integrative STEM Education Graduate Program* [Página web en línea]. Disponible:
<http://web.archive.org/web/20100924150636/http://www.soe.vt.edu/istemed>
 [Consultado: 2020, Junio 1]
- Scott, L. (2015). El Futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?. *Investigación y prospectiva en educación: contribuciones temáticas UNESCO* [Revista en línea] 14. (1-19). Disponible:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242996_spa
- Sáenz, J. (2012). La infancia de la infancia. Particularidades y efectos del discurso sobre la degeneración de la raza colombiana en los años veinte y treinta del siglo pasado. *Nuevas Miradas A La Historia De La Infancia En América Latina. Entre Prácticas Y Representaciones*. [Documento en línea] 209 – 240. Disponible:
<http://www.historicas.unam.mx/publicaciones/publicadigital/libros/miradas/mirada009.pdf> [Consultado: 2020, Junio 2]
- Sartori, G. (1998). *Homo videns. La sociedad teledirigida*. Madrid: Taurus
- Scott, C. (2015). El Futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita en el siglo XXI?. *Investigación y prospectiva en educación: contribuciones temáticas. UNESCO* [Documento en línea] Disponible:

- https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242996_spa [Consultado: 2020, Mayo 25]
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Geneva: World Economic Forum [Consultado: 2020, Mayo 25]
- Semana, redacción educación (2020, marzo 12). Coronavirus: si hay cierres de colegios, 96 % del país no podría hacer clases virtuales. *Semana* [Revista en línea]. Disponible: <https://www.semana.com/educacion/articulo/coronavirus-si-hay-cierres-de-colegios-el-96--del-pais-no-podria-hacer-clases-virtuales/656230> [Consultado: 2020, Abril 2]
- Silberman, M. (1998). *Aprendizaje activo. 101 estrategias para enseñar cualquier materia*. (A. Oklander, Trads.). Buenos Aire: Troquel
- Sirvent, M. y Rigal, L. (2012). *Investigación acción participativa*. Proyecto páramo andino
- Smith, B. (2007) *Ontología*. (P. Díaz, Trads.). Disponible: <https://philarchive.org/archive/SMIO-8>
- Smuts, J. C., (1926). *Holism and evolution*, New York: The Macmillan Company
- Steele, S. (2014). Los silos de la educación. *Energetic Learning Campus* [Página web en línea]. Disponible: <http://elc.prn.bc.ca/?p=788> [Consultado: 2018, Mayo 3]
- Stenhouse, L. (1982). El profesor como tema de investigación y desarrollo. *Revista de Educación*, 277, 43–53.
- Strauss A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Antioquia: Universidad de Antioquia Facultad de Enfermería de la Universidad de Antioquia
- Trabaldo, S., Mendizábal, V. y González, M. (2017). *Microlearning: experiencias reales de aprendizaje personalizado, rápido y ubicuo*. [Documento en línea]. Disponible: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/65550/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Turner, K. (2013). *Northeast Tennessee Educators' Perception of STEM Education Implementation*. Tesis doctoral no publicada, East Tennessee State University, Johnson City, TN.
- Ugas, G. (2005) *Epistemología de la Educación y la Pedagogía*. San Cristóbal (Venezuela): Taller Permanente de Estudios Epistemológicos en Ciencias Sociales

- UNESCO (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICs en educación en América Latina y el Caribe* [Documento en línea]. Disponible:
http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/tics_esp.pdf [Consultado: 2018, Agosto 31]
- UNESCO (2019). *Descifrar el código. La educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2020). *Impacto de COVID-19 en la educación*. [Página web en línea].
 Disponible: <https://es.unesco.org/covid19/educationresponse> [Consultado: 2020, Abril 2]
- UNESCO (2021). *Un año de educación perturbada por la COVID-19: ¿Cómo está la situación?* [Página web en línea]. Disponible: <https://es.unesco.org/news/ano-educacion-perturbada-covid-19-como-esta-situacion> [Consultado: 2021, Mayo 11]
- UPEL (2006). *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. Caracas: FEDUPEL.
- Useche, G. & Vargas, J. (2019). Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la educación básica y media. *Revista TEMAS*, 3(13), 109-121.
- The White House President Barack Obama (2009). President Obama Launches “Educate to Innovate” Campaign for Excellence in Science, Technology, Engineering & Math (Stem) Education. [Página web en línea] Disponible:
<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/president-obama-launches-educate-innovate-campaign-excellence-science-technology-en> [Consultado: 2018, Diciembre 10]
- Vasilachis, I. (1992). *Métodos cualitativos I. Los problemas teóricos epistemológicos*. Buenos Aires: Centro editor de América Latina
- Vergara, J. (2015). *Aprendo porque quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso*. España: SM
- Vygotski, L. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica
- Wasserman, M. (2017, Junio 16). Ciencia, tecnología e innovación en Colombia hoy. *El Tiempo* [Periódico en línea]. Disponible:

<https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-colombia-hoy-99494> [Consultado: 2018, Agosto 31]

Wagner, T. (2010). *The Global Achievement Gap. Why Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need – and What We Can Do About It*. Nueva York: Basic Books.

Yakman, G. (2008). *STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education* [Documento en línea]. Disponible:

<https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a> [Consultado: 2018, Agosto 23]

ANEXOS

Archivo Atlas.ti de la unidad hermenéutica de investigación.



Página web de la Institución Educativa Sagrado Corazón de Jesús del municipio de Aguachica, departamento del Cesar – Colombia.



Grupo Juventud Colsagradista en Facebook, espacio digital y ventana de la institución educativa Sagrado Corazón de Jesús.





OBSERVACIÓN DE CAMPO – OC:01		
Actividad	Revisión de las locaciones, materiales y herramientas	Fecha 1 de junio de 2019
Investigador/Observador	Oliver Contreras Rodríguez	
Objetivo/pregunta	Indagar acerca de las dificultades epistemológicas, metodológicas, estructurales y curriculares para la implementación de la educación STEAM en el nivel de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón Jesús de Aguachica	
Lugar-espacio	Institución educativa Sagrado Corazón de Jesús	
Técnica aplicada	Observación no participante	
Personajes que intervienen	Docentes de las áreas relacionadas	
Descripción de actividades, relaciones y situaciones sociales cotidianas		
<p>Visualización del estado general de la institución respecto a las instalaciones, aulas y espacios en los que se departen las clases regularmente, así como también de un inventario superficial de las herramientas y materiales disponibles para realizar las actividades.</p> <p>En esta primera aproximación con el objeto de estudio, en búsqueda de los objetivos de investigación, se encuentra un panorama no muy favorable en la institución educativa, ya que no cuenta con los espacios adecuados, como laboratorios o talleres. De igual manera se observa que la cantidad de materiales y herramientas necesarias para realizar actividades significativas en pro de la educación STEAM, son escasos e insuficientes para que los estudiantes puedan realizar prácticas de forma satisfactoria y en grupos no muy grandes.</p>		
Observaciones		



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”

OBSERVACIÓN DE CAMPO – OC:01		
Actividad	Revisión de las locaciones, materiales y herramientas	Fecha 1 de junio de 2019
Investigador/Observador	Oliver Contreras Rodríguez	
Objetivo/pregunta	Indagar acerca de las dificultades epistemológicas, metodológicas, estructurales y curriculares para la implementación de la educación STEAM en el nivel de educación media de la Institución Educativa Sagrado Corazón Jesús de Aguachica	
Lugar-espacio	Institución educativa Sagrado Corazón de Jesús	
Técnica aplicada	Observación no participante	
Personajes que intervienen	Docentes de las áreas relacionadas	
Descripción de actividades, relaciones y situaciones sociales cotidianas		
<p>Visualización del estado general de la institución respecto a las instalaciones, aulas y espacios en los que se departen las clases regularmente, así como también de un inventario superficial de las herramientas y materiales disponibles para realizar las actividades.</p> <p>En esta primera aproximación con el objeto de estudio, en búsqueda de los objetivos de investigación, se encuentra un panorama no muy favorable en la institución educativa, ya que no cuenta con los espacios adecuados, como laboratorios o talleres. De igual manera se observa que la cantidad de materiales y herramientas necesarias para realizar actividades significativas en pro de la educación STEAM, son escasos e insuficientes para que los estudiantes puedan realizar prácticas de forma satisfactoria y en grupos no muy grandes.</p>		
Observaciones		



GUIÓN DE ENTREVISTA DIRIGIDO A DOCENTES

Estimado Docente, la intencionalidad de la presente entrevista se basa en: Generar fundamentos teóricos derivados desde la transdisciplinariedad de la experiencia docente que enseñanza matemáticas, ciencias, tecnología y arte en el nivel de Educación Media apoyado en la educación STEAM. Agradezco me otorgue unos minutos de su tiempo para responder las siguientes preguntas que servirán para establecer algunos constructos teóricos didácticos que permitan comprender el fenómeno de estudio.

Datos del entrevistado:

Profesión: _____ Ocupación: _____

Nivel Educativo: _____ Género: _____ Edad: _____

Categoría central: Gestión de implementación Educación STEAM y Transdisciplinariedad Curricular

Subcategoría: Dificultades de implementación.

1. ¿Cuáles dificultades supone más notables al implementar la educación STEAM en la institución educativa, más específicamente, en el nivel de educación media?

Subcategoría: Fortalezas.

2. ¿Qué fortalezas considera relevantes o pertinentes para la implementación de la educación STEAM en la institución educativa?

Subcategoría: Integración curricular: ventajas.

3. ¿Qué ventajas importantes observa en la integración curricular y la transdisciplinariedad utilizadas al implementar la metodología STEAM?

Subcategoría: Integración curricular: desventajas.

4. ¿Cuáles desventajas piensa que son relevantes de la integración curricular y la transdisciplinariedad al utilizar la educación STEAM con los estudiantes de educación media de su institución?

Categoría central: Gestión de estrategias en la enseñanza.

Subcategoría: Motivación al aprender.

5. Según su apreciación ¿Cuáles aspectos de la educación STEAM considera efectivas para aumentar la motivación en el aprendizaje de los estudiantes de educación media?

Subcategoría: Mejoramiento académico.

6. Explique las ventajas que supone implementar la metodología STEAM en el aula de clase respecto al mejoramiento académico en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Subcategoría: Aprendizaje activo

7. Describa qué estrategias implementa en el aula que promuevan el aprendizaje activo.

Categoría central: Gestión de apropiación e integración

Subcategoría: Balance general.

8. En términos generales ¿considera pertinente a la educación STEAM como alternativa de enseñanza a los métodos tradicionales y a la enseñanza magistral utilizada en la institución educativa? Explique.

Subcategoría: Oportunidades de mejora.

9. Tomando como punto de referencia el estado actual de las cosas ¿Qué aspectos puntuales relevantes considera que se deben mejorar para que la educación STEAM sea más eficiente en relación a las metas propuestas en la institución educativa, como por ejemplo las pruebas SABER?

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”
RUBIO- ESTADO TÁCHIRA.

CRITERIOS PARA LA VALIDACIÓN

1.- Redacción del Instrumento

El guion de entrevista presenta buena redacción, ya que responde a su intencionalidad, a su contexto de investigación y sus informantes claves.

2.- Relación de las categorías centrales con los objetivos planteados

Referente a este considere ajustar la categoría central del tercer objetivo específico que involucra las categorías descriptivas: balance general y oportunidades de mejora.

3.- Relación de las categorías descriptivas con las categorías centrales

Se recomienda ajustar algunas categorías descriptivas, de acuerdo a las consideraciones hechas en la página anterior. Con el propósito de fortalecer estas categorías.

4.- Pertinencia del guion de entrevista con los objetivos a investigar.

El guion de entrevista presenta una pertinencia bastante significativa al desarrollo de la propuesta de la tesis doctoral. Solo se recomienda abordar las otras categorías descriptivas para un mayor abordaje al momento de procesar el análisis del guion de entrevista.

Validador: Carlos J. Gamez
C.I. V: 14605720

Firma: _ 

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO RURAL “GERVASIO RUBIO”
RUBIO- ESTADO TÁCHIRA.**

DATOS DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos: Carlos J. Gámez S.

C.I: 14605720

Título de Pregrado: Lic. En Educación Matemática, Lic. En Contaduría Pública

Título de Postgrado: Magister en Matemática

Doctorado: Doctorado en Educación

Institución donde Labora: Universidad Pedagógica Experimental Libertador “Gervasio Rubio”



FIRMA