



MAR CARIBE

EDITORIAL

TECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA DESARROLLAR LA METODOLOGÍA STEAM

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

RUBÉN ORLANDO ARBAÑIL RIVADENEIRA

ZORAIDA ROCÍO MANRIQUE CHÁVEZ

ALEJANDRO MANUEL ECOS ESPINO

DANIEL QUISPE DE LA TORRE

FIDENCIO ORE CABRERA

KELLY LUZ AMAYA AMAYA

Depósito Legal N° 202309860

ISBN: 978-612-5124-15-9



9 786125 124159

Tecnología educativa para desarrollar la metodología STEAM

Rubén Orlando Arbañil Rivadeneira, Zoraida Rocío Manrique Chávez, Alejandro Manuel Ecos Espino, Daniel Quispe de la Torre, Fidencio Ore Cabrera, Kelly Luz Amaya Amaya

© Rubén Orlando Arbañil Rivadeneira, Zoraida Rocío Manrique Chávez, Alejandro Manuel Ecos Espino, Daniel Quispe de la Torre, Fidencio Ore Cabrera, Kelly Luz Amaya Amaya, 2023

Jefe de arte: Yelitza Sánchez

Diseño de cubierta: Yelitza Sánchez

Ilustraciones: Ysaelen Odor

Editado por: Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernaleté Lugo

Jr. Leoncio Prado, 1355 – Magdalena del Mar, Lima-Perú. RUC: 15605646601

Libro electrónico disponible en http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1873

Primera edición – octubre 2023

Formato: electrónico

ISBN: 978-612-5124-15-9

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 202309860

Tecnología educativa para desarrollar la metodología STEAM

Rubén Orlando Arbañil Rivadeneira, Zoraida Rocío Manrique Chávez,
Alejandro Manuel Ecos Espino, Daniel Quispe de la Torre, Fidencio Ore
Cabrera, Kelly Luz Amaya Amaya

2023

Tabla de contenido

Prólogo.....	5
Capítulo I	7
Educación STEM en un Mundo Digital.....	7
1.1 Ámbito de Aplicación STEM	17
1.2 Herramientas Digitales en las Prácticas Científicas, de Ingeniería y Matemáticas	18
1.3 Desafíos y Oportunidades en la Educación STEM	22
Capítulo II	37
Metodología STEM	37
2.1 Fundamentaciones Teóricas STEAM	45
2.2 El Método STEAM en la Educación	51
2.3 Aportes de la Metodología STEAM en la Educación	58
2.4 Aportes de la Metodología STEAM a las Aptitudes Docentes	60
Capítulo III.....	66
La Robótica Educativa y la Metodología STEAM	66
3.1 Influencia de la Robótica Educativa en el Aprendizaje.....	70
3.2 El Aprendizaje STEAM y la Robótica Educativa	74
3.3 Pensamiento Computacional	77
3.4 La Robótica Educativa y STEAM en las Aulas.....	81
3.5 Metodologías Didácticas para la aplicación Robótica.....	85
3.6 La Gamificación como Robótica Educativa.....	90
3.7 El Aprendizaje Colaborativo y la Robótica Educativa	92
Capítulo IV.....	94
La Educación STEM/STEAM.....	94
4.1 Consideraciones Teóricas y Filosóficas.....	97
4.2 Características Filosóficas: Axiología, Epistemología y Ontología	101
4.3 Educación y Cultura STEM/STEAM.....	105
4.4 Educación STEM/STEAM en Comunidades de Aprendizaje	112
4.5 Enseñanza STEM/STEAM Basada en Competencias.....	115
Conclusión	122

Prólogo

El enfoque STEAM, que abarca la integración de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, ha ganado popularidad en todo el mundo debido a los numerosos beneficios que ofrece. Al combinar estas disciplinas, se fomenta la innovación, la motivación, el pensamiento lógico y la creatividad, haciendo así que la ciencia sea más atractiva para los estudiantes (Meza Y Duarte, 2020). Como resultado, ha adquirido cada vez más relevancia en documentos marco de políticas educativas, literatura especializada, medios de comunicación generalistas y foros de debate sobre educación y formación (López et al., 2020). Este método de enseñanza integral también ha despertado un importante interés en el sistema de educación superior, particularmente por su capacidad para desarrollar habilidades y competencias basadas en capacidades individuales e inteligencias múltiples, al tiempo que promueve la inclusión educativa (Asinc et al., 2019).

A diferencia de la enseñanza tradicional tipo conferencia, el uso de metodologías activas como STEAM ha demostrado mejorar significativamente los resultados académico, ya que enfatiza el aprendizaje y las prácticas pedagógicas integrales que cubren diversos contenidos curriculares (Santillán et al., 2020). En general, el enfoque STEAM se ha convertido en una herramienta valiosa para promover la educación holística y mejorar la participación y el rendimiento de los estudiantes. Dada la importancia de la metodología STEAM para fomentar procesos transformadores en la educación según (Yakman, 2008), el propósito de este estudio fue realizar un examen exhaustivo de los fundamentos conceptuales y teóricos de la metodología STEAM.

En el mundo actual, para los humanos se ha convertido casi en una segunda naturaleza interactuar con la tecnología, ya que impregna prácticamente todos los aspectos de la vida. Esto es especialmente evidente en el campo de la educación, donde existe una tendencia creciente a utilizar la robótica educativa para fomentar el desarrollo de habilidades y mejorar las experiencias de aprendizaje de niños y jóvenes. Se han identificado múltiples métodos cuando se trata de utilizar robots como un medio para que los estudiantes adquieran conocimientos sobre su construcción y programación, lo que en última instancia conduce a la creación de prototipos innovadores. Todas estas perspectivas tienen como objetivo fomentar el crecimiento de las habilidades de pensamiento lógico-matemático y algorítmico, así como otras habilidades esenciales como la creatividad, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

El concepto de robótica educativa surgió en la década de 1960 gracias al trabajo pionero del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), que creó los primeros robots diseñados específicamente para que los niños los manipularan y programaran. Durante la última década, este campo ha ganado una popularidad significativa, particularmente en el ámbito del

aprendizaje activo y la educación interdisciplinaria. Ha demostrado ser una herramienta eficaz para la enseñanza de diversas materias como matemáticas, ciencias y tecnología y, más recientemente, también se ha utilizado para fomentar la creatividad y el desarrollo artístico de los estudiantes, lo que ha llevado a la inclusión del arte dentro del enfoque STEAM.

Vale la pena señalar que el acrónimo STEAM, que significa Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, fue introducido por primera vez por Yakman, quien enfatizó la importancia del aprendizaje interdisciplinario y por lo tanto, agregó la "A" de artes a la ya existente. Acrónimo STEM, dando como resultado el concepto inicial ARST. (Romero et al., 2014) sostienen que la inclusión de la robótica educativa en los currículos escolares de educación básica es beneficiosa para mejorar la calidad de la educación al promover el conocimiento tecnológico. Esta integración ha sido particularmente prominente en países como Alemania, Inglaterra, Italia, España, Canadá y los Estados Unidos de América. Aunque México también ha comenzado a adoptar esta tecnología en la educación primaria y secundaria, aún se encuentra en las primeras etapas en comparación con estas otras naciones. Por ejemplo, ciertos estados de México han realizado pruebas piloto en escuelas públicas dependientes de la Secretaría de Educación Pública, con el objetivo de generar estudios valiosos que puedan medir el impacto del uso de robots con fines docentes.

El objetivo es evaluar la relevancia y los beneficios potenciales de integrar la robótica en el plan de estudios para mejorar las habilidades en ciencias, matemáticas y tecnología. Además, las instituciones ajenas a la educación formal también están desempeñando un papel en la promoción de la educación en robótica a través de actividades como cursos extracurriculares y ferias de robótica. Varios estudios han explorado los avances en robótica educativa, ejemplificados por la notable investigación realizada por (Herrera y Rincón, 2012). De manera similar, en el ámbito del pensamiento computacional, González realizó un estudio en profundidad en 2018 que mostró el estado actual del aprendizaje temprano en este campo. El autor de este artículo sostiene que hay escasez de investigaciones sobre la integración exitosa de la robótica educativa, el aprendizaje STEAM y el pensamiento computacional en el plan de estudios escolar.

Sin embargo, el propósito de este trabajo es proporcionar una visión integral de los numerosos estudios realizados sobre estos tres temas interconectados. Vale la pena señalar que la mayoría de los autores han examinado estos temas de forma aislada, principalmente en conjunto con el entorno de la robótica. Mientras que (Suárez et al., 2018) brindan una idea de la fusión del pensamiento computacional y la robótica, así como su impacto potencial en la educación STEM, es imperativo explorar la amplia gama de estudios realizados en cada uno de estos dominios por separado. Para comprender completamente el papel del robot como herramienta para facilitar las mediaciones en la educación, es crucial reconocer la importancia de emplear estrategias de enseñanza constructivas.

La implementación efectiva de estas estrategias requiere tiempo adecuado y una capacitación integral de los docentes. Asimismo, es esencial tener materiales didácticos

apropiados disponibles para las lecciones, asegurando que sean consistentes y accesibles tanto para los educadores como para los estudiantes. Como destacan (Mataric et al., 2007), estos factores desempeñan un papel fundamental a la hora de maximizar los beneficios potenciales de incorporar robots en entornos educativos. La integración de la robótica educativa ha sido reconocida como altamente ventajosa para el aprendizaje, como lo destacaron Bravo y Forero en 2012. La utilización de robots como herramientas educativas no sólo ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades y competencias al abordar problemas multidisciplinarios, sino que también mejora sus habilidades tecnológicas para abordar los desafíos actuales.

Aparte de, la incorporación de robots en la educación genera sensación de anticipación y motivación entre los estudiantes, facilitando su adquisición de conocimientos. Del mismo modo, (Márquez y Ruiz, 2014) destacan que el empleo de robots en la educación infantil fomenta la creatividad y la motivación, permitiendo en última instancia el desarrollo de habilidades cognitivas y manuales. La Tecnología Educativa es una herramienta esencial para desarrollar la metodología STEAM, la cual combina ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en un enfoque interdisciplinario. La integración de la tecnología en el ámbito educativo permite a los estudiantes explorar y experimentar de manera más activa y práctica, fomentando su creatividad, pensamiento crítico y habilidades de resolución de problemas.

Igualmente, la tecnología educativa facilita el acceso a recursos digitales y plataformas interactivas, lo que enriquece el proceso de aprendizaje y promueve una mayor participación y colaboración entre los estudiantes. A través de la implementación de la tecnología educativa, los educadores pueden crear entornos de aprendizaje más dinámicos y personalizados, adaptados a las necesidades e intereses individuales de cada alumno. De esta manera, la tecnología educativa se convierte en un elemento clave para promover una educación más inclusiva y equitativa, brindando a todos los estudiantes, independientemente de su ubicación o contexto socioeconómico, igualdad de oportunidades para adquirir conocimientos y habilidades STEAM. En resumen, la tecnología educativa es fundamental para el desarrollo de la metodología STEAM, ya que potencia el aprendizaje activo, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, promoviendo una educación más inclusiva y equitativa.

Capítulo I

Educación STEM en un Mundo Digital

A lo largo de los años, la educación STEM/STEAM se ha convertido en una fuerza impulsora importante en la transformación educativa, moldeando la forma en que pensamos y abordamos los procesos de aprendizaje. En el siglo pasado, ha habido un énfasis creciente en mejorar las experiencias de aprendizaje para hacerlas más significativas, innovadoras, creativas y críticas, en lugar de centrarse simplemente en la memorización. Este proyecto de investigación tuvo como objetivo contribuir a este esfuerzo continuo explorando el potencial de las

experiencias teóricas y experimentales en la enseñanza de las ciencias y utilizando la tecnología Arduino como herramienta para modelar sistemas mecánicos. La intención mencionada anteriormente ha sido influenciada por diversas teorías pedagógicas que se consideran representaciones ideales del ser humano, inspirándose en pensadores como Emilio de Rousseau.

Estas teorías incluyen el concepto de zona de desarrollo próximo de Vygotsky, el énfasis de Ausubel en el aprendizaje significativo y la exploración de la biología del amor de Maturana como lo discutieron Rosas y Balmaceda en 2008, la teoría del bioaprendizaje de Gutiérrez de 1973 también ha desempeñado un papel en la configuración de esta intención. A lo largo de este proceso, las teorías del conductismo, el constructivismo y el cognitivismo han sido revisados y adaptados, a menudo con ligeras variaciones en sus nombres. En el mundo actual, nos encontramos constantemente con diversos desafíos y obstáculos, particularmente cuando se trata de lograr un mejor aprendizaje. Esto nos lleva a preguntarnos cómo podemos mejorar eficazmente la experiencia de aprendizaje.

Por un lado, tenemos una plétora de teorías pedagógicas y educativas bien establecidas que proporcionan una base sólida. Por otro lado, tenemos una gran cantidad de experiencias prácticas que han sido meticulosamente documentadas y analizadas científicamente. Cuando se combinan, estos dos elementos, teoría y práctica, ofrecen una amplia gama de enfoques y estrategias que han evolucionado con el tiempo. Por ejemplo, la resolución de problemas, el aprendizaje activo, el basado en proyectos y la gamificación son solo algunas estrategias que han ganado reconocimiento por ser efectivas en diversos campos en la actualidad. El incremento de diferentes formas de métodos de aprendizaje puede generar en muchas ocasiones confusión entre los participantes en el proceso educativo respecto de cuáles son las estrategias más efectivas para el aprendizaje.

A la luz de esto, se cree que el campo de la filosofía de la educación desempeña un papel importante en el avance de la investigación y la mejora de las prácticas de aprendizaje en la educación en su conjunto. Al mismo tiempo, hoy se ha consolidado plenamente la necesidad de transformar las formas, los métodos y los conocimientos necesarios para resolver problemas, superar situaciones, predecir comportamientos, por mencionar algunas necesidades de la sociedad. Este es precisamente el caso citado por Storksdieck en 2016, que lo describió cómo los modelos de negocio de las instituciones educativas que se están volviendo insostenibles; En muchos casos, el aporte del Estado y de las empresas privadas no es suficiente.

Si las instituciones educativas no abordan las preocupaciones relativas a la calidad de la educación STEM y no implementan soluciones potenciales de manera activa, cautelosa, urgente y basada en evidencia, pueden verse sometidas a soluciones externas que pueden tener resultados cuestionables. En consecuencia, se contempla que las reformas requeridas no pueden implementarse de manera sencilla debido a la naturaleza intrincada de los temas que nos ocupan y a las dinámicas en constante evolución que dan forma a las características de un esfuerzo educativo. El proceso de reforma educativa es una tarea muy compleja que no puede abordarse con una mentalidad simplista de causa-efecto. Requiere un cambio del pensamiento lineal y

estático, incluso desde perspectivas multivariadas, hacia una comprensión más integral de la dinámica no lineal y la interconexión de diversas disciplinas.

Esto implica trascender las fronteras tradicionales y adoptar un enfoque transdisciplinario tanto en el pensamiento como en la acción. En última instancia, no se trata sólo de implementar cambios en el sistema educativo, sino también de fomentar un entorno holístico y próspero para que los seres humanos prosperen. Como lo sugirió Maldonado en 2015, este esfuerzo transformador requiere un cambio de paradigma en cómo percibimos, interactuamos y damos forma al panorama educativo. En el ámbito del intercambio de ideas, teorías, problemas, intereses y valores, así como de abordar las diversas necesidades de la humanidad, la educación STEM/STEAM emerge como un ejemplo brillante de un enfoque educativo arraigado en disciplinas científicas.

Lo que lo distingue es su capacidad para abordar problemas complejos a través de una lente transdisciplinaria. Sin embargo, vale la pena reflexionar por qué enfatizamos la importancia de los enfoques transdisciplinarios en lugar de los multidisciplinarios o interdisciplinarios. Esta preferencia surge de una profunda comprensión de los problemas que nos ocupan y del reconocimiento de que reformar las políticas y estrategias en educación es esencial para fomentar el desarrollo de habilidades del siglo XXI. La propuesta presentada por Chesky y Wolfmayer en 2015 introducen tres categorías filosóficas, a saber, Axiología, Epistemología y Ontología. Estas categorías proporcionan un marco que permite establecer límites cuando se trata del impulso apasionado por la reforma de políticas y la reestructuración educativa en un entorno de aprendizaje.

Al incorporar la connotación y denotación científica de contemplar alternativas para abordar la actual crisis educativa, esta propuesta ofrece un enfoque integral para abordar los desafíos tanto a nivel micro como macro. Sin embargo, el fundamento detrás de la realización de esta investigación se basa en la importancia de examinar las publicaciones en lo que respecta a la educación STEM. Al hacerlo, podemos presentar una visión global tanto de las intenciones como de las realidades que rodean lo que muchos consideran el esfuerzo educativo de mayor trascendencia en los últimos tiempos. Para llevar a cabo esta tarea nos atenemos a los principios expuestos por Guadarrama en 2009.

Guadarrama sugiere que a la hora de realizar una investigación es fundamental realizar una revisión del estado del arte o de antecedentes, lo que implica recopilar información desde tres niveles diferentes. El primer nivel implica examinar teorías existentes o elementos teóricos relacionados con el tema en cuestión. El segundo nivel implica obtener información empírica secundaria o indirecta de diversas fuentes, como bases de datos. Por último, el tercer nivel implica recopilar información empírica o directa interactuando directamente con la realidad y observando el tema de primera mano. Siguiendo estas pautas, podemos garantizar una investigación exhaustiva y bien informada. Un aspecto importante de este escrito se centra en el desarrollo de un marco integral que sirva como fuente principal para generar diversos enfoques que mejoren la efectividad de las reformas educativas dentro de la educación STEM.

En consecuencia, se empleó un diseño de investigación cualitativa que utiliza análisis documental para identificar y consolidar dimensiones o subcategorías específicas que emergen de los valores y representaciones de conocimiento subyacentes. Luego se correlacionaron estas dimensiones con las categorías filosóficas mencionadas anteriormente, estableciendo una conexión entre el contenido de las publicaciones consultadas y los principios filosóficos antes mencionados.

El concepto que ha evolucionado a lo largo del recorrido histórico de la humanidad sugiere que existen variaciones en nuestras ideologías que afectan a diferentes segmentos de la sociedad, incluida la educación. Como afirma Guadarrama, es a través del surgimiento del pensamiento moderno que se produce un cambio significativo que moldea nuestras perspectivas y comportamientos. Sin embargo, esta transformación no está igualmente arraigada en todas las regiones: algunos lugares la adoptan más profundamente que otros. Guadarrama sostiene además que la prevalencia de creencias filosóficas metafísicas se está superando gradualmente, dando paso a un enfoque más destacado en los avances científicos y su potencial transformador.

Para Maldonado, el pensamiento se puede categorizar en dos procesos principales: rupturas, quiebres y síntesis. Estos procesos han sido reconocidos en la historia y la filosofía de la ciencia desde la modernidad. Las rupturas y quiebres refieren momentos de discontinuidad y disrupción en el pensamiento, mientras que la síntesis implica la integración y consolidación de ideas. Sin embargo, es importante señalar que el pensamiento no se produce mediante la mera acumulación de información. Gell-Mann en 1995 enfatizó que los momentos de síntesis son eventos congelados, que antes eran considerados sucesos ocasionales hasta el surgimiento de las ciencias de la complejidad. Estas ciencias de la complejidad, también conocidas como teoría de la complejidad, han proporcionado una nueva perspectiva sobre el pensamiento y sus procesos.

Teniendo en cuenta esta comprensión, es necesario ver la educación dentro del contexto STEM, ya que presenta una plataforma revitalizada para la acción y la reflexión. Para ilustrar mejor las diferencias entre estas revoluciones industriales, es importante considerar el estado de las políticas educativas a escala global durante la primera revolución industrial. Esto plantea dudas sobre si tales políticas existieron siquiera durante ese período. Alternativamente, esto podría verse como un momento crucial en la historia en el que tomamos conciencia de las necesidades y requisitos educativos de la cuarta revolución industrial. Esta cuarta revolución, como la mencionan Domínguez, Oliveros, Coronado y Valdez en 2019, se está dando actualmente y está muy ligada a avances como el internet de las cosas y la computación en la nube, entre otros. Se basa en las tres revoluciones anteriores que se caracterizaron por el desarrollo de las tecnologías de la información, las redes eléctricas y la mecanización, que abarcan desde 1800 hasta la actualidad.

Actualmente, es importante reconocer el importante papel que desempeña la educación en la adquisición de conocimientos derivados de los avances científicos y el desarrollo industrial, particularmente en términos de formación de habilidades. pero, hay quienes sostienen

que al priorizar aspectos materialistas se pasan por alto ciertas dimensiones humanas. Esto se puede observar en la distinción entre habilidades blandas, que abarcan habilidades interpersonales, y duras, que se refieren a competencias técnicas. Por ejemplo, según Calvo 2013, existe una necesidad urgente de reconsiderar el énfasis en un sistema socioeconómico particular, ya que ha influido en la alineación de los planes de estudio educativos con las experiencias y circunstancias de la vida real de los individuos.

Esta discrepancia entre el conocimiento teórico impartido en las escuelas y las realidades prácticas de la existencia humana tiene implicaciones significativas para el desarrollo general y el bienestar de los individuos. El término STEM, ha ganado un amplio reconocimiento como un concepto que promueve la integración de estas disciplinas. Numerosos países, incluidos Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Singapur, China, Japón y otros, priorizan y asignan más recursos a políticas científicas y tecnológicas en comparación con otras áreas de estudio. En contraste, los países latinoamericanos tienden a limitar sus inversiones en estos campos, lo que los convierte en consumidores en lugar de productores de conocimiento.

Se reconoce ampliamente la importancia de los campos STEM en relación con las futuras oportunidades de empleo, las puntuaciones en las clasificaciones globales y las reformas educativas. Sin embargo, algunos investigadores sostienen que un énfasis excesivo en las políticas orientadas a STEM a menudo pasa por alto el valor de otras disciplinas como las humanidades y las ciencias sociales. Como resultado, ha habido un llamado creciente a la colaboración interdisciplinaria que incorpore disciplinas STEM y no STEM. Esto se puede ver en el surgimiento de términos como STEM+A y STEAM+H, que reconocen las contribuciones de las artes y las humanidades. En última instancia, estas diversas tendencias demuestran un compromiso compartido para promover el trabajo interdisciplinario y transdisciplinario.

Muchos países están implementando políticas para aumentar el número de estudiantes que estudian materias STEM tanto a nivel de pregrado como de posgrado y para establecer conexiones entre la investigación universitaria y la industria. Esto se hace con el objetivo de preparar una fuerza laboral calificada para los mercados laborales futuros y promover el desarrollo sostenible. En línea con estos esfuerzos, Hawkins y otros autores en 2018, explicaron explorar experiencias globales en educación STEM. Específicamente, los investigadores destacan el ejemplo de Japón, donde se ha centrado la atención en reestructurar la educación en humanidades y ciencias sociales para priorizar los campos STEM en las políticas educativas nacionales.

Además, vale la pena señalar que el surgimiento y las intrincadas dinámicas de la globalización y la economía basada en el conocimiento han influido significativamente en el desarrollo de políticas STEM centradas en los recursos humanos cuando se analizan desde un punto de vista comparativo. Este análisis profundiza en la necesidad de cultivar una gama más amplia de habilidades y competencias globales en lugar de centrarse únicamente en las perspectivas nacionales. La educación STEM ha generado diversas oportunidades y perspectivas en diversos entornos, desde escuelas primarias hasta instituciones de educación

superior. Esto no sólo ha ampliado los horizontes de los estudiantes sino que también ha permitido la exploración de diferentes campos de interés, al considerar el contexto histórico de la evaluación de instituciones educativas, el desarrollo de enfoques educativos es determinante en el establecimiento de resultados y estándares dinámicos.

Estos resultados y estándares sirven como indicadores tanto de las deficiencias como de los avances logrados en las reformas y transformaciones educativas, existe la posibilidad de descubrir perspectivas críticas hacia el optimismo en el ámbito de la educación STEM, que se refiere a las consecuencias desiguales que se derivan de las políticas, enfoques y prácticas que rodean STEM en varios niveles, ya sea a nivel individual, institucional o nivel político nacional. La importancia de incorporar las ciencias sociales y las humanidades a la educación STEM se vuelve cada vez más evidente, particularmente en naciones asiáticas como Corea y Japón. Desde este punto de vista, la educación tiene la máxima importancia en los esfuerzos de cualquier sociedad, y su importancia es aún más pronunciada en el mundo actual, particularmente con los alarmantes desafíos que representan una amenaza para el futuro de la humanidad, como las preocupaciones ambientales.

En lugar de volver a los valores y principios tradicionales de las civilizaciones antiguas, la educación debería esforzarse por adoptar un papel más proactivo. Debe dedicarse a servir como un instrumento poderoso para promover la paz y fomentar relaciones armoniosas entre individuos y naciones.

La educación STEM es el resultado de reconocer que a lo largo de la historia, la ciencia se ha encargado de satisfacer nuestra curiosidad por el mundo natural. Empero, en la sociedad actual, la ciencia también desempeña un papel crucial en la configuración de nuestros paisajes sociales, económicos y políticos, proporcionando la base para el desarrollo de nuevas ingenierías y tecnologías. Académicos como Dori, Mevarech y Baker y Chesky y Wolfmayer han propuesto un enfoque filosófico para estudiar la filosofía de la educación STEM. Para comprender y distinguir mejor los componentes filosóficos de la educación STEM.

En los últimos años, el término STEM, que significa Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, ha ganado una importancia significativa. Ha adquirido cada vez más importancia no sólo en los marcos de políticas educativas y la literatura especializada, sino también en los principales medios de comunicación, foros en línea que debaten sobre educación y formación, y diversas plataformas económicas y sociales. STEM es una abreviatura que engloba una amplia gama de disciplinas científicas y tecnológicas dentro del ámbito profesional. No sólo se refiere a las diversas carreras y profesiones dentro de este campo, sino que también abarca los conocimientos, habilidades y prácticas que son necesarios para tener éxito en estas áreas.

Esta comprensión integral de la educación STEM enfatiza la importancia de promover y desarrollar estas competencias a lo largo de la escolaridad. Si bien el término educación STEM a menudo se usa indistintamente con el campo profesional, es importante reconocer que abarca un alcance más amplio. La Comisión Europea en 2012 y Couso en 2017 destacaron este hecho,

enfatisando que la educación STEM sirve como base para el avance y el crecimiento en este campo. Ante esto, es imperativo que la educación científico-tecnológica no sólo se enfoque en preparar a una gran parte de la población para convertirse en profesionales en el campo, sino que también enfatice la importancia de dotar a todos los futuros ciudadanos de habilidades científico-tecnológicas.

Desde un punto de vista más amplio, tiene como objetivo cultivar una sociedad que esté mejor equipada para participar y contribuir a los desafíos científico-tecnológicos que enfrentan nuestras comunidades. Asimismo, al proporcionar a las personas las herramientas y el conocimiento necesarios, se fomenta una sociedad que puede abordar y encontrar soluciones de manera efectiva a estos desafíos sociales (Levinson y Parrise Consortium, 2014). Al considerar el panorama más amplio, resulta evidente que el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas en los estudiantes, quienes se convertirán en futuros ciudadanos, es de suma importancia para el avance de la sociedad tanto social como económicamente.

La literatura proporciona numerosos argumentos que respaldan la necesidad de mejorar la educación STEM, que pueden clasificarse en cuatro líneas principales de razonamiento. Estas líneas de razonamiento se remontan a las ideas históricas que se propusieron originalmente para abogar por la educación científica y tecnológica para toda la población, como lo destacó (Sjøberg, 1997). Estas líneas de razonamiento incluyen el argumento práctico, el argumento cívico-democrático, el argumento cultural y el argumento económico. Para empezar, se puede presentar una justificación práctica de la importancia de proporcionar a los individuos una educación científica, tecnológica y matemática fundamental. Este tipo de formación dota a los individuos de habilidades esenciales que son aplicables en diversos aspectos de la vida, permitiéndoles tomar decisiones informadas, comprender y analizar los acontecimientos naturales y tecnológicos de su entorno, afrontar los obstáculos cotidianos. (Rychen y Salganik, 2003). .

La popularidad actual del movimiento "maker" ejemplifica una tendencia creciente de personas a construir sus propias creaciones, como programas de computadora, aplicaciones, productos electrónicos para el hogar y artículos decorativos, utilizando sus habilidades y conocimientos creativos para la resolución de problemas. Este movimiento es sólo un ejemplo de cómo la ciencia y la tecnología han tenido un impacto significativo en nuestra sociedad, dando lugar a numerosas discusiones y debates. Para participar activamente en estos procesos democráticos es concluyente no sólo mantenerse informado sino también comprender las diversas críticas y defensas en torno a temas que van desde los transgénicos y las centrales nucleares hasta la automatización de la producción industrial y la vigilancia de las vidas de las personas a través del Big Data.

Es innegable que en la sociedad actual, es importante que cada individuo posea una base sólida de conocimiento en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) para poder abordar de manera efectiva los desafíos que enfrenta el mundo (Osborne y Dillon, 2008). Además, la introducción del paradigma de Investigación e Innovación

Responsables (RRI) sirve como una indicación clara de la importancia que se otorga a la participación pública en la investigación científica, así como a la accesibilidad de los datos y los resultados de la investigación para la sociedad en general. Las disciplinas científicas y tecnológicas, producto del ingenio humano, han tenido un profundo impacto en la existencia.

Para comprender verdaderamente la sociedad y cultura, es esencial reconocer y comprender la importancia de estas disciplinas. La ciencia, las matemáticas y la ingeniería no están separadas de la herencia cultural; más bien, son componentes integrales que dan forma a la percepción del mundo e informan las acciones de las personas, de manera muy similar a la literatura, la música o la filosofía. Tener conocimiento y comprensión de los diversos fenómenos que existen en el mundo y las creaciones tecnológicas que se derivan del quehacer científico no sólo mejora las experiencias personales, sino que también contribuye al enriquecimiento de la cultura de la sociedad. Asimismo, no se puede pasar por alto el importante aspecto económico que la educación STEM ha enfatizado en los últimos tiempos, que es el hecho innegable de que las personas involucradas en este campo poseerán un mayor nivel de productividad y por lo tanto, desempeñarán un papel crucial en el futuro progreso económico de las naciones.

Varios estudios recientes sugieren que los programas de formación existentes para profesionales científicos y tecnológicos pueden no prepararlos adecuadamente para los desafíos futuros que enfrentarán. Estos estudios predicen que habrá escasez de profesionales en este campo, ya que la oferta no cubrirá la creciente demanda. Asimismo, se plantean preocupaciones sobre la calidad y diversidad de perfiles dentro de esta profesión, ya que existe la necesidad de una mayor inclusión y acceso a carreras STEM para personas de entornos sociales y personales que históricamente han estado alejados de este campo. Este tema llamó la atención de la Comisión Europea en 2013.

La equidad en el acceso a las carreras STEM es otra área de enfoque en los esfuerzos para mejorar la educación STEM. Muchos proyectos están dedicados a promover la igualdad de oportunidades para que personas de diversos orígenes sigan carreras en el campo STEM. Estas iniciativas tienen como objetivo derribar barreras y crear igualdad de condiciones, garantizando que el talento y el potencial no se vean obstaculizados por factores socioeconómicos o culturales. Al fomentar la inclusión y la diversidad en la educación STEM, se cree que se puede acelerar la innovación y el progreso en estos campos. Se están realizando numerosos esfuerzos para mejorar la educación STEM debido a la multitud de razones mencionadas anteriormente.

Estos esfuerzos abarcan una amplia gama de iniciativas y programas dirigidos a diversos aspectos de la educación STEM. Un ejemplo de ello es la implementación de programas diseñados para alentar a los jóvenes estudiantes a seguir carreras en ciencia y tecnología. Estos programas no sólo buscan crear conciencia sobre la importancia de estos campos, sino también inspirar y alimentar la pasión por ellos entre los más jóvenes de la sociedad. También, existen proyectos específicamente enfocados en involucrar a los docentes y mejorar la calidad de la enseñanza en materias STEM. Estas iniciativas reconocen el papel fundamental que

desempeñan los docentes en la configuración de la experiencia educativa de los estudiantes y apuntan a brindarles las herramientas y recursos necesarios para sobresalir en sus métodos de enseñanza.

Al involucrar a los maestros en tales iniciativas, se espera que la calidad general de la educación STEM pueda elevarse, lo que resultará en un ambiente de aprendizaje más efectivo y atractivo para los estudiantes. En conclusión, los esfuerzos para mejorar la educación STEM son multifacéticos y abarcan diversas iniciativas y programas. Desde inspirar mentes jóvenes para seguir carreras STEM, hasta empoderar a los docentes y mejorar la calidad de la enseñanza, promover la equidad y la inclusión y realizar investigaciones sobre metodologías de enseñanza efectivas, estos esfuerzos tienen como objetivo crear un sistema educativo STEM más sólido e impactante.

Al invertir y priorizar la mejora de la educación STEM, las sociedades pueden cultivar una generación futura de pensadores innovadores y solucionadores de problemas, capaces de abordar los complejos desafíos del mundo moderno. Igualmente, hay investigaciones y estudios en curso sobre las prácticas disciplinarias que ocurren dentro del aula STEM. Los educadores e investigadores exploran constantemente diferentes metodologías y enfoques de enseñanza para comprender mejor cómo los estudiantes aprenden y comprenden conceptos científicos y tecnológicos. Esta investigación es crucial para identificar las estrategias y métodos más efectivos para brindar educación STEM y a su vez, mejorar los resultados generales del aprendizaje de los estudiantes. Aparte, las organizaciones sin fines de lucro y las instituciones formales, como museos, talleres de fabricación y actividades familiares, también están contribuyendo activamente a la mejora de la educación STEM. Estas instituciones reconocen el valor de las experiencias prácticas y las aplicaciones del mundo real para fomentar una comprensión más profunda de los conceptos científicos y tecnológicos. Al brindar oportunidades de aprendizaje interactivas e inmersivas, su objetivo es hacer que las materias STEM sean más accesibles y atractivas para una gama más amplia de personas.

En el panorama educativo actual, existe una amplia gama de herramientas digitales disponibles para integrar la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) en los planes de estudio de las escuelas primarias y secundarias. Estas herramientas, cuando se utilizan junto con los principios rectores descritos en documentos marco ampliamente aceptados, pueden fomentar una relación armoniosa entre la educación STEM y la tecnología digital, lo que resulta en mejores habilidades científicas, matemáticas y tecnológicas entre los estudiantes, esta integración simbiótica de STEM y herramientas digitales equipa a los estudiantes con las habilidades de alfabetización digital necesarias para el crecimiento personal y profesional en nuestro mundo cada vez más digitalizado.

La finalidad es ofrecer una visión integral sobre la utilización de herramientas digitales en el entorno educativo que vaya más allá de las tendencias temporales. Destacamos la importancia de comprender las razones y métodos detrás de la incorporación de estas herramientas en el aula. Al hacerlo, nos esforzamos por resaltar las numerosas ventajas que la

enseñanza de habilidades digitales puede aportar a la educación STEM, al tiempo que reconocemos los beneficios que la educación STEM puede aportar al desarrollo de la competencia digital. A la luz de los conocimientos y hallazgos recopilados a partir de una extensa investigación, nuestro objetivo es abordar e ir más allá del debate en curso en torno al uso de herramientas digitales en la educación. Al reconocer y aceptar las numerosas ventajas que aportan, especialmente en el contexto de STEM, que tiene una importante importancia cultural, social y económica, se vuelve imperativo centrar nuestros esfuerzos en dilucidar las formas óptimas y los fundamentos detrás de la incorporación de estas herramientas en el plan de estudios escolar.

Una de las herramientas digitales clave disponibles en el aula STEM son las pizarras interactivas. Estas grandes pantallas táctiles permiten a los profesores presentar información de forma dinámica e interactiva. Los estudiantes pueden participar activamente escribiendo, dibujando e interactuando con el contenido que se muestra en la pizarra. Las pizarras interactivas no sólo hacen que el proceso de aprendizaje sea más atractivo, sino que también brindan oportunidades para que los estudiantes visualicen conceptos complejos y manipulen datos, el aula STEM está equipada con bases de datos de investigación en línea y bibliotecas digitales. Estos recursos brindan a los estudiantes acceso a una amplia gama de artículos científicos, trabajos de investigación y materiales educativos.

Los estudiantes pueden explorar estas bases de datos para realizar investigaciones en profundidad, recopilar información y respaldar sus hallazgos o argumentos. La disponibilidad de bibliotecas digitales también promueve el aprendizaje independiente, ya que los estudiantes pueden acceder a materiales educativos en cualquier momento y en cualquier lugar, mejorando aún más su comprensión de las materias STEM. Por último, las herramientas y plataformas de colaboración son parte integral de las herramientas digitales disponibles en el aula STEM. Estas herramientas permiten a los estudiantes trabajar juntos en proyectos, compartir ideas y comunicarse de manera efectiva.

A través de plataformas colaborativas, los estudiantes pueden participar en discusiones grupales, retroalimentarse sobre el trabajo de los demás e incluso trabajar simultáneamente en el mismo proyecto. Estas herramientas no sólo promueven el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, sino que también preparan a los estudiantes para la naturaleza colaborativa del campo STEM. Además, el aula STEM está equipada con simulaciones por computadora y herramientas de realidad virtual (VR). Estos recursos digitales permiten a los estudiantes explorar y experimentar con diversos fenómenos y conceptos científicos que pueden ser difíciles o inseguros de replicar en un aula tradicional.

A través de simulaciones y herramientas de realidad virtual, los estudiantes pueden manipular variables, realizar experimentos y ver resultados en tiempo real, lo que les permite desarrollar una comprensión más profunda de los principios científicos. Otra herramienta digital que se encuentra comúnmente en el aula STEM es el software de codificación. La codificación se está convirtiendo en una habilidad esencial en la fuerza laboral moderna, y la incorporación

de actividades de codificación en la educación STEM ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas y pensamiento lógico. Con el software de codificación, los estudiantes pueden crear y ejecutar sus propios programas, lo que les permite aplicar conceptos aprendidos en materias STEM y desarrollar su creatividad.

En conclusión, el aula STEM está equipada con una gran cantidad de herramientas digitales que revolucionan la experiencia de aprendizaje. Desde pizarras interactivas hasta software de codificación y bases de datos de investigación en línea, estas herramientas mejoran la participación, promueven el pensamiento crítico y fomentan una comprensión más profunda de los temas STEM. Al utilizar estos recursos digitales, los educadores pueden crear un entorno de aprendizaje inmersivo e interactivo que prepare a los estudiantes para los desafíos y oportunidades en el campo STEM. El aula STEM está equipada con una amplia gama de herramientas y recursos digitales que mejoran la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Estas herramientas digitales desempeñan un papel crucial a la hora de involucrar a los estudiantes, promover la colaboración y fomentar una comprensión más profunda de las materias STEM.

1.1 Ámbito de Aplicación STEM

A pesar de la creciente popularidad de un sistema educativo que enfatiza la incorporación de materias STEM, es importante reconocer que existe un cuerpo sustancial de literatura que documenta los numerosos desafíos que surgen al implementar un enfoque educativo de alta calidad (de Jong, 2019). Existen numerosas propuestas recientes destinadas a mejorar la educación, abordando diversos problemas como la comprensión inadecuada del aprendizaje profundo por parte de los estudiantes, el desequilibrio predominante entre las diferentes disciplinas y un enfoque tecnocéntrico de la educación (Becker y Park, 2011; Chalmers, Carter, Cooper, y Nason, 2017; English, 2016; Simarro y Couso, 2018). Estas propuestas buscan abordar estos desafíos de frente y lograr transformaciones positivas en las prácticas educativas.

Una de las propuestas que destaca entre las diversas sugerencias es el concepto de involucrar a los estudiantes en las prácticas STEM. Este punto de vista destaca la noción de que la enseñanza y el aprendizaje efectivos de las ciencias, las matemáticas y la ingeniería requieren la participación activa de los estudiantes, en los procesos de pensamiento y estilos asociados con cada una de estas disciplinas. Esta idea está respaldada por numerosos estudios realizados por (Duschl, Schweingruber y Shouse, 2007); (Grandy y Duschl, 2007); (Izquierdo, Espinet, García, Pujol y Sanmartí, 1999); así como (Osborne, 2014). Este enfoque particular se ha incorporado recientemente al plan de estudios educativo en los Estados Unidos, como se describe en los Estándares Estatales Básicos Comunes de Matemáticas (CCSM) en 2014 y los Estándares de Ciencias de Próxima Generación (NRC) en 2012.

Estos estándares ponen un énfasis significativo en la integración de prácticas científicas, de ingeniería y matemáticas. Desde la perspectiva de las prácticas STEM, se cree firmemente

que la incorporación de herramientas digitales en el aula puede mejorar en gran medida el compromiso y la participación de los estudiantes en estas prácticas, ofreciendo valiosos beneficios en determinadas áreas como lo destacó (Tsybulsky, 2019). Igualmente, estamos convencidos de que estos enfoques innovadores de la educación STEM, basados en el concepto de prácticas, también pueden tener un profundo impacto en el fomento de habilidades de pensamiento computacional tanto en niños como en niñas. Esto es particularmente importante considerando el papel fundamental que desempeña el pensamiento computacional en la resolución de problemas en los campos de la ciencia, la ingeniería y las matemáticas. Con el propósito de ofrecer una comprensión integral de los avances actuales en el campo de la innovación y la investigación relacionados con la aplicación de herramientas digitales en la educación STEM, esta sección se pretende profundizar en los diversos aspectos relacionados con estas herramientas. Explorar la naturaleza de estas herramientas digitales, resaltar el potencial que poseen para fines educativos y discutir los criterios que deben considerarse al seleccionar y utilizar estas herramientas para aprovechar todo su potencial.

1.2 Herramientas Digitales en las Prácticas Científicas, de Ingeniería y Matemáticas

Cuando se analiza la importancia de la educación STEM en la era actual a la que a menudo se hace referencia como "era digital" o "era de la información", es necesario reconocer el profundo impacto que la digitalización en curso de nuestra sociedad ya ha tenido en varios aspectos de la vida diaria. Esta transformación, como reconoció el Panel de Alfabetización en TIC en 2002, es una realidad innegable que ha remodelado el mundo de numerosas maneras. También, es importante reconocer que esta revolución digital está lejos de alcanzar su punto máximo y sin duda, seguirá remodelando la sociedad en el futuro previsible, como enfatizó (Bounfour, 2016), por otro lado la proliferación de programas y aplicaciones de software ha desempeñado una función fundamental en la revolución digital.

Estos programas y aplicaciones sirven para diversos fines, que van desde el entretenimiento, como los videojuegos, hasta la productividad, como los motores de búsqueda de Internet y el software de edición. La continua evolución de estas herramientas digitales ha brindado a las personas un acceso sin precedentes a la información y la capacidad de manipular y crear contenido de formas nuevas e innovadoras. El siglo XXI ha sido testigo de importantes avances en la tecnología digital, que han tenido un gran impacto en varios aspectos de nuestras vidas. Estos avances incluyen el desarrollo y perfeccionamiento de herramientas digitales, que abarcan dispositivos físicos como computadoras personales, periféricos de primera generación y, posteriormente, teléfonos móviles inteligentes y dispositivos táctiles.

Al mismo tiempo, ha habido una tendencia creciente a incorporar funcionalidad digital en objetos cotidianos, lo que ha dado lugar a la aparición de dispositivos digitales que pueden realizar una amplia gama de tareas. En conclusión, el siglo XXI ha sido testigo de un cambio notable hacia la digitalización, caracterizado por el surgimiento de herramientas digitales sofisticadas, diversas aplicaciones de software y redes virtuales sólidas. Esta revuelta digital en curso ha cambiado la forma en que se trabaja, la comunicación y la información, lo que lleva a

una sociedad más conectada y tecnológicamente avanzada. Conjuntamente, la llegada de entornos virtuales, plataformas y redes sociales ha transformado la manera de comunicación e interacción entre las personas, ya que estas plataformas digitales facilitan intercambios de información más rápidos, eficientes y directos, permitiendo una comunicación multidireccional y multimodal. Se han vuelto parte integral ofreciendo oportunidades de conexión con otras personas, compartir ideas y almacenar información.

La era digital se define por una amplia gama de herramientas digitales que no sólo ya han cambiado la forma en que las personas interactúan, sino que seguirán teniendo un profundo impacto en la forma en que construimos comunidades sociales y nos relacionamos con el mundo que nos rodea. Esta transformación es tan significativa que afecta a diversos aspectos de la vida de innumerables maneras. Cuando se trata de educación en el ámbito escolar, STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) no está exenta del impacto de la revolución digital; de hecho, está profundamente entrelazado con él. En el pasado, durante la última parte del siglo XX, el concepto de "aula de informática" ganó popularidad en las escuelas, donde los estudiantes pasaban unas horas a la semana trabajando con ordenadores. Sin embargo, a medida que avanzamos hacia las dos primeras décadas del siglo XXI, esta noción se ha vuelto obsoleta (European Schoolnet y University of Liège, 2013).

La mayoría de las aulas de los centros educativos han adoptado la integración de dispositivos digitales, como lo demuestra la investigación realizada por Gómez, Cañas, Gutiérrez y Martín-Díaz en el 2014. Estos dispositivos pueden tomar la forma de una sola computadora colocada en el escritorio del profesor y conectada a un proyector o pizarra digital. Igualmente, las computadoras portátiles se han vuelto cada vez más comunes entre los estudiantes, gracias en parte a la implementación de programas 1x1 a principios de la década de 2000 (Valiente, 2010). Por lo demás, la filosofía Bring Your Own Device (BYOD) ha llevado a la prevalencia de teléfonos inteligentes y tabletas en las aulas. Más recientemente, la introducción de televisores inteligentes ha complementado los proyectores y las pizarras digitales, mejorando aún más el entorno de aprendizaje tecnológico.

La introducción de los medios digitales ha provocado cambios significativos en las actividades tradicionales del aula. Se han modificado tareas como tomar apuntes, realizar ejercicios con lápiz y papel, escribir en la pizarra con tiza y consultar libros de texto y enciclopedias. Estas actividades han sido reemplazadas o mejoradas por el uso de herramientas ofimáticas, fuentes de información digital, videojuegos, aplicaciones móviles educativas y entornos virtuales de aprendizaje. Estas nuevas herramientas están respaldadas por tecnología en la nube y conectadas a una extensa red de información. Como resultado, el campo de la educación ha experimentado un cambio en la forma en que se enseñan y aprenden las disciplinas STEM. Ahora surge la pregunta: ¿Qué enfoques innovadores de enseñanza y aprendizaje en STEM se pueden desarrollar con la ayuda de estos dispositivos digitales?

Además de las tareas y proyectos típicos que los estudiantes completan en el aula, las prácticas educativas relacionadas con los campos STEM como ciencia, tecnología, ingeniería y

matemáticas también se están mejorando o complementando con una amplia gama de herramientas digitales. Las calculadoras digitales, tanto numéricas como algebraicas, como Wiris o MathPapa, han tenido un profundo impacto en la forma en que se abordan las ecuaciones algebraicas en las clases de matemáticas, la disponibilidad de software matemático interactivo, como Geogebra, ha revolucionado la forma en que se enseña geometría y los estudiantes interactúan con conceptos geométricos. Estos avances tecnológicos han allanado el camino para enfoques innovadores para la resolución de problemas y han ampliado las posibilidades de exploración matemática en el aula.

Aparte de las numerosas herramientas especializadas disponibles para la enseñanza de matemáticas, como aplicaciones de aprendizaje de álgebra como DragonBox y plataformas digitales como HoodaMath con una extensa colección de minijuegos de enseñanza de matemáticas, los profesores también reconocen el potencial de las herramientas más utilizadas. Por ejemplo, la incorporación de hojas de cálculo en las clases de matemáticas no sólo proporciona enfoques alternativos para la resolución de problemas mediante la representación de datos, sino que también permite la utilización de funciones lógicas, análisis estadístico y la representación de funciones matemáticas. De la misma manera, existe una amplia gama de aplicaciones de uso común que pueden utilizarse de manera efectiva para enseñar y aprender matemáticas.

En los últimos años, las clases de ciencias han visto un aumento significativo en la disponibilidad de programas y aplicaciones en Internet y de dispositivos diseñados para el trabajo experimental en los laboratorios escolares. Este crecimiento es similar al surgimiento del concepto de "laboratorio basado en microcomputadoras" a finales del siglo XX, que implicaba el uso de sensores periféricos conectados a computadoras para recopilar datos en tiempo real sobre diversos factores experimentales como temperatura, presión, velocidad, pH y Concentración de CO₂. Estos dispositivos se han vuelto más asequibles y adaptables a diferentes plataformas como teléfonos móviles y tabletas. De hecho, los propios teléfonos móviles se están convirtiendo en "laboratorios de bolsillo" en miniatura con sus propios sensores incorporados.

Iniciativas como iStage2 de la red europea ScienceonStage y Science Journal de Google ofrecen ahora una gama de actividades que permiten a los estudiantes recopilar y analizar datos experimentales utilizando los sensores que ya están presentes en sus dispositivos móviles, la integración de cámaras digitales en entornos educativos ha tenido un impacto significativo en las aulas. Este desarrollo se remonta a finales del siglo XX, cuando surgió el concepto de "laboratorio basado en vídeo". Este laboratorio tuvo como objetivo analizar diversos movimientos a través del lente de la cinemática, como lo destacaron Beichner y Abbott en 1999. Vale la pena señalar que este enfoque tiene una rica historia en el campo de la educación física y ha sido respaldado por la utilización de herramientas de software libre, como Tracker, como lo enfatizaron (Alonso, 2011) y Vera Mathias, Rivera Campos, Fuentes y Romero Maltrana en 2015.

De Igual modo, las cámaras digitales encuentran aplicación en diversos escenarios donde se emplean para documentar y examinar diversos sucesos naturales, sirven para mostrar estos fenómenos captándolos en cámara lenta o en forma de lapso de tiempo (Fridberg, Thulin, y Redfors, 2017). La oportunidad de recopilar datos experimentales para investigaciones escolares se ha ampliado para incluir una gama más amplia de fenómenos más allá de los límites de la escuela. Esto es posible mediante el uso de laboratorios remotos, que replican fenómenos físicos para que los estudiantes observen y analicen datos en tiempo real.

Sin embargo, el campo de la educación científica no sólo está experimentando cambios en respuesta a los avances en las herramientas de recopilación y análisis de datos, sino también en relación con el desarrollo de recursos educativos que permiten la visualización y manipulación de fenómenos virtuales. Esto incluye diversas formas, como animaciones, simulaciones, laboratorios virtuales y micromundos virtuales. Se pueden ver ejemplos notables de este cambio en plataformas como PhET y Gizmos, que ofrecen una amplia gama de simulaciones para la enseñanza de diversas materias científicas como biología, geología, química y física. Aparte de, plataformas como BrainPop y PhysicsGames utilizan modelos virtuales de fenómenos científicos presentados en forma de videojuegos para mejorar la experiencia de aprendizaje en el campo de la ciencia.

La utilización de modelos virtuales se ha vuelto más frecuente en los entornos educativos, particularmente en las aulas. Esto es evidente en el surgimiento de micromundos virtuales como Algodoo, que está diseñado específicamente para la educación física. De igual forma, existen laboratorios virtuales como Chem Collective y ChemLab, que atienden las necesidades de los estudiantes de química. Además, el Invernadero Virtual ofrece un entorno de aprendizaje de temas relacionados con la biología, mientras que Electricity se enfoca en educación ambiental. Vale la pena señalar que incluso los mundos virtuales multijugador como Second Life y Minecraft se han utilizado como herramientas educativas, permitiendo a los estudiantes explorar y experimentar con diversos fenómenos naturales.

Esto muestra que existe una tendencia creciente hacia la incorporación de modelos virtuales y simulaciones digitales en el sector educativo. También, ha habido varias iniciativas internacionales que han hecho contribuciones significativas al avance de entornos virtuales diseñados para apoyar la investigación científica en entornos educativos. Por ejemplo, WISE (entorno científico de investigación basado en la web) y GoLab (laboratorios globales de ciencia en línea para el aprendizaje mediante investigación en la escuela) son proyectos notables que han desarrollado e implementado con éxito plataformas virtuales diseñadas específicamente para apoyar las investigaciones científicas escolares (Pedaste et al. , 2015).

En la actualidad se está produciendo una importante transformación en el ámbito de la ingeniería escolar, específicamente en la enseñanza de materias tecnológicas. Esta revolución está siendo impulsada por el surgimiento de "tecnologías creativas" que atienden a diversos grupos de edad y entornos educativos. Entre estas tecnologías innovadoras, un área de interés es la programación basada en bloques, que ha experimentado un crecimiento notable gracias al

uso generalizado del lenguaje Scratch (Saez y Cózar, 2016; Simarro et al., 2016). Al mismo tiempo, existen adaptaciones de Scratch para estudiantes más jóvenes, como ScratchJR, así como extensiones del lenguaje de programación como Snap. También, existen lenguajes de programación especializados como mBlocks para programar robots, App Inventor para crear aplicaciones móviles y Kodu para diseñar videojuegos en 3D. Además de estos lenguajes de programación, plataformas como CODE proporcionan una gran cantidad de recursos para que tanto estudiantes como profesores se adentren en el mundo de la programación.

El campo de la robótica, estrechamente relacionado con la programación, está actualmente en auge en la educación primaria y secundaria. No sólo existen pequeños robots como Beebot diseñados específicamente para la educación infantil, sino que también existen varias versiones de robots escolares ofrecidos por Lego Education, como Wedo para edades de 6 a 10 años y Mindstorm para edades de 10 a 14 años. Esta amplia gama de robots educativos se adapta a diferentes niveles de escolarización. Además, dentro del ámbito de la tecnología creativa, existe el movimiento maker, que implica el diseño de dispositivos electrónicos asequibles utilizando en algunos casos lenguajes informáticos. Los estudiantes tienen la oportunidad de crear sus propios dispositivos electrónicos con kits como electrónica Makey Makey, placas Arduino y computadoras de placa única Raspberry Pi. Asimismo, las aulas de tecnología han adoptado entornos de diseño 3D en los últimos años, incorporando programas de diseño asistido por computadora y el campo emergente de la impresión 3D.

1.3 Desafíos y Oportunidades en la Educación STEM

La integración de diversos recursos tecnológicos en entornos educativos para la instrucción STEM ha dado lugar a extensos debates sobre su implementación en las aulas, las ventajas que ofrecen y los posibles inconvenientes y limitaciones asociados con su utilización. En diversas formas de discurso mediático prevalece un tema que, a pesar de no estar directamente relacionado con la enseñanza y el aprendizaje, tiene una importancia significativa e impacta en gran medida los procesos de toma de decisiones. Estas discusiones giran en torno a las cuestiones del acceso equitativo a las herramientas tecnológicas y cómo contribuyen a la diferenciación y segregación potencial entre estudiantes y escuelas. Este fenómeno, comúnmente conocido como "brecha digital escolar", plantea desafíos a la hora de gestionar la integración de estos dispositivos en las aulas tradicionales.

Existe un temor justificado respecto de la aparición de nuevos riesgos, como el ciberacoso, las identidades falsas en línea y las ciberadicciones, lo que genera preocupación sobre la seguridad digital. En conclusión, el debate en torno a las implicaciones pedagógicas y didácticas de las tecnologías digitales es multifacético. Abarca consideraciones sobre la utilización adecuada de estas herramientas, la alineación de los métodos de enseñanza con la tecnología y las posibles consecuencias para el compromiso y la participación activa de los estudiantes en el aula. Es crucial que los educadores reflexionen críticamente sobre sus creencias y modelos de enseñanza para integrar eficazmente las tecnologías digitales en sus prácticas educativas y maximizar su impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

Por ejemplo, el uso de dispositivos como computadoras personales o pizarras digitales puede presentar una oportunidad para revolucionar las interacciones en el aula. Sin embargo, es importante reconocer que también pueden resultar en una regresión hacia enfoques pedagógicos más tradicionales o transmisivos, en los que el docente se convierte en el único usuario de la herramienta digital mientras los estudiantes asumen un papel pasivo en el proceso de aprendizaje (Liu, 2011; Straub, 2009). Cuando se discuten los aspectos pedagógicos y didácticos de las tecnologías digitales, se hace evidente que existe una amplia gama de debates a considerar. Numerosos estudios han demostrado que la simple implementación de tecnologías digitales en el aula no conduce automáticamente a una mejora en los procesos de enseñanza. Esto se debe a que la efectividad de estas herramientas depende no sólo de la tecnología en sí, sino también de las creencias y métodos de enseñanza de los docentes que las incorporan (Faulder, 2011; Jimoyiannis, 2010).

(Pintó, 2009) destaca en su estudio la importancia de comprender no sólo los aspectos técnicos de las herramientas educativas, sino también su función y potencial. Es crucial considerar la comprensión implícita del aprendizaje incorporada en cada herramienta. Pintó diferencia entre herramientas que promueven un enfoque transmisivo, reproductivo y memorístico del aprendizaje, como JClic o Hot Potatoes, que ofrecen actividades interactivas como rellenar cuadros o preguntas de verdadero/falso. En estas herramientas, el estudiante sabe la respuesta o no. Por otro lado, existen herramientas que apoyan un enfoque socioconstructivista del aprendizaje, como los editores de mapas conceptuales o los programas de modelización. Estas herramientas animan a los estudiantes a construir conocimientos mientras las utilizan. La distinción entre estos dos tipos de herramientas ya fue destacada por Papert en 1999, considerado el pionero del lenguaje de programación Logo. Papert enfatizó que algunas herramientas simplemente presentan información existente a los estudiantes, mientras que otras les permiten crear nueva información, como a través de la programación con computadoras.

Hay otra cuestión sin resolver sobre el impacto de diversas herramientas digitales en la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Particularmente, los investigadores en psicología perceptual han explorado los beneficios del aprendizaje con múltiples representaciones y soporte multimedia. También han propuesto una serie de directrices para el diseño instruccional, incluidos principios relacionados con la atención, la redundancia de información y la coherencia. Estos principios tienen como objetivo garantizar que los materiales educativos que utilizan multimedia sean máximamente efectivos para los estudiantes. Además, (Cook, Wiebe y Carter, 2008), así como (López y Pintó, 2017), enfatizan la noción de que la incorporación de imágenes digitales, como las que se encuentran en animaciones y simulaciones científicas, en las aulas de ciencias no conduce automáticamente a una mayor comprensión de los conceptos científicos fundamentales que se transmiten. En cambio, es imperativo brindar a los estudiantes la orientación y asistencia necesarias para discernir, interpretar y captar de manera efectiva el conocimiento científico que se representa.

En los últimos años, ha habido una tendencia creciente hacia la integración de tecnologías creativas en la educación STEM, lo que ha resultado en una perspectiva estrecha sobre el uso de herramientas digitales en estos contextos. Este cambio hacia tecnologías creativas se ha visto influenciado por un énfasis sesgado en la ingeniería dentro de la educación STEM. Los investigadores Simarro y Couso (2018) han destacado esta visión limitada, señalando que el enfoque de estas tecnologías creativas está principalmente en las prácticas de diseño e ingeniería. Un ejemplo destacado de esto es el movimiento Maker, que aboga por el uso de tecnologías creativas para fomentar experiencias de aprendizaje práctico (Blikstein, 2013).

En la sección anterior, se refiere el extenso debate en torno al uso de herramientas digitales en la educación STEM. Dada la amplitud de este tema, proponemos un marco de análisis. Este marco tiene en cuenta dos aspectos principales. En primer lugar, se considera el "campo de las disciplinas científico-tecnológicas". Es importante señalar que este campo engloba tanto los métodos de enseñanza tradicionales como los que incorporan herramientas digitales. En segundo lugar, examinamos la amplia gama de "herramientas digitales en la era digital". Debido a la inmensidad y diversidad de estas herramientas, se centra principalmente en aquellas que tienen aplicaciones potenciales dentro de las materias de ciencia, matemáticas y tecnología en el contexto específico.

Las disciplinas STEM y las herramientas digitales en la era digital establecen una relación recíproca. Por un lado, se tiene el potencial que ofrece la enseñanza digital en términos de utilización de herramientas digitales, como se analizó en secciones anteriores. Estas herramientas digitales mejoran la experiencia de aprendizaje, que se define como un conjunto de prácticas. Por otro lado, están las oportunidades docentes que surgen del aprendizaje digital. El aprendizaje digital abarca los conocimientos y habilidades necesarios para prosperar en la era digital, extendiéndose más allá de los dominios STEM tradicionales. Esta relación bidireccional entre la enseñanza digital y el aprendizaje digital crea un entorno dinámico y simbiótico para la educación en la era moderna.

Este marco nos presenta dos preguntas importantes que deben explorarse más a fondo. En primer lugar, debemos comprender el impacto de la enseñanza digital en el aprendizaje STEM. En otras palabras, ¿qué aportan exactamente estas diversas herramientas digitales cuando se trata de mejorar las competencias STEM de los estudiantes a lo largo de su trayectoria educativa? En segundo lugar, debemos examinar el papel de la enseñanza STEM en el aprendizaje digital. Específicamente, ¿cómo contribuye la integración de herramientas digitales en la instrucción STEM al desarrollo de las habilidades digitales de los estudiantes a lo largo de su escolaridad? Estas preguntas resaltan la necesidad de una comprensión integral de la relación entre la enseñanza digital, el aprendizaje STEM y la adquisición de habilidades digitales. Al explorar estas preguntas en profundidad, podemos obtener información valiosa sobre los posibles beneficios y desafíos asociados con el uso de herramientas digitales en la educación STEM.

Para explorar plenamente las oportunidades potenciales que la enseñanza digital, utilizando herramientas digitales, presenta para el aprendizaje STEM, es imperativo profundizar primero en nuestra comprensión de lo que constituye un aprendizaje efectivo en este campo específico de conocimiento. Si bien un análisis exhaustivo de este tema está más allá del alcance de este documento, presentamos un examen condensado de los principales marcos de referencia globales relacionados con este tema, con especial énfasis en el marco de prácticas STEM (que abarca prácticas científicas, de ingeniería y matemáticas). Este marco sugiere que aprender ciencias, ingeniería y matemáticas en la escuela va más allá de simplemente recibir información e involucra participar activamente en actividades científicas, de ingeniería y matemáticas.

De acuerdo con los estándares estadounidenses para la educación científica K-12, este marco enfatiza la importancia de replicar prácticas del mundo real dentro del aula. Esta idea se ha propuesto desde hace bastante tiempo en el contexto de las actividades científicas en las escuelas. Este marco no sólo se alinea con el marco de aprendizaje sociocultural y situado, sino que también enfatiza la importancia de participar activamente en actividades cognitivas, sociales y discursivas para comprender plenamente estos temas. Desde esta perspectiva, investigadores como Bybee en 2011 y Krajcik y Merritt en el 2012 han identificado y delineado ocho prácticas científicas-de ingeniería primarias que deberían fomentarse en las escuelas.

Estas prácticas abarcan una variedad de actividades, que incluyen hacer preguntas relevantes sobre fenómenos naturales y definir problemas para soluciones de ingeniería, utilizar modelos científico-matemáticos, realizar investigaciones y experimentos, analizar e interpretar datos, emplear pensamiento computacional y matemático, construir explicaciones y diseñar soluciones tecnológicas, participar en argumentaciones científicas basadas en evidencia y comunicar eficazmente los resultados de los esfuerzos científicos a la comunidad en general. Además, Comer, Sneider y Vasquez en el 2013 enfatizaron la interconexión de la ciencia, la ingeniería y las matemáticas, destacando la necesidad de ampliar la lista existente de 8 prácticas matemáticas establecida por la NRC (2012).

Estas tres dimensiones de la práctica científica sirven como base para proponer las dimensiones de la práctica STEM, que son aplicables en todas las disciplinas STEM. Estas dimensiones incluyen experimentar con fenómenos tanto naturales como tecnológicos mediante la observación, manipulación, recopilación y análisis de datos. Por lo demás, la práctica STEM implica el desarrollo de modelos científicos y matemáticos, así como la interacción con representaciones virtuales de entidades abstractas. Por último, la argumentación y la comunicación desempeñan un papel crucial en la práctica STEM, abarcando la capacidad de presentar soluciones científicas, matemáticas y tecnológicas y evaluar la evidencia y los argumentos presentados por otros.

Partiendo de la comprensión inicial de las prácticas STEM, Couso y Garrido han destacado la importancia de considerar tres dimensiones interconectadas de la práctica científica en el aula. Estas dimensiones son la indagación, el modelado y la argumentación. La investigación implica la recopilación y análisis de datos a través de observaciones y

experimentos. El modelado se refiere a la construcción de explicaciones, teorías y modelos. La argumentación implica evaluar la evidencia y construir argumentos para una comunicación efectiva y el proceso de investigación, es fundamental de la práctica STEM, ya que implica recopilar y examinar datos.

Estos datos pueden provenir de observaciones y experimentos realizados por los propios estudiantes o de datos proporcionados por terceros. Las herramientas digitales desempeñan un papel importante a la hora de facilitar el acceso a datos experimentales y mejorar su análisis. Por ejemplo, el uso de sensores digitales en aulas y laboratorios permite a los estudiantes recopilar datos de forma más fácil y rápida. Esto ahorra tiempo y reduce la complejidad. En consecuencia, los estudiantes pueden dedicar menos tiempo a la recopilación de datos y centrarse más en analizar e interpretar los datos que han recopilado. De manera similar, los programas de análisis de video permiten la recolección de datos utilizando una simple cámara digital, transformando efectivamente un aula en un laboratorio rentable.

La disponibilidad de diversas herramientas digitales que ayudan en el análisis de datos, como hojas de cálculo y calculadoras en línea, mejora enormemente la capacidad de interpretar datos. Estas herramientas ofrecen un mayor nivel de flexibilidad y profundidad en el proceso de interpretación. Por ejemplo, las hojas de cálculo pueden servir como puente entre la aritmética y el álgebra, demostrando su versatilidad. En general, la disponibilidad y utilización de herramientas digitales han revolucionado el análisis de datos y la exploración científica. Estas herramientas proporcionan una plataforma para una interpretación mejorada de los datos, así como la capacidad de conectarse con laboratorios remotos y simulaciones virtuales.

Como resultado, los estudiantes ahora tienen un acceso sin precedentes al mundo de la investigación científica, lo que les permite involucrarse con conceptos y fenómenos complejos que antes estaban fuera de su alcance. En el caso de los laboratorios virtuales brindan a los estudiantes la oportunidad de experimentar fenómenos que de otro modo serían inaccesibles debido a factores como el costo, la complejidad o las preocupaciones de seguridad dentro de un entorno escolar. Estas simulaciones virtuales acercan a los estudiantes a las complejidades de los experimentos científicos y les permiten abordar conceptos complejos sin las limitaciones impuestas por las limitaciones físicas.

Adicionalmente, la utilización de herramientas digitales también permite superar las limitaciones de tiempo y distancia a la hora de investigar fenómenos naturales. La amplia disponibilidad de laboratorios y conjuntos de datos remotos ahora permite a los estudiantes conectarse a laboratorios ubicados en cualquier parte del mundo, siempre que tengan una conexión a Internet. También, los estudiantes pueden acceder fácilmente a transmisiones en tiempo real desde cámaras remotas, telescopios u otros dispositivos de recopilación de imágenes. Esto abre infinitas posibilidades de exploración y observación. Las herramientas digitales desempeñan un papel crucial a la hora de promover y facilitar el aprendizaje basado en la investigación, especialmente cuando se trata de adaptarse a las necesidades individuales

de los estudiantes durante el trabajo experimental, la recopilación de datos y el control de variables.

El uso de simulaciones y laboratorios virtuales en computadoras individuales permite un alto nivel de interactividad en el proceso de experimentación. Estas herramientas virtuales permiten a los estudiantes modificar condiciones y variables dentro del sistema reproducido, incluidas partes arrastrables que se pueden agregar o eliminar. La amplia gama de fenómenos científicos representados a través de simulaciones ofrece a los estudiantes la oportunidad de participar en simulaciones prefabricadas, pero también les permite diseñar sus propios experimentos virtuales utilizando micromundos virtuales como Algodoo o ChemLab. Esto implica la adición y combinación de varios materiales de laboratorio, brindando a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más personalizada e inmersiva.

Los software matemáticos interactivos, como Geogebra, proporcionan entornos manipulativos que pueden personalizarse para satisfacer las necesidades de aprendizaje individuales de los estudiantes. Además, los entornos virtuales que representan sistemas físicos, como animaciones, simulaciones o micromundos virtuales, ofrecen la ventaja de permitir a los estudiantes repetir los fenómenos o procesos representados tantas veces como deseen, lo que no es posible con los experimentos de laboratorio tradicionales. La utilización de plataformas web que brindan orientación a los estudiantes en el proceso de investigación científica, resolución de problemas matemáticos o diseño de artefactos de ingeniería es un recurso inmensamente valioso para la educación STEM.

Estas plataformas, arraigadas en la filosofía de la Educación Científica Basada en la Indagación (IBSE), ofrecen actividades digitales interactivas que guían a los estudiantes paso a paso a través de las distintas etapas del proceso de indagación. Esto incluye desarrollar preguntas de investigación, formular predicciones e hipótesis, recopilar y analizar datos, obtener resultados y sacar conclusiones. Un ejemplo de dicha plataforma es Go Lab, que ofrece aplicaciones específicas para ayudar a los estudiantes a construir sus propias hipótesis y representar visualmente los resultados experimentales que han obtenido. Del mismo modo, autores como García, Arnau y Arevalillo-Herráez en el 2015 destacan el potencial de los sistemas tutoriales inteligentes (TSI) en educación matemática. Estos sistemas tienen la capacidad de supervisar y orientar en tiempo real a los estudiantes mientras resuelven problemas matemáticos, adaptándose al enfoque específico elegido por cada estudiante en cada momento.

La introducción de nuevas herramientas digitales en el aula ha tenido un profundo impacto en la forma en que se enseñan las materias STEM. Estas herramientas no sólo permiten la recopilación y análisis de datos, sino que también facilitan la resolución de problemas y la creación de soluciones. Además de esto, el desarrollo de interfaces virtuales y entornos de simulación ha abierto nuevas posibilidades para la educación STEM. Al utilizar animaciones, simulaciones, videojuegos y otros entornos virtuales, los estudiantes pueden visualizar e interactuar con conceptos abstractos y matemáticos que se encuentran comúnmente en los campos STEM. Entre ellos se incluyen átomos, moléculas, genes, líneas de campo, vectores,

haces de luz, frentes de ondas, placas tectónicas, galaxias, así como rectas numéricas, figuras geométricas y figuras fractales.

Romero y Quesada en el 2014 realizaron un análisis de herramientas digitales para la ciencia y encontraron que estas herramientas brindan a los docentes la capacidad de representar y visualizar de manera efectiva modelos y teorías abstractas de la ciencia. Esto mejora la comprensión y la conexión entre los aspectos físicos y teóricos de la ciencia. De manera similar, se enfatiza la importancia de utilizar este tipo de representaciones para mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes. Wieman, Adams y Perkins en el 2008, defensores de la plataforma web PhET, afirman específicamente que sus simulaciones están diseñadas para representar visualmente ideas abstractas que se derivan de la realidad. Esto ayuda en la visualización y comprensión de estos conceptos para los estudiantes.

Además, la representación de ideas abstractas también resulta beneficiosa en el aprendizaje de álgebra. Programas como Dragon Box Algebra han demostrado ser eficaces a la hora de manipular objetos algebraicos para resolver problemas. La introducción de herramientas digitales en la educación STEM no solo permite a los estudiantes interactuar con representaciones abstractas creadas por educadores, sino que también presenta una oportunidad para que los estudiantes desarrollen y expresen aún más sus propias ideas abstractas y modelos científicos y matemáticos con la ayuda del soporte digital. El concepto de que los estudiantes programen sus propios modelos se ha discutido durante mucho tiempo en el campo de la educación científica.

De hecho, ya en 1994, Mellar, Bliss, Boohan, Ogborn y Tompsett propusieron la idea de diferenciar entre simulaciones diseñadas por los profesores para que las utilicen los estudiantes y simulaciones que los propios estudiantes podrían diseñar para expresar y refinar sus ideas científicas. De manera similar, Hsu, Hwang, Wu, Li-Fen e I-Chung enfatizaron en 2006 que este segundo enfoque sólo era posible si los estudiantes adquirían las habilidades necesarias. Otro aspecto de la actividad escolar STEM, que involucra argumentación y comunicación científica, de ingeniería y matemática, se ve enormemente mejorado por el uso de herramientas digitales. Estas herramientas proporcionan numerosos canales de comunicación, tanto dentro como fuera del aula, como entornos virtuales de aprendizaje y plataformas de medios sociales como blogs y redes sociales.

Estas plataformas no solo brindan herramientas que facilitan la comunicación, sino que también la fomentan de una manera similar a como la practican los profesionales en los campos STEM. La integración de los Sistemas de Respuesta en el Aula (CRS), también conocidos como aplicaciones de respuesta inmediata, tiene el potencial de mejorar las interacciones de los estudiantes dentro del aula. Estos sistemas requieren la participación de aspectos afectivos, que pueden enriquecer aún más la experiencia de aprendizaje. Aparte de CRS, las herramientas inmersivas como los videojuegos y las plataformas multijugador también han demostrado ser efectivas para fomentar la argumentación STEM. Por ejemplo, Ouariachi, Olvera-Lobo y

Gutiérrez-Pérez en 2017 demuestran cómo los juegos en línea centrados en el cambio climático están surgiendo como herramientas alternativas para crear conciencia entre los jóvenes.

La interactividad y la inmersión que proporcionan estos juegos juegan un papel crucial en su éxito. Para Osborne y Hennessy, cuando se trata de fomentar la interacción más allá de los confines del aula, el desarrollo de herramientas digitales innovadoras para la educación científica debe abordar las demandas cambiantes del campo. Esto implica no sólo establecer conexiones entre las instituciones educativas y las comunidades científicas y sociales más amplias, sino también abordar los diversos desafíos que surgen. A pesar de algunos avances en esta área, aún queda una cantidad considerable de trabajo por hacer, lo que brinda amplias oportunidades para la creación y utilización de aplicaciones novedosas. Al comprender y evaluar estos indicadores de competencia digital, podemos evaluar mejor el impacto de la enseñanza STEM en el desarrollo general de las habilidades digitales de los individuos.

La educación STEM proporciona una base para adquirir y mejorar estas habilidades, ya que promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la alfabetización tecnológica. Al participar en materias STEM como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, los estudiantes están expuestos a diversas herramientas y aplicaciones digitales que les permiten desarrollar y perfeccionar su competencia digital, la enseñanza STEM fomenta la creatividad y la innovación, fomentando la creación de contenido digital y la utilización de plataformas digitales para la comunicación y la colaboración. En la categoría de información, se espera que las personas posean la capacidad de identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar información digital y al mismo tiempo ser capaces de juzgar su relevancia y propósito.

En el ámbito de la comunicación digital, las personas deben dominar diversas herramientas en línea, lo que les permitirá comunicarse, compartir recursos, colaborar y conectarse de manera efectiva con otros en entornos digitales. En este sentido, las personas podrían interactuar, participar en comunidades y redes en línea con conciencia y comprensión de las dinámicas interculturales, los contenidos digitales son otro aspecto importante, lo cual implica la capacidad de generar contenido en varios formatos, utilizando conocimientos y materiales previos y al mismo tiempo teniendo en cuenta los derechos y licencias de propiedad intelectual.

La seguridad digital es vital en la competencia digital, abarcando la protección personal, la protección de datos, la protección de la identidad digital, la implementación de medidas de seguridad y el uso seguro y sostenible de herramientas digitales. En conclusión, la enseñanza STEM juega un papel fundamental en el cultivo de la competencia digital. Al abordar los diversos aspectos de la competencia digital descritos en los indicadores propuestos por la Comisión Europea, la educación STEM equipa a las personas con las habilidades y conocimientos necesarios para navegar eficazmente en el panorama digital. Además, permite a las personas participar en la resolución de problemas digitales, garantizando que puedan adaptarse y prosperar en un mundo cada vez más digitalizado.

Para examinar en profundidad el impacto de la enseñanza STEM en el desarrollo de la competencia digital, es esencial establecer primero una comprensión clara de lo que se entiende por esta competencia. El documento de la Comisión Europea, "Medición de habilidades digitales en la UE: indicadores de competencia digital en toda la UE" 2014, propone un conjunto integral de indicadores que definen la competencia digital en cinco categorías distintas. Estas categorías incluyen información, comunicación digital, creación de contenido digital, seguridad digital y resolución de problemas digitales. En los últimos años, ha habido un reconocimiento creciente de la importancia de la alfabetización computacional, o el pensamiento computacional, en el contexto de una sociedad digital.

Este concepto, introducido por Wing en 2006, ha obtenido el apoyo de instituciones influyentes como la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación y la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación. Brennan y Resnick en el 2012, insistieron que la alfabetización computacional abarca no solo un conjunto de conceptos computacionales relacionados con la programación, como secuencias, bucles y condicionales, sino también una variedad de prácticas computacionales, como depurar, reutilizar, combinar código y modularizar soluciones. La alfabetización computacional incluye perspectivas computacionales, centrándose en expresar ideas computacionalmente, conectando diferentes conceptos e ideas y cuestionando suposiciones y enfoques.

En general, la noción de alfabetización computacional resalta la necesidad de que las personas desarrollen habilidades y comprensión que les permitan navegar y prosperar en un mundo impulsado por lo digital. Esta habilidad particular está estrechamente relacionada con el proceso de encontrar soluciones para una amplia gama de problemas, lo que se conoce como aprendizaje basado en problemas. Implica varias etapas distintas, comenzando con la comprensión de la naturaleza del problema en cuestión, seguida de la formulación de un diseño, plan o proyecto para abordarlo.

Posteriormente, el plan se pone en acción para resolver el problema y en última instancia, se evalúa y revisa el resultado. A la luz de las diversas perspectivas sobre la educación en habilidades digitales, la Licencia Europea de Conducción de Computadoras Fundación ECDL, 2015, sugiere un enfoque integral que enfatiza la importancia tanto de la alfabetización digital como del pensamiento computacional en el currículo educativo. La Fundación ECDL reconoce que la alfabetización digital es tan crucial como las habilidades tradicionales de lectura y escritura, ya que permite a los estudiantes acceder y comprender las diversas materias que se enseñan a lo largo de su trayectoria académica. Asimismo, la fundación subraya la importancia del pensamiento computacional, que va más allá del mero conocimiento de programación informática.

El pensamiento computacional abarca toda una mentalidad y un enfoque de resolución de problemas, equipando a los individuos con la capacidad de analizar y abordar desafíos de manera lógica y sistemática. Al abogar por la integración de la alfabetización digital y el pensamiento computacional en la educación, la Fundación ECDL tiene como objetivo

proporcionar a los estudiantes un conjunto completo de habilidades que los capacitarán para prosperar en la era digital. A la luz de este enfoque integral, nos gustaría presentar las diversas oportunidades que presenta la enseñanza STEM en entornos escolares digitalizados, con el objetivo de mejorar y ampliar las experiencias de aprendizaje digital en el aula.

En resumen la intención es mostrar las funciones potenciales que pueden cumplir estas herramientas, que en última instancia ayudarán a los educadores a tomar decisiones informadas sobre cuándo y cómo incorporarlas en sus prácticas docentes, yendo más allá de las tendencias fugaces. Para que la sociedad prospere en la era digital, es fundamental que se formen personas competentes en alfabetización digital, las cuales deben poseer la capacidad de navegar y sobresalir en un mundo digital, incluidas habilidades como recopilar e interpretar eficazmente diversas formas de información digital, comunicarse de manera adecuada y crítica y producir su propio contenido digital. Si bien es importante señalar que la alfabetización digital se puede desarrollar a través de diversas disciplinas, los campos STEM tienen un inmenso potencial para fomentar estas competencias esenciales.

Al implementar un enfoque sólido de la educación STEM, que enfatice la aplicación práctica de las prácticas STEM, podemos lograr avances significativos en la mejora de la alfabetización digital de la humanidad. Para empezar, es importante creer firmemente que los desafíos y entornos presentes en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) son altamente propicios para adquirir habilidades de identificación, organización y análisis de información digital, es decir, estas áreas ofrecen excelentes oportunidades para crear y comunicar contenido digital de manera efectiva. Esto es especialmente evidente cuando se trata de transmitir los resultados de la investigación científica, resolver problemas matemáticos complejos o diseñar soluciones de ingeniería innovadoras.

En consecuencia, el aula se convierte en una plataforma para fomentar y mejorar las habilidades comunicativas, ampliamente reconocidas como competencias esenciales en el ámbito de la educación digital. Un excelente ejemplo de esto se puede ver en las actividades que alientan a los estudiantes a desarrollar sus habilidades para contar historias utilizando una variedad de tecnologías digitales. Existen varias técnicas digitales fascinantes que se pueden utilizar para comunicar eficazmente conceptos científicos o matemáticos. Específicamente, el lapso de tiempo y el stop motion son dos métodos populares que se han explorado en estudios de investigación.

Un estudio realizado por Valkanova y Watts en el 2007 se centró en la utilización de estas técnicas en contextos de enseñanza relacionados con el cuerpo humano. Descubrieron que el uso de vídeos time lapse o stop motion no sólo ayudaba a transmitir ideas científicas sino que también mejoraba las habilidades digitales de los estudiantes. De manera similar, Fridberg, Redfors y Thulin en 2014 realizaron investigaciones en el campo de la astronomía, examinando el potencial de estas técnicas digitales. Sus hallazgos indicaron que los vídeos time lapse y stop motion eran herramientas valiosas tanto para comunicar conceptos científicos como para fomentar la competencia digital. Estos estudios destacan las oportunidades prometedoras que

ofrecen las técnicas digitales en entornos educativos, mostrando su capacidad para involucrar a los estudiantes y al mismo tiempo promover la comprensión científica y la alfabetización digital.

La utilización de diversas herramientas digitales, como paneles digitales y foros de entornos virtuales de aprendizaje, presenta valiosas oportunidades para mejorar la competencia digital, estas plataformas permiten a las personas desarrollar sus habilidades y competencias digitales. Para autores como, Monferrer y Forcano en el 2014 destacaron la importancia de la comunicación digital para transmitir los resultados de investigaciones a pequeña escala realizadas en el aula de Física. Este requisito no sólo fomenta la competencia digital sino que también requiere la adquisición de técnicas y lenguajes novedosos arraigados en el soporte digital. Aparte de, Hill y Grinnell, quienes resaltaron la importancia de la infografía como método eficaz de comunicación digital, particularmente en los campos STEM.

Al participar en la creación de infografías, se anima a las personas a sintetizar y estructurar la información, a menudo intrincada, que caracteriza este dominio, Una educación STEM también abarca el cultivo de procesos cognitivos y habilidades de razonamiento lógico, que resultan particularmente beneficiosos al adquirir competencia en técnicas de resolución de problemas dentro de un contexto digital, participar en procesos de toma de decisiones y utilizar eficazmente tecnologías innovadoras. Al examinar el impacto de la era digital en el ámbito profesional, a menudo surge el concepto de sociedad postindustrial o del conocimiento. Esta sociedad otorga gran importancia a la competencia y la capacidad de aplicar el conocimiento de manera significativa y relevante.

Como resultado, los requisitos laborales tradicionales están experimentando una transformación. Los roles anteriores que implicaban tareas repetitivas y rutinarias ahora están evolucionando para incluir nuevas responsabilidades, como la resolución de problemas, la colaboración con colegas y un alto nivel de competencia tecnológica. Algunos puestos de trabajo incluso han sido eliminados por completo como resultado de estos cambios, aparte de poseer habilidades tecnológicas avanzadas, la comunicación efectiva, el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas también se consideran habilidades esenciales para las personas del siglo XXI. Estas habilidades son cruciales tanto para la población general como para la fuerza laboral, como destacan Ananiadou y Claro en el 2008.

No obstante, el cambio hacia una sociedad basada en el conocimiento plantea un desafío importante. El enfoque tradicional de la educación, que se centraba en el conocimiento y la experiencia prácticos, debe ser reemplazado por un énfasis en las habilidades transversales y el conocimiento profundo. Este nuevo enfoque, a menudo denominado conocimiento sistemático, permite a las personas adaptarse a los cambios constantes en nuestro mundo en rápida evolución. La cuarta revolución industrial, caracterizada por la incorporación del Internet de las Cosas, las Fábricas Inteligentes y los sistemas ciberfísicos, complica aún más este desafío. Los procesos de producción involucrados en esta revolución son cada vez más complejos, lo que

requiere una comprensión profunda y la capacidad de modificar la tecnología de manera adecuada.

Como resultado, los trabajadores del futuro necesitarán poseer conocimientos y habilidades STEM integrados, combinados con habilidades digitales altamente sofisticadas. En conclusión, es imperativo que la educación STEM no sólo mejore la comprensión de las herramientas digitales por parte de los estudiantes, sino que también cultive su competencia para modificar y personalizar dichas herramientas. En consecuencia, los estándares de alfabetización digital del futuro deben abarcar no sólo la mera utilización de herramientas digitales sino también la capacidad de colaborar en su creación y adaptarlas a las necesidades individuales. La capacidad de utilizar y adaptar tecnologías digitales, como la creación de aplicaciones personalizadas, videojuegos, simulaciones y otras herramientas digitales, depende en gran medida del conocimiento científico, matemático y tecnológico.

Este conocimiento es cada vez más accesible para la persona promedio, lo que lleva al surgimiento de nuevas competencias como "diseño" o "invención" dentro del ámbito del diseño democratizado. Esta tendencia se ejemplifica con el auge de los laboratorios de creación digital, conocidos como Fablabs, y la disponibilidad de hardware gratuito como las placas Arduino, que permiten la personalización y creación de diversos dispositivos electrónicos. Para evitar una posible brecha digital entre quienes pueden crear entornos digitales personalizados y quienes no, es fundamental que las personas posean una sólida comprensión de los conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos. Esto es particularmente importante para los estudiantes, la integración de las controversias sociocientíficas (SSI) dentro de la educación STEM presenta una oportunidad convincente para fomentar esta selección crítica de información.

Los escenarios SSI implican presentar a los estudiantes dilemas complejos o cuestiones sociales polémicas que requieren la aplicación de conocimientos científicos. Al abordar tales controversias, se anima a los estudiantes a analizar y evaluar información desde múltiples perspectivas, perfeccionando así sus habilidades de pensamiento crítico y reforzando la importancia de fuentes confiables en la toma de decisiones. En diversos entornos educativos, es imperativo que los estudiantes participen en el proceso de acceder, interpretar y evaluar diversas fuentes de información para formular sus propias perspectivas. A modo de ejemplo, plataformas como Engage ofrecen una gran cantidad de recursos digitales diseñados específicamente para abordar temas controvertidos, animando a los estudiantes a realizar consultas breves y participar en debates relacionados con temas STEM con el objetivo de formular sus propias posiciones informadas.

Dadas las diversas interpretaciones del pensamiento computacional descritas anteriormente y reconociendo su importancia para afrontar los desafíos tanto en contextos profesionales como cotidianos dentro de la era digital, es importante explorar cómo la educación STEM es fundamental en el fomento de su crecimiento y aplicación. Para Wagh, Cook-Whitt y Wilensky en el 2017, el campo de las disciplinas STEM ofrece un entorno perfecto para cultivar

habilidades de pensamiento computacional. Esto se debe principalmente a que existen numerosas intersecciones entre estas disciplinas y el campo computacional en términos de formas de pensar y enfoques de resolución de problemas. En apoyo de este punto de vista, Weintrop y otros autores en el 2016 realizaron un extenso estudio que no solo establece las fuertes conexiones entre el pensamiento computacional y las prácticas científicomatemáticas, sino que también destaca cómo la tecnología computacional está revolucionando estas prácticas dentro de los campos STEM.

Proporcionan ejemplos concretos de este impacto transformador, como el uso de métodos computacionales para resolver problemas complejos relacionados con la secuenciación del ADN o las leyes, el pensamiento computacional ha surgido como un aspecto crucial de las prácticas científicas, como se describe en las ocho prácticas científicas clave antes mencionadas. Es imperativo que las instituciones educativas adopten el proceso de modelación científica, que implica la creación y evaluación continua de modelos construidos por los estudiantes, Esta perspectiva no sólo facilita la experimentación práctica, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades computacionales, el dominio de estos conceptos está íntimamente ligado al dominio del pensamiento y del lenguaje matemático, definen conceptos computacionales en programación, como variables (valores, incrementos, ejes de coordenadas, ritmos), condicionales expresados a través de operadores matemáticos (condiciones, órdenes, lógicos y aritméticos) y algoritmos matemáticos expresados a través de pasos de secuenciación.

(Weintrop et al., 2016) enfatizan la importancia de las habilidades de resolución de problemas matemáticos para permitir a los estudiantes resolver problemas computacionales. Aparte de, (Beauchamp, 2016) que destaca el paradigma del diseño de ingeniería (preguntar, imaginar, planificar, crear y mejorar) como una forma de promover prácticas y perspectivas computacionales en el diseño de programas de computadora. Este paradigma implica comprender el problema, proponer un diseño o plan, ejecutar el plan para resolver el problema y revisar el resultado. Además, varios autores han discutido el papel del pensamiento creativo en el pensamiento computacional.

Esta sección proporciona un marco de análisis que examina el impacto de las herramientas digitales en el desempeño de las prácticas científicas, de ingeniería y matemáticas. El marco ayuda a distinguir entre los procesos de enseñanza, incluidas las herramientas y contextos utilizados, y los procesos de aprendizaje, incluidos los propios objetos de aprendizaje. A lo largo del debate, destacamos cómo ciertas herramientas digitales, cuando se utilizan de maneras específicas, pueden beneficiar el desarrollo del aprendizaje STEM y el aprendizaje digital de niños y jóvenes. Sin embargo, también advertimos contra las suposiciones simplistas de que las herramientas digitales por sí solas garantizan mejores resultados de aprendizaje, como lo respaldan investigaciones anteriores.

Dentro de este orden de ideas se ha debatido consistentemente por la promoción de la enseñanza y el aprendizaje en el campo STEM que se alinee con el marco de la práctica STEM. Las actividades y prácticas en las que participan los estudiantes reflejan las prácticas reales y

los estándares profesionales del campo STEM. Varios trabajos académicos, incluidos los de Grandy y Duschl, Izquierdo, Osborne y Vásquez como otros autores, han apoyado esta noción y resaltado la importancia de incorporar prácticas STEM auténticas en los entornos educativos. Esto indica que la utilización de las herramientas digitales se lleva a cabo de una manera que refleja su uso profesional y en la vida real, agregando así mayor importancia y significado al proceso educativo general.

Por esta razón, se organizado los diversos argumentos en cinco categorías principales, que ya hemos discutido en las secciones anteriores: la exploración de fenómenos naturales y tecnológicos a través de la observación, la manipulación, la recopilación y el análisis de datos; la creación de modelos científicos y matemáticos, así como la interacción con representaciones virtuales de conceptos abstractos; la articulación y difusión de soluciones científicas, matemáticas y tecnológicas, junto con la evaluación de evidencias y argumentos presentados por otros; la adquisición de habilidades de alfabetización digital (que son tan cruciales como la lectura y la escritura y por lo tanto, esenciales para acceder a todas las materias que se imparten en el plan de estudios); y el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional (que abarcan no sólo el conocimiento de la programación informática a través de código, sino también toda una mentalidad para el razonamiento y la resolución de problemas).

Esta colección de argumentos resume nuestro punto de vista que aboga por la utilización constante, reflexiva y práctica de herramientas digitales en el aula de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). A pesar de los argumentos presentados, es importante reconocer que, de hecho, la incorporación del mundo digital en los entornos escolares tiene posibles desventajas. Además, es fundamental reconocer que la introducción de tecnología no es la única solución para mejorar las aulas STEM. A lo largo de este artículo, se han destacado problemas que existen actualmente y si bien se supone que no deberían impedir que los niños y jóvenes accedan a herramientas digitales en entornos educativos, deben considerarse para garantizar la equidad, la ética y la seguridad.

Es imperativo que cualquier esfuerzo destinado a mejorar el uso de herramientas digitales abarque y garantice el cumplimiento de estos requisitos. Es importante señalar que la ausencia de una discusión detallada sobre estos requisitos en este artículo no debe confundirse con una indicación de su insignificancia; por el contrario, tienen una enorme importancia. Se reconoce que estos aspectos, como la brecha digital y la seguridad digital, tienen una inmensa importancia y confiamos en la experiencia de los profesionales en estos campos para ayudarnos a afrontar los desafíos que plantean. Al adoptar una postura crítica, nos comprometemos a realizar el trabajo diario necesario para abordar de manera efectiva estos problemas. Pero, la presencia de estas limitaciones no debe utilizarse para iniciar una discusión sobre si se deben adoptar o rechazar las herramientas digitales, o si se debe otorgar o denegar el acceso al mundo digital.

En cambio, la atención debería centrarse en determinar el momento, el método y el propósito apropiados para emplear estas herramientas. En consecuencia, se requiere una

investigación exhaustiva para cada campo, aplicación STEM y categoría de herramienta digital, así como determinar los grupos de edad adecuados para su utilización. El objetivo es examinar en profundidad las importantes contribuciones realizadas por diversas herramientas digitales en las tres áreas cruciales de la práctica STEM en la educación primaria y secundaria obligatoria. Con todo, es importante señalar que todavía existe una gran necesidad de seguir investigando nuevas herramientas y subprácticas, así como de comprender cómo introducir y utilizar eficazmente cada una de estas herramientas en las diversas etapas educativas.

En última instancia, es importante reconocer que el amplio discurso en torno a los beneficios potenciales de herramientas digitales específicas para mejorar las prácticas STEM solo es significativo si somos capaces de involucrar activamente a las personas más influyentes en esta ecuación: educadores y docentes. Estos profesionales enfrentan la formidable tarea de seleccionar cuidadosamente y utilizar estas herramientas de manera ejemplar, fomentando una necesidad genuina de su implementación entre sus estudiantes y evaluando efectivamente su impacto en el aprendizaje, particularmente en el campo de STEM. Sin embargo, esto no es tarea fácil y se ha visto socavado por la introducción apresurada de herramientas en el aula con una mínima formación de los docentes.

Capítulo II

Metodología STEM

A medida que la sociedad continúa progresando y desarrollándose, experimenta constantemente una ola de cambios y avances tecnológicos. Estas transformaciones están ocurriendo en el contexto de la globalización, que plantea una demanda continua de personas que posean las habilidades y conocimientos necesarios para navegar y responder eficazmente a estos avances. Es primordial que las personas estén equipadas con la capacidad de analizar críticamente, reflexionar y adaptarse a estos cambios de una manera reflexiva, segura y situacional. El siglo XXI está marcado por cambios significativos muy ligados a la tecnología y la ciencia, realidad que se hace evidente con el auge de las tecnologías artificiales.

Inteligencia, automatización, hiperconectividad, robótica, cultura maker y microfabricación digital. Estas transformaciones han dado paso a una forma de vida más dinámica, lo que ha dado lugar a nuevos desafíos y exigencias, por lo que se necesitan nuevos enfoques de la enseñanza y el aprendizaje. En consecuencia, la sociedad espera que el sistema educativo adopte metodologías de enseñanza que fomenten el conocimiento contextualizado y se alineen con las habilidades que requiere el mundo moderno (Malbernat, 2008). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la educación tiene un propósito fundamental al facilitar la adquisición y creación de conocimientos.

En consecuencia, es dentro del ámbito de la educación donde los individuos pueden cultivar una amplia gama de conocimientos humanísticos, científicos y tecnológicos. Además, la educación también sirve como plataforma para el desarrollo de habilidades, actitudes y competencias cruciales necesarias para navegar y abordar eficazmente las diversas demandas y desafíos que prevalecen en la sociedad actual (UNESCO, 2010). De manera similar, en 1996, Delors expresó su preocupación por el estado de la educación, señalando que estaba estancada en un estado de letargo pedagógico. Observó que los métodos de enseñanza se centraban principalmente en impartir conocimientos teóricos sin tener en cuenta los rápidos avances provocados por la globalización.

Particularmente se destacó que los estudiantes eran meros receptores pasivos de información y no participantes activos en su propio viaje de aprendizaje. Para abordar estos problemas, Delors propuso un enfoque transformador de la educación que prioriza el desarrollo de habilidades. Este enfoque tiene como objetivo empoderar a los estudiantes y animarlos a apropiarse de su aprendizaje participando activamente en la construcción de su propio conocimiento. En este marco, la (UNESCO, 2008) presentó un conjunto de directrices pedagógicas que enfatizaban la importancia de implementar modelos y metodologías pedagógicas innovadores para mejorar la enseñanza contextualizada y por último, mejorar los resultados educativos. El objetivo era luchar por la excelencia educativa dando prioridad a la adopción de enfoques que satisficieran mejor las necesidades y requisitos específicos de los alumnos.

En respuesta a la evolución de las necesidades educativas, recientemente se han puesto en práctica varios enfoques arraigados en la teoría constructivista. Por ejemplo, el aprendizaje social defendido por Vigotsky y el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel se han implementado para demostrar que la incorporación de nuevas perspectivas al marco educativo convencional puede fomentar una transformación en los métodos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles de la educación. En consecuencia, este cambio ha dado lugar a una multitud de procesos educativos innovadores. En este marco, existe un modelo pedagógico conocido como metodología STEAM, que pretende provocar transformaciones sustanciales en el proceso pedagógico.

Esta metodología deriva su nombre del acrónimo en inglés que representa las disciplinas académicas que abarca, a saber, ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Al adoptar la metodología STEAM, los educadores pueden fomentar un entorno educativo de naturaleza dinámica, contextualizada, sistémica e interdisciplinaria. Es a través de la integración de estas cinco áreas diversas de conocimiento que los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar una comprensión integral, construyendo activamente sus propias experiencias de aprendizaje (Sánchez, 2019). Según Dale en 1969, es necesario adoptar los enfoques esbozados en su teoría del triángulo del aprendizaje. Destaca que los estudiantes son capaces de retener un significativo 90% de lo que hacen ellos mismos activamente.

Esto subraya la importancia de implementar una metodología que permita a los alumnos construir activamente su propio conocimiento. Al hacerlo, es posible facilitar resultados de aprendizajes superiores y más completos. Este enfoque, conocido como STEM, fue introducido inicialmente en la década de 1990 por la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) en Estados Unidos. Originalmente acuñado como abreviatura de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, STEM tenía como objetivo integrar estas cuatro disciplinas en un modelo de enseñanza cohesivo. El objetivo principal fue fomentar la combinación efectiva de estas áreas de conocimiento, facilitando así el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y reflexivo para la resolución de problemas.

Con el creciente reconocimiento y aceptación de este enfoque en el ámbito de la educación, se ha vuelto ampliamente reconocido como un marco pedagógico innovador y progresista. Esto es claramente evidente a través de la extensa investigación realizada por (Tsurusaki, et al., 2017), (Santillán, et al., 2019), y (Salgado, et al., 2020), que ha consolidado aún más su posición como una de las metodologías educativas más implementadas en todos los niveles educativos. Esto incluye su implementación exitosa desde la educación infantil hasta los entornos de educación superior. Para los autores (García, Burgos y Reyes, 2017), la relevancia de la educación STEAM ha llevado a potenciar su metodología, ampliando su aplicabilidad y evolucionando hacia lo que hoy se conoce como STEAM.

Esta evolución incluye la incorporación del arte, como lo destacan (Coello, Crespo, Hidalgo y Díaz, 2018). La inclusión del arte en la educación STEAM demuestra un compromiso por enfatizar la importancia de la formación artística y fomentar el desarrollo de habilidades creativas, esta integración abre nuevas posibilidades para la innovación en el contexto de la cuarta revolución industrial, reconociendo la finalidad del arte en el campo científico, como enfatiza (Amor, 2018). Esta metodología, como lo plantea Sánchez, permite la creación de un conjunto integral de competencias, que abarca diversas dimensiones, que fomentan el crecimiento y desarrollo de las personas a través de la transformación de los procesos curriculares.

Cabe señalar que el término “currículum” deriva del vocablo latino “curriculum”, que denota un camino o rumbo que conduce hacia un objetivo específico (Diccionario Etimológico Español, 2003). Según el trabajo de Campbell y Caswell en 1935, el currículo puede entenderse como una colección integral de experiencias que son esenciales para el desarrollo de un niño dentro de un entorno educativo. Esta definición engloba todos los procesos necesarios que permiten que se produzca el aprendizaje. Además, Caswell en 1950 y Alexander y Saylor en 1970 reforzaron aún más esta idea. Como resultado, el concepto de currículo se ha vinculado estrechamente a cualquier acción, experiencia o suceso tangible que esté diseñado específicamente para facilitar la educación. Esta interpretación amplia enfatiza la importancia de incorporar diversas prácticas y técnicas educativas para mejorar el viaje de aprendizaje.

En sus respectivos trabajos, Zea y González 2015 y De Alba 1991 destacan la importancia de ver el currículo como una amalgama integral de diversos componentes que contribuyen al desarrollo del individuo. Estos componentes incluyen conocimientos, valores, costumbres, creencias y hábitos, todos ellos integrantes de la propuesta de política educativa encaminada a fomentar la integración disciplinar en la formación del individuo. También, el plan de estudios consta de elementos tanto estructurales como prácticos, que abarcan contenidos teóricos, procedimentales. También incorpora dimensiones que son tanto generales como específicas, y la representación histórica sirve como una teoría fundamental que permea diferentes niveles de significación.

En opinión de Doyle en 1995, el currículo puede verse como un paradigma que se origina dentro del sistema escolar y se extiende a la sociedad. Implica un proceso multifacético de

transformación, en el que las políticas curriculares se convierten en métodos, herramientas y estrategias prácticas que pueden aplicarse en el aula. Este proceso de traducción permite a los educadores implementar de manera efectiva el plan de estudios previsto, asegurando que se alinee con las metas y objetivos establecidos por las instituciones educativas. Por tanto, el currículo actúa como un puente entre el contexto social más amplio y las prácticas específicas empleadas en los entornos educativos.

Esta perspectiva, se han implementado dos niveles distintos de procesos de enseñanza. Estos niveles incluyen un nivel institucional, donde se diseña un plan de estudios tanto formal como abstracto, y un nivel de clase. El nivel institucional es responsable de crear un marco estructurado en el que se desarrollan e implementan políticas curriculares como estrategias en el proceso pedagógico, abarca un dominio abstracto que abarca una colección de teorías o modelos que sirven como guía para el proceso curricular, definiendo en última instancia el funcionamiento y la naturaleza del sistema educativo dentro del entorno escolar. Estas teorías pueden variar desde enfoques conductistas hasta enfoques constructivistas. En esencia, el nivel institucional abarca los valores fundamentales y los resultados previstos de la educación, junto con las estructuras y métodos empleados en el sistema educativo.

Por otro lado, el nivel de clase se refiere a la implementación del plan de estudios como un aspecto tangible del avance educativo, con un énfasis principal en la adquisición de conocimientos. Dentro de este contexto, la interacción dinámica entre profesores y estudiantes es una consideración fundamental. (Díaz y Barriga, 2012) y (Quesada, et al., 2001) han identificado cuatro elementos fundamentales que apoyan los procesos curriculares. El primer fundamento es el aspecto epistemológico, que atañe a la racionalidad y al conocimiento. Este elemento enfatiza la importancia de comprender y utilizar el pensamiento lógico en el plan de estudios. El segundo fundamento es el aspecto axiológico, que se centra en los valores. Estos valores actúan como guía y referente para validar y orientar las diferentes etapas del proceso curricular.

El tercer fundamento es el aspecto teleológico, que se centra en el logro de propósitos, objetivos y metas. En otras palabras, pretende cumplir el propósito educativo estableciendo objetivos claros y trabajando para lograrlos. Por último, el cuarto fundamento es el aspecto futuroológico, que implica proyectar escenarios futuros a partir de un análisis retrospectivo. Esto significa que las personas utilizan sus conocimientos y experiencias existentes para crear contenido que les ayudará a lograr los resultados futuros deseados. Estos cuatro fundamentos trabajan juntos para proporcionar un marco sólido para los procesos curriculares, asegurando que tengan un propósito, estén impulsados por valores y enfocados en el futuro.

Según Díaz y Barriga, el proceso de desarrollo curricular consta de varias etapas, que incluyen el análisis previo, el diseño, la aplicación y la evaluación. Destacan que la estructura de este proceso varía según la conceptualización del plan de estudios, lo que indica que no existe un enfoque único para todos. Más bien, requiere flexibilidad y adaptación para satisfacer las demandas específicas del contexto educativo. Dados los enfoques antes mencionados y el hecho

de que el modelo STEAM ha sido ampliamente reconocido como un enfoque interdisciplinario, implementado con éxito en numerosos contextos para mostrar su efectividad y adaptabilidad, particularmente en el campo de la educación, donde ha jugado un papel fundamental en la promoción de una diversidad.

La amplia gama de experiencias que han impactado significativamente los procesos curriculares a través de prácticas innovadoras y la transformación de la pedagogía, es importante profundizar en cómo la metodología STEAM ha influido y revolucionado los procesos curriculares, conduciendo en última instancia a un cambio en la praxis pedagógica. Es importante señalar que la metodología STEAM abarca todos los aspectos del proceso curricular como lo describe Doyle en 1995. Estos componentes incluyen establecer objetivos o metas claros, establecer las condiciones necesarias para la implementación, como recopilar información relevante, obtener recursos y herramientas, determinar las acciones o estrategias involucradas en el plan de estudios y emplear diversos recursos para lograr los objetivos deseados. Esencialmente, la metodología STEAM puede considerarse como un proceso curricular integral por derecho propio.

La metodología STEAM, así caracterizada, también posibilita la implementación de las etapas propuestas por Doyle en 1996 para los procesos curriculares. Estas etapas incluyen: (a) un análisis inicial, también conocido como diagnóstico, que asegura que el proceso curricular se alinee con las necesidades y demandas específicas del grupo estudiantil, (b) la fase de diseño o planificación, que establece los conceptos teóricos que incorporarse al currículo, así como los componentes, elementos y potenciales metodologías de enseñanza a utilizar, (c) la etapa de aplicación o ejecución, que involucra la implementación del currículo y la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, y finalmente, (d) la fase de evaluación, que consiste en valorar el grado de consecución de los objetivos marcados y medir los conocimientos y comprensión adquiridos por los estudiantes.

Investigaciones realizadas por Sánchez, en 2019 se encontró que la implementación de la metodología STEAM tiene un impacto positivo en el desarrollo de competencias cruciales para potenciar los procesos curriculares. La metodología ofrece un amplio abanico de posibilidades para la realización de prácticas pedagógicas y la construcción de conocimientos, lo que permite a los estudiantes pensar de manera integral e interdisciplinaria. Este enfoque implica el uso de diversos métodos y fomenta la enseñanza contextualizada y activa, permitiendo a los estudiantes no sólo adquirir conocimientos teóricos sino también habilidades prácticas que son aplicables a situaciones de la vida real. A pesar de estos beneficios, aún existe la necesidad de establecer procesos curriculares específicos que puedan incorporar efectivamente la metodología STEAM y mejorar aún más los procesos educativos.

La búsqueda de una solución a esta interrogante ha sido el motor que impulsó la realización de esta investigación, con el objetivo de examinar el impacto del enfoque STEAM en la mejora de los procesos curriculares en el ámbito de la educación. Esta investigación busca identificar las formas específicas en que la implementación de métodos, recursos y estrategias

de enseñanza STEAM han impulsado el desarrollo de las habilidades científicas, matemáticas, tecnológicas y artísticas de los estudiantes. La investigación en cuestión tiene una importancia académica significativa ya que explora los componentes fundamentales que forman la base de los procedimientos curriculares basados en el enfoque STEAM. En consecuencia, ayuda a establecer un marco teórico novedoso que aclara los diversos pasos involucrados en la implementación de esta metodología y su importancia en el ámbito de la educación.

Por el contrario, la importancia de esta sección se extiende más allá de su valor académico, ya que es determinante en los aspectos sociales de la construcción del conocimiento dentro del plan de estudios. Al adoptar una perspectiva sistémica e interdisciplinaria, este estudio pretende abordar las necesidades educativas de la sociedad moderna, como lo destacan diversos académicos como (Ahn y Choi, 2015; Kim y Chae, 2016; Jho, Hong y Song, 2016; Herro, Quigley, Andrews y Delacruz, 2017; Barak y Assal, 2018). Por lo tanto, el principal objetivo es realizar una revisión integral de la literatura, que permita identificar y comprender los diversos aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares.

Los enfoques de Manterola, Astudillo, Arias y Claros en el 2003, presentan una revisión sistemática de este tema, quienes la definen como un artículo que resume la evidencia disponible de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios. El objetivo principal de este tipo de exploración es resumir la información existente sobre un tema específico. El diseño de esta se basa en el marco propuesto por (Araujo, 2011), que incluye varios pasos. En primer lugar se formula la pregunta u objetivo de la revisión. Luego se definen las fuentes y los métodos de búsqueda. A continuación, se establecen y aplican los criterios de selección de estudios. Los estudios seleccionados se analizan críticamente. Luego se extraen y sintetizan los resultados de los estudios. Finalmente, se extraen conclusiones e inferencias basadas en los hallazgos de la revisión.

Además, la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), defendida por Urrútia y Bonfill en 2010, también apoyó a este enfoque. Esta declaración abarca un conjunto integral de pautas que los investigadores pueden seguir al realizar revisiones sistemáticas, asegurando un análisis estandarizado y riguroso de los artículos seleccionados. Las directrices abarcan varios aspectos, como el uso de terminología apropiada, formulación de preguntas y objetivos de investigación, identificación meticulosa de artículos relevantes, extracción precisa de datos, evaluación de la calidad de la investigación y evaluación de posibles sesgos dentro de los estudios. Siguiendo estas pautas, los investigadores pueden mejorar la confiabilidad y validez de sus revisiones sistemáticas.

De acuerdo con los lineamientos marcados por el método PRISMA, se determinaron cuidadosamente los criterios de inclusión y exclusión. En primer lugar se tuvo en cuenta el año de publicación, centrándose en los artículos científicos publicados en los últimos 5 años. Este período de tiempo, que abarca de 2015 a 2020, se eligió para garantizar la relevancia y precisión a la luz de los acontecimientos recientes. Además, el idioma de publicación fue otro factor considerado, ya que se incluyeron artículos tanto en inglés como en español para recopilar una

gama más amplia de información y perspectivas. Por último, la tipología del estudio también se tuvo en cuenta durante el proceso de selección, lo que permitió un análisis exhaustivo de diversas metodologías y enfoques de investigación.

La investigación que examina los procesos curriculares utilizando la metodología STEAM se considera en varios tipos de estudios, incluyendo investigaciones tanto cuantitativas como cualitativas. Además, se consideraron los siguientes criterios de exclusión: estudios que discuten STEAM fuera de su contexto previsto, estudios de campos académicos no relacionados como la economía, estudios centrados específicamente en la plataforma de videojuegos STEAM y documentos que no eran artículos académicos o publicaciones encontradas en revistas académicas indexadas.

El método empleado para localizar los documentos implicó una búsqueda exhaustiva en múltiples bases de datos, incluidas SCOPUS, Dialnet, Informe Académico y ScienceDirect, así como el motor de búsqueda Google Academic. La búsqueda se realizó utilizando palabras clave específicas tanto en inglés como en español, como "educación STEAM" y "metodología STEAM". Para limitar los resultados, se utilizó el sistema booleano AND, que requiere que todos los términos especificados estén presentes en el título, el resumen y las palabras clave. Luego se construyó una base de datos integral utilizando los artículos seleccionados, teniendo en cuenta diversos detalles como autor, año, título, palabras clave, relevancia para el estudio y hallazgos.

La base de datos se transfirió al software de gestión de referencias Zotero para eliminar cualquier documento duplicado. Posteriormente se realizó un examen exhaustivo de los documentos, centrándose en los objetivos planteados en esta revisión sistemática, tanto de carácter general como específico. Para garantizar la credibilidad y el rigor de la investigación elegida, se realizó un examen exhaustivo de cada uno de los estudios seleccionados y se crearon materiales de lectura completos (López, et al. 2017). Estos materiales de lectura contenían descripciones detalladas de aspectos cruciales, incluidos los objetivos de la investigación, la población, las palabras clave, las metodologías de investigación empleadas, los hallazgos y las conclusiones generales.

Durante el proceso de búsqueda en diversas bases de datos se recuperó un número importante de artículos, concretamente 2.570, sin embargo, después de un examen cuidadoso, se determinó que 1.387 de estos artículos eran repetitivos o duplicados, lo que llevó a su eliminación. Esto dejó con un recuento restante de 1.183 investigaciones. Para limitar aún más la selección, se realizó un escrutinio exhaustivo del título, el resumen, las palabras clave y el tipo de documento, lo que resultó en la exclusión de 965 artículos. En consecuencia, sólo quedaron 218 artículos. A pesar de, el proceso de eliminación aún no estaba completo, ya que 168 artículos adicionales se consideraron irrelevantes después de una revisión exhaustiva del texto completo. Al final, sólo se eligieron 50 artículos porque se consideró que eran los más relevantes y contribuyeron significativamente a los objetivos de la investigación.

Para caracterizar efectivamente un estudio de investigación, se enfatizan varios elementos, incluido el año específico de publicación, el idioma en el que está escrito, el país en el que fue publicado, la revista en la que aparece, el nivel educativo que cubre, el entorno donde se realizó la investigación y el tipo de estudio que se llevó a cabo. Estos elementos proporcionan un contexto importante y ayudan a proporcionar una comprensión integral de la investigación y sus implicaciones. Los datos presentados en la figura muestran claramente que el año con mayor número de artículos escritos sobre el tema fue 2016. Esto indica que la metodología STEAM fue ganando terreno y volviéndose más prevalente durante ese tiempo. Antes de 2016, solo se encontraron 4 artículos, lo que sugiere que la implementación de esta metodología recién estaba comenzando a despegar.

Si bien el número de artículos encontrados en los dos años siguientes fue menor, es evidente que el interés por este enfoque pedagógico se mantuvo, como lo demuestra su resurgimiento en 2019. Esto sugiere que STEAM continúa siendo una metodología pedagógica destacada e influyente en términos de desarrollo curricular e innovación educativa. Su flexibilidad, interdisciplinariedad y carácter integral la convierten en un valioso referente en el campo de la educación. De manera similar, se encontró que los artículos examinados en la presente investigación estaban distribuidos uniformemente entre español e inglés, representando cada idioma el 50% del total. Esto se puede atribuir a la adopción generalizada de la metodología STEAM en varios países, incluidos Australia, Brasil, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Japón, Colombia, Corea y España.

La implementación de esta metodología en diversos entornos educativos ha llevado a examinar sus beneficios como enfoque pedagógico, fomentando así una comprensión contextualizada y una educación adaptada a las necesidades y requerimientos específicos de los actores educativos. Es fundamental destacar que España es el país hispanohablante que más publicaciones ha visto sobre este enfoque. España ha avanzado significativamente en innovación pedagógica en las aulas incorporando la metodología STEAM. Si bien todavía hay mucho por explorar e innovar en los demás países de habla hispana, hay un notable aumento en el interés en esta metodología. Por ello, es muy recomendable seguir investigando, implementando, reflexionando y lo más importante, innovando para que esta visión siga propiciando una transformación pedagógica que satisfaga las demandas de la sociedad actual y se adapte a las exigencias del cuarto sector industrial.

En América Latina se encuentran actualmente en las etapas iniciales de implementación de esta metodología. Entre los países de la región, Colombia se ha posicionado a la cabeza en términos de publicaciones e investigaciones sobre este tema. Por lo tanto, se puede concluir que Colombia está liderando el camino en la promoción de la innovación y el avance de la educación STEAM dentro de América Latina. Al examinar la revista de publicación de los artículos analizados en este estudio, se descubrió que existía una distribución variada. En concreto, seis artículos procedieron de la revista *Art Education*, mientras que *EURASIA* aportó cuatro artículos, dos artículos cada uno procedieron del *Journal of Education and Training Studies*, el

International Journal of STEM Education y el International Magazine of Technology and Education. Los 50 estudios restantes que se analizaron tenían un patrón diferente, ya que estaban distribuidos en varias revistas, y cada revista solo contribuyó con un artículo al estudio.

En cuanto al abordaje, se ha observado que una cantidad importante de documentos han sido redactados de manera integral, presentando información sobre la metodología STEAM que abarca diversos aspectos como la economía, la política, la tecnología, la sociedad y la cultura. Este enfoque inclusivo proporciona acceso a una gran cantidad de información que dilucida los componentes y principios que nos permiten comprender esta metodología educativa. No obstante, los estudios especializados que se centran en aspectos o dimensiones específicas del proceso educativo siguen siendo limitados en lengua española. La investigación examinó una variedad de poblaciones y niveles. Estos incluían un grupo diverso de personas con diferentes conjuntos de habilidades, profesores de varios niveles de educación, personas en educación inicial, estudiantes de primaria y secundaria, estudiantes de educación superior, personas de varios niveles y un grupo sin ningún nivel o población específica.

En cuanto al tipo de estudio realizado, se encontraron estudios cualitativos, estudios exploratorios, estudios centrados en experiencias de innovación pedagógica y estudios teóricos. Los resultados de una revisión sistemática de la literatura indican que una gran cantidad de documentos proporcionan información. Es importante el uso de métodos STEAM como estrategias de enseñanza; sin embargo, la mayoría involucra actividades prácticas en trabajos de grado y unos pocos involucran experiencias científicas con estándares validados, los cuales han sido considerados en este estudio. Con base en la revisión preliminar, se identificaron cuatro áreas de trabajo en esta área, a saber:

2.1 Fundamentaciones Teóricas STEAM

Un aspecto clave de los Fundamentos Teóricos de STEAM es el reconocimiento de que la creatividad y la expresión artística son componentes esenciales del proceso de aprendizaje. Al incorporar las artes y el diseño en las materias STEM, los estudiantes pueden participar en un aprendizaje práctico y experiencial que fomenta la creatividad y la imaginación. Los fundamentos teóricos de STEAM abarcan una variedad de teorías y perspectivas que resaltan la importancia de la creatividad, la innovación, la resolución de problemas y el pensamiento crítico en la educación. Enfatizan la interconexión de diferentes disciplinas y el valor de integrar las artes y el diseño en los campos STEM. En resumen, los fundamentos teóricos de STEAM proporcionan un marco integral para comprender e implementar el enfoque STEAM en la educación.

Enfatizan la importancia de la creatividad, la colaboración, las conexiones auténticas y el uso de la tecnología para fomentar experiencias de aprendizaje holísticas e interdisciplinarias. Al adoptar estos fundamentos, los educadores pueden crear entornos de aprendizajes atractivos e impactantes que preparen a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Los fundamentos teóricos de STEAM también reconocen el papel de la tecnología en la mejora de las experiencias

de aprendizaje. Enfatizan el uso de herramientas y recursos digitales para apoyar la investigación, la exploración y la colaboración. Al integrar la tecnología en el proceso de aprendizaje, los estudiantes pueden interactuar con el contenido de maneras nuevas e innovadoras, ampliando su comprensión y habilidades.

Los fundamentos teóricos de STEAM enfatizan la necesidad de conexiones auténticas y del mundo real en la educación. Promueven el aprendizaje basado en proyectos y enfoques basados en la investigación que permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos y habilidades a situaciones de la vida real. Esto ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda de la materia y fomenta un sentido de relevancia y propósito en su aprendizaje. Los Fundamentos Teóricos STEAM son un conjunto de principios y conceptos que sirven como base para el enfoque STEAM de la educación. Estos fundamentos proporcionan un marco para comprender la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas de una manera holística e interdisciplinaria. Asimismo, los fundamentos teóricos de STEAM enfatizan la importancia de la colaboración y el trabajo en equipo en la resolución de problemas y la innovación. Destacan la importancia de los enfoques interdisciplinarios, donde estudiantes de diferentes disciplinas trabajan juntos para abordar desafíos complejos del mundo real.

La perspectiva STEAM promueve el aprendizaje experiencial y práctico, se anima a los estudiantes a participar en actividades basadas en proyectos, donde pueden aplicar sus conocimientos de manera práctica y significativa. Esto no sólo mejora su comprensión de los temas sino que también fomenta habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación y la perseverancia, el fundamento teórico de STEAM en educación reconoce la importancia del aprendizaje interdisciplinario y la integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas. Este enfoque fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la innovación entre los estudiantes, preparándolos para los desafíos del siglo XXI.

Al combinar estas disciplinas, los estudiantes obtienen una comprensión holística del mundo y desarrollan las habilidades necesarias para prosperar en la fuerza laboral moderna. El enfoque STEAM se basa en las fortalezas de cada área temática para fomentar una comprensión holística del mundo. La ciencia permite a los estudiantes explorar y comprender los fenómenos naturales, mientras que la tecnología los equipa con las herramientas y habilidades para navegar en el panorama digital. Ingeniería anima a los estudiantes a aplicar principios científicos para diseñar y construir soluciones innovadoras, mientras que las artes fomentan la creatividad y la expresión. Las matemáticas sirven como base para el pensamiento lógico y la resolución de problemas, proporcionando las habilidades analíticas necesarias para abordar cuestiones complejas.

Al combinar estas disciplinas, se anima a los estudiantes a pensar críticamente, resolver problemas de forma creativa y colaborar de forma eficaz. Aprenden a abordar los desafíos desde múltiples perspectivas, reconociendo la interconexión de varios campos. Este enfoque interdisciplinario los prepara para escenarios del mundo real, donde las soluciones a menudo

requieren una combinación de habilidades y conocimientos de diferentes dominios. La integración de STEAM en la educación también se alinea con las demandas de la fuerza laboral moderna. A medida que la automatización y la inteligencia artificial continúan transformando las industrias, existe una demanda cada vez mayor de personas que puedan pensar críticamente, adaptarse al cambio y resolver problemas complejos.

La metodología STEAM dota a los estudiantes de estas habilidades esenciales, garantizando que estén bien preparados para el futuro mercado laboral. El fundamento teórico de STEAM en educación se refiere a los principios y conceptos subyacentes que apoyan la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas en el proceso de aprendizaje. Desde esta posición se reconoce la importancia del aprendizaje interdisciplinario y tiene como objetivo cultivar el pensamiento crítico, las habilidades de resolución de problemas, la creatividad y la innovación entre los estudiantes. En los últimos años, ha habido un reconocimiento cada vez mayor de la necesidad de dotar a los estudiantes de las habilidades y conocimientos necesarios para prosperar en el siglo XXI.

Los sistemas educativos tradicionales se han centrado tradicionalmente en temas compartimentados, descuidando a menudo la interconexión de varios campos. Sin embargo, con los rápidos avances de la tecnología y la creciente complejidad de los desafíos globales, los educadores y los formuladores de políticas se han dado cuenta de la importancia de integrar múltiples disciplinas en el plan de estudios. La educación STEAM enfatiza y apoya la adquisición de conocimientos que sean relevantes y aplicables al contexto social del individuo, se considera un enfoque práctico para la enseñanza de las cinco disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Este enfoque fomenta una perspectiva interdisciplinaria, donde se enseñan diferentes materias de manera integrada.

El objetivo es desarrollar conocimientos y habilidades de forma conectada, permitiendo una comprensión más profunda de los conceptos científicos. A través de actividades interactivas, los estudiantes participan activamente en el proceso de aprendizaje y también se tiene en cuenta su entorno, fomentando una fuerte relación entre la comunidad, la escuela y la sociedad en su conjunto. El proyecto europeo Scientix engloba una propuesta didáctica que pretende abordar diversas cuestiones e incorporar casos experimentales y herramientas educativas. Esta iniciativa se enfoca en integrar conocimientos tanto sociales como académicos desde las primeras etapas educativas hasta el nivel universitario (Prolongo y Pinto, 2019).

Según varios estudios de (Zamorano, García y Reyes, 2018; Aguilar, 2018; CarmonaMesa y Villa-Ochoa, 2019 y López, Córdoba y Soto, 2020), se ha encontrado que la implementación de la metodología STEAM en educación tiene un impacto positivo significativo en las habilidades de los estudiantes, desde su educación temprana. el camino a través de la universidad. Esta metodología no sólo mejora sus capacidades académicas sino que también tiene una influencia directa en su vida diaria al promover el aprendizaje interdisciplinario y la resolución colaborativa de problemas. Al integrar disciplinas tradicionalmente separadas, como las matemáticas y el arte, la educación STEAM permite a los

estudiantes participar en procesos metacognitivos como el autoconocimiento, la autorregulación y la autoevaluación, que son cruciales para abordar los desafíos del mundo actual (McAuliffe, 2016).

En resumen, la investigación sugiere que la adopción del enfoque STEAM en la educación fomenta el desarrollo integral y equipa a los estudiantes con las habilidades necesarias para prosperar en diversas áreas de sus vidas. Uno de los enfoques de enseñanza utilizados en la metodología STEAM para mejorar los procesos metacognitivos es la Enseñanza de Ciencias Basada en la Investigación (ECBI). Este método anima a los estudiantes a hacer preguntas, explorar conceptos y participar en actividades prácticas, lo que en última instancia fomenta una comprensión más profunda de los principios científicos. Además, el Proceso de Diseño de Ingeniería (PDI) es otra estrategia eficaz empleada en el enfoque STEAM. Este proceso implica habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, lo que permite a los estudiantes identificar problemas del mundo real y desarrollar soluciones innovadoras.

Las técnicas de preguntas juegan un papel fundamental en la metodología STEAM, ya que alientan a los estudiantes a pensar críticamente y reflexionar sobre su aprendizaje. Al hacer preguntas que inviten a la reflexión, los educadores pueden guiar a los estudiantes hacia una comprensión más profunda de los conceptos y promover la metacognición. Asimismo, el uso de mapas conceptuales y la Vee de Gowin, que son herramientas visuales que ayudan a los estudiantes a organizar sus pensamientos y hacer conexiones entre ideas, contribuyen al desarrollo metacognitivo de los alumnos. Estas estrategias permiten a los estudiantes visualizar su conocimiento, identificar brechas en la comprensión y monitorear su propio progreso de aprendizaje. En general, la incorporación de estas estrategias de enseñanza en la metodología STEAM brinda a los estudiantes oportunidades para desarrollar habilidades metacognitivas, mejorando su capacidad para pensar críticamente y reflexionar sobre sus experiencias de aprendizaje (Werner y Meneses, 2018).

Es importante destacar que el objetivo principal de esta metodología es utilizar las similitudes entre varios campos del conocimiento, como ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, para crear un currículo interdisciplinario (García-Mejía y García- Vera, 2020). Para lograr este objetivo, se incorpora una variedad de herramientas que permiten a los estudiantes participar en los siguientes procesos cognitivos: comprensión, análisis e interpretación del mundo natural (ciencia); mejorar las capacidades cognitivas a través del pensamiento lógico crítico y racional en tecnología y matemáticas; fomentar habilidades de pensamiento lógico a través de la construcción de objetos o elementos, ya sea en el ámbito físico o virtual, utilizando principios de ingeniería; y en definitiva, desarrollar talentos artísticos y creativos en los individuos.

Por lo tanto, la integración del enfoque STEAM en el marco educativo es ampliamente considerada como una estrategia holística e integral que promueve efectivamente el desarrollo tanto de estudiantes como de educadores, empoderándolos con una mejor formación y fomentando sus habilidades creativas. Al incorporar ciencia, tecnología, ingeniería, artes y

matemáticas al plan de estudios, este enfoque no solo equipa a los niños con las habilidades esenciales necesarias para el éxito en el mundo moderno, sino que también capacita a los maestros para impartir lecciones innovadoras y atractivas que inspiran y motivan a sus estudiantes. A través del enfoque STEAM, se anima a los estudiantes a pensar críticamente, resolver problemas, colaborar y expresar su creatividad, formando así personas integrales que están equipadas para prosperar en el panorama global competitivo.

Esta posición integral de la educación reconoce la interconexión de varias materias, fomenta el aprendizaje interdisciplinario y brinda a los estudiantes una comprensión más profunda de cómo las diferentes disciplinas se complementan e interactúan entre sí. En consecuencia, el enfoque STEAM sirve como catalizador para la transformación educativa, revolucionando los métodos de enseñanza tradicionales y facilitando el cultivo de una fuerza laboral altamente calificada capaz de abordar desafíos sociales complejos en el siglo XXI. Este enfoque particular ofrece a los profesionales de la educación la oportunidad de participar en actividades estimulantes y cautivadoras, de las cuales pueden adquirir conocimientos valiosos basados en la investigación científica y que abarcan una amplia gama de conceptos complejos e interconectados.

Por otra parte se transforma en una técnica de metanálisis que permite una exploración integral y holística del proceso de aprendizaje incorporando metodologías de resolución de problemas. Por el contrario, el enfoque STEAM proporciona un marco integral para la educación que abarca todos los aspectos de la enseñanza y el aprendizaje. Facilita el desarrollo de competencias cruciales que son esenciales para el éxito en el mundo moderno. Estas competencias incluyen colaboración y comunicación efectiva, fomentar un sentido de autonomía y espíritu empresarial, perfeccionar las habilidades de resolución de problemas, promover la alfabetización tecnológica, fomentar la creatividad y fomentar la innovación, e inculcar una comprensión profunda del diseño de productos y los procesos de fabricación.

Es importante señalar que estas ideas están respaldadas por las investigaciones de Ortega en 2016 y Sánchez en 2019, quienes han estudiado ampliamente el impacto del enfoque STEAM en la educación. Sus hallazgos validan la eficacia de este enfoque a la hora de formar personas integrales que posean una amplia gama de habilidades y conocimientos, estas competencias están estrechamente vinculadas con diversas dimensiones del conocimiento humano. Van más allá de la mera adquisición de hechos e información, y en cambio enfatizan el cultivo de modos específicos de pensamiento que pueden aplicarse en situaciones de la vida real a diario. Esto incluye conocimientos científicos, que permiten a los estudiantes abordar los problemas con una mentalidad sistemática y analítica.

También abarca conocimiento cualitativo, animando a los estudiantes a apreciar las complejidades y matices de las experiencias humanas. El conocimiento espacial es otro aspecto crucial, que permite a los estudiantes conceptualizar y manipular objetos y entornos de manera tridimensional. También, el conocimiento computacional brinda a los estudiantes la capacidad de aprovechar la tecnología de manera efectiva y aprovechar su poder para resolver problemas

e innovar. Este último enfoque del pensamiento implica el cultivo de procesos metacognitivos, que permiten a los estudiantes tener una comprensión consciente de sus propios métodos de aprendizaje y tomar decisiones basadas en sus criterios individuales para alcanzar resultados académicos óptimos. Al desarrollar habilidades metacognitivas, los estudiantes obtienen la capacidad de reflexionar sobre sus propias estrategias de aprendizaje, identificar áreas de mejora y realizar los ajustes correspondientes.

Esta conciencia metacognitiva permite a los estudiantes tomar el control de su propio viaje de aprendizaje, permitiéndoles adaptar su enfoque a sus fortalezas y debilidades únicas. Al adoptar este enfoque metacognitivo, los estudiantes se convierten en participantes activos de su propia educación, asumiendo la responsabilidad de su aprendizaje y, en última instancia, logrando mejores resultados académicos. Este estilo de pensamiento enfatiza la importancia de la autoconciencia y la autorregulación, ya que los estudiantes monitorean y evalúan activamente su propio progreso, tomando decisiones informadas para mejorar su experiencia de aprendizaje. A través del desarrollo metacognitivo, los estudiantes no sólo mejoran su rendimiento académico sino que también desarrollan habilidades valiosas que pueden transferirse a diversos aspectos de sus vidas. En general, adoptar este enfoque metacognitivo del pensamiento permite a los estudiantes convertirse en aprendices independientes y autodirigidos, lo que los encamina hacia el éxito para toda la vida.

En su estudio publicado en 2019, Sánchez exploró la correlación entre las competencias y una variedad de dimensiones que pueden desarrollarse efectivamente en el contexto del enfoque STEAM. Esta propuesta sobre las competencias y dimensiones que se pueden fomentar a través de la implementación del enfoque STEAM proporciona información valiosa sobre cómo los estudiantes pueden mejorar sus habilidades y destrezas. El enfoque STEAM no sólo facilita el desarrollo de procesos cognitivos como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, sino que también fomenta la creatividad mediante la promoción de la innovación, el diseño y la fabricación de productos, el enfoque STEAM juega un papel crucial al equipar a los estudiantes con las habilidades tecnológicas que son indispensables en nuestra sociedad en rápida evolución.

Además, pone un fuerte énfasis en el cultivo de habilidades sociales y el fomento de la personalidad del individuo, determinando así cómo responde y actúa en diversas situaciones. En pocas palabras, la metodología STEAM en educación es un enfoque integral que permite a los estudiantes desarrollar una amplia gama de habilidades necesarias para afrontar los desafíos de la sociedad. Vale la pena señalar que esta metodología a menudo se describe como un modelo metodológico integral, lo que significa que abarca varias disciplinas y es de naturaleza compleja. A través de la integración de diferentes elementos como estrategias, metodologías, áreas de estudio, modelos de aprendizaje y recursos, el enfoque STEAM fomenta un ambiente de aprendizaje que fomenta la participación activa de los estudiantes y la adquisición de habilidades necesarias para superar los obstáculos del siglo XXI.

El enfoque STEAM, tal como lo describió Sánchez en 2019, abarca una gama de competencias y dimensiones que son cruciales para su implementación exitosa, abarcan diversos aspectos de la educación y desempeñan un papel vital en la configuración del desarrollo general de los estudiantes. Una de las competencias clave en el enfoque STEAM es la resolución de problemas. Esta competencia implica la capacidad de identificar y analizar problemas, así como desarrollar soluciones innovadoras. Al participar en actividades y proyectos prácticos, se anima a los estudiantes a pensar críticamente y encontrar formas creativas de superar los desafíos. En general, el enfoque STEAM abarca una amplia gama de competencias y dimensiones que son esenciales para el desarrollo integral de los estudiantes.

Al centrarse en la resolución de problemas, la colaboración, la creatividad, la comunicación y la tecnología, el enfoque STEAM equipa a los estudiantes con las habilidades y conocimientos necesarios para prosperar en un mundo en constante evolución. Otra competencia importante en el enfoque STEAM es la colaboración. Esta dimensión enfatiza el valor del trabajo en equipo y la cooperación para lograr objetivos comunes. Se anima a los estudiantes a trabajar juntos, compartir ideas e intercambiar comentarios, fomentando un sentido de comunidad y mejorando sus habilidades interpersonales, la metodología STEAM incorpora la dimensión de la comunicación. Esta competencia enfatiza la importancia de las habilidades de comunicación efectiva para transmitir ideas y conceptos.

Se anima a los estudiantes a expresar sus pensamientos con claridad, escuchar activamente a los demás y participar en debates significativos, mejorando sus habilidades de comunicación verbal y escrita. Por último, la dimensión de la tecnología juega un papel crucial en el enfoque STEAM. Esta competencia reconoce la importancia de la tecnología en la era digital actual y alienta a los estudiantes a utilizar diversas herramientas y recursos tecnológicos. Al incorporar la tecnología en su proceso de aprendizaje, los estudiantes desarrollan habilidades de alfabetización digital y obtienen una comprensión más profunda de cómo la tecnología se puede integrar en diversos campos, los métodos STEAM enfatiza la importancia de la creatividad y la innovación. Esta dimensión anima a los estudiantes a pensar de forma innovadora, explorar nuevas ideas y asumir riesgos. Al participar en proyectos y experimentos abiertos, se anima a los estudiantes a aprovechar su imaginación y desarrollar sus habilidades de pensamiento creativo.

2.2 El Método STEAM en la Educación

La metodología STEAM en el ámbito educativo se basa en una combinación de enfoques interdisciplinarios y de complejidad. Este enfoque ha sido apoyado por diversos investigadores como Sánchez, Tsurusaki, Santillán, Cadena y Cadena, y Kim y Chae. Al incorporar diferentes modelos de aprendizaje, esta metodología facilita un proceso pedagógico dinámico y activo. En lugar de centrarse únicamente en el conocimiento teórico, enfatiza el desarrollo de habilidades. Como propone Sánchez, este enfoque anima a los alumnos a pensar con las manos o aprender haciendo. La metodología STEAM propone una variedad de modelos para el desarrollo del proceso curricular.

Estos modelos incluyen el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas (PBL), TPACK, la etnomatemática, los juegos didácticos, el aprendizaje cooperativo, la robótica, el aprendizaje por investigación de Suchman, los modelos de entorno de aprendizaje constructivista (CLE) y el uso de herramientas virtuales como el Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS). Al mismo tiempo, en las artes se sugieren los modelos Maker Culture y Tinkering. Diversos investigadores y autores han contribuido al desarrollo e implementación de estos modelos, destacando su eficacia para promover el aprendizaje interdisciplinario y fomentar la creatividad y la innovación en educación. Por ejemplo, los estudios de Salgado, Alsina, Filgueira, Diego, Oksuz, Buyukakmanlar, A Sinc, Alvarado, Simarro, Couso, Cheong, Boo, Da Silva, Azambuja, Casado, Checa-Romero, Higuera, Barak, Assal y Sánchez han explorado los beneficios y aplicaciones de estos modelos en diferentes contextos educativos.

La incorporación de elementos artísticos al enfoque STEAM, utilizando Maker Culture y Tinkering, nos presenta un nuevo marco educativo. Este marco enfatiza la importancia de la curiosidad y la resolución de problemas, convirtiéndola en la fuerza impulsora detrás de la adquisición de conocimientos. Al fomentar un profundo deseo de comprender y explorar, se anima a los estudiantes a buscar diversas soluciones y obtener satisfacción personal de sus descubrimientos. Este modelo educativo promueve un enfoque interconectado e interdisciplinario que refleja escenarios del mundo real, con un enfoque principal en la resolución de problemas mediante la aplicación del conocimiento. Según Sousa y Pilecki en 2013, creen que las artes tienen un impacto significativo en el desarrollo de diversas habilidades como la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación, la autonomía, la iniciativa y la colaboración.

De hecho, numerosos profesionales de los campos de las ciencias, las matemáticas y la ingeniería han reconocido que determinadas cualidades artísticas desempeñan un papel crucial en su éxito. Estas cualidades incluyen la curiosidad subjetiva, la observación precisa, la capacidad de percibir objetos de una manera diferente y la capacidad de trabajar eficazmente con otros. En esta situación particular, la utilización de las prácticas artísticas y su posterior conexión con la Educación Artística pueden ser comprendidas y apreciadas de manera propedéutica, sirviendo como base preliminar para un aprendizaje exitoso. Esto incluye la mejora de la capacidad de sintetizar información y la facilitación del desarrollo de diversas formas de conocimiento y comprensión.

En consecuencia, la implementación efectiva de metodologías artísticas tiene el potencial de convertirse en un aspecto cualitativo crucial a la hora de determinar estándares de excelencia metodológica, innovación y avance tecnológico (Moraza y Cuesta, 2010). El Aprendizaje Basado en Proyectos, cuando se implementa dentro del enfoque STEAM, fomenta la integración de diferentes disciplinas de manera bien estructurada. Esta integración se logra brindando apoyo y orientación para alinear varias áreas del plan de estudios, siguiendo principios establecidos que contribuyen a una experiencia de aprendizaje más cohesivo, lógico

y objetivo. Estos principios abarcan la inclusión de objetivos claros, actividades atractivas, estrategias efectivas y un tema central que sirva como base para el proyecto (Higuera, Guzmán y Rojas, 2019).

TPACK en STEAM está estrechamente relacionado con las habilidades tecnológicas que adquieren los educadores, como destacan A Sinc y Alvarado, 2019. La cultura maker, por otro lado, adopta el enfoque STEAM al cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica en escenarios del mundo real, como explica Sánchez. Además, las actividades recreativas como las etnomatemáticas y los juegos educativos no solo facilitan una experiencia de aprendizaje agradable sino que también promueven un aprendizaje activo y estimulante. El aprendizaje cooperativo ha demostrado ser beneficioso para promover la integración y el desarrollo de habilidades sociales, como señalan Simarro y Couso en 2018 y Cheong y Boo en 2015.

En este sentido, otros autores sostienen que cuando el aprendizaje cooperativo se combina con la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), va más allá del simple desarrollo de habilidades sociales y también mejora la autoestima y la eficacia, como destacan (Da Silva y Azambuja, 2020). En particular, la educación STEAM a través de la Robótica fomenta experiencias de aprendizaje activas e interactivas, permitiendo a los jóvenes no sólo desarrollar habilidades informáticas sino también adquirir conocimientos en los campos de la ingeniería y la creatividad, como destacaron Casado y Checa-Romero en el 2020. Tinkering es un proceso de refinar y mejorar algo que ya se ha creado mediante el uso de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas).

Implica buscar la innovación y potenciar los procesos mentales, la creatividad y la conexión entre el mundo físico y el virtual. Para Casado y Checa-Romero, dentro del ámbito STEAM existen modelos como los Entornos de Aprendizaje Constructivistas (CLE) y el aprendizaje por investigación de Suchman. Estos modelos enfatizan la importancia de plantear un problema o pregunta que impulse a los estudiantes a explorar posibles alternativas y encontrar soluciones o respuestas a través de la investigación de su conocimiento existente. Al utilizar STEAM, los estudiantes reciben diferentes marcos de interpretación y razonamiento, lo que les permite construir nuevos conocimientos mediante la aplicación de estos métodos.

En su investigación reciente, Barak y Assal en 2018 propusieron la idea de que el Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS), que abarca una variedad de software de gestión del aprendizaje, se puede utilizar para crear actividades relacionadas con STEAM. Estas actividades tienen como objetivo fomentar el desarrollo de habilidades en los estudiantes que les permitan gestionar, distribuir y controlar eficazmente situaciones de aprendizaje dentro de un entorno virtual. Según los autores, cabe señalar que los enfoques sugeridos en el estudio se basan en métodos de enseñanza dinámicos y atractivos. Estos métodos están diseñados específicamente para fomentar experiencias prácticas de aprendizaje, con el objetivo final de cultivar habilidades de pensamiento crítico, reflexivo, lógico y racional de una manera integral y contextualizada.

Los autores enfatizan la importancia de construir conocimiento basado en su utilidad práctica para los individuos, utilizando recursos fácilmente disponibles y aprovechando su creatividad inherente. Además, destacan la importancia de integrar diversas áreas del conocimiento para desarrollar una comprensión holística del mundo. Este enfoque, como lo destacaron Tsurusaki, Tzou, Conner y Guthrie en 2017, busca empoderar a las personas para que participen activamente en su propio viaje de aprendizaje y forjen sus propias perspectivas. En esta situación particular, la utilización de las prácticas artísticas y su posterior conexión con la Educación Artística pueden ser comprendidas y apreciadas de manera propedéutica, sirviendo como base preliminar para un aprendizaje exitoso.

Esto incluye la mejora de la capacidad de sintetizar información y la facilitación del desarrollo de diversas formas de conocimiento y comprensión. En consecuencia, la implementación efectiva de metodologías artísticas tiene el potencial de convertirse en un aspecto cualitativo crucial a la hora de determinar estándares de excelencia metodológica, innovación y avance tecnológico. El Aprendizaje Basado en Proyectos, cuando se implementa dentro del enfoque STEAM, fomenta la integración de diferentes disciplinas de manera bien estructurada. Esta integración se logra brindando apoyo y orientación para alinear varias áreas del plan de estudios, siguiendo principios establecidos que contribuyen a una experiencia de aprendizaje más cohesivo, lógico y objetivo. Estos principios abarcan la inclusión de objetivos claros, actividades atractivas, estrategias efectivas y un tema central que sirva como base para el proyecto.

TPACK en STEAM está estrechamente relacionado con las habilidades tecnológicas que adquieren los educadores, como destacan. La cultura maker, por otro lado, adopta el enfoque STEAM al cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica en escenarios del mundo real, como explica Sánchez. Además, las actividades recreativas como las etnomatemáticas y los juegos educativos no solo facilitan una experiencia de aprendizaje agradable sino que también promueven un aprendizaje activo y estimulante.

El aprendizaje cooperativo ha demostrado ser beneficioso para promover la integración y el desarrollo de habilidades sociales, como señalan Simarro y Couso en 2018 y Cheong y Boo en 2015. Sin embargo, otros autores sostienen que cuando el aprendizaje cooperativo se combina con la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), va más allá del simple desarrollo de habilidades sociales y también mejora la autoestima y la eficacia, como destacan Da Silva y Azambuja en 2020. En particular, la educación STEAM a través de la Robótica fomenta experiencias de aprendizaje activas e interactivas, permitiendo a los jóvenes no sólo desarrollar habilidades informáticas sino también adquirir conocimientos en los campos de la ingeniería y la creatividad.

Tinkering es un proceso de refinar y mejorar algo que ya se ha creado mediante el uso de STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas). Implica buscar la innovación y potenciar los procesos mentales, la creatividad y la conexión entre el mundo físico y el virtual, dentro del ámbito STEAM existen modelos como los Entornos de Aprendizaje Constructivistas

(CLE) y el aprendizaje por investigación de Suchman. Estos modelos enfatizan la importancia de plantear un problema o pregunta que impulse a los estudiantes a explorar posibles alternativas y encontrar soluciones o respuestas a través de la investigación de su conocimiento existente. Al utilizar STEAM, los estudiantes reciben diferentes marcos de interpretación y razonamiento, lo que les permite construir nuevos conocimientos mediante la aplicación de estos métodos.

En su investigación reciente, Barak y Assal en 2018 propusieron la idea de que el Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS), que abarca una variedad de software de gestión del aprendizaje, se puede utilizar para crear actividades relacionadas con STEAM. Estas actividades tienen como objetivo fomentar el desarrollo de habilidades en los estudiantes que les permitan gestionar, distribuir y controlar eficazmente situaciones de aprendizaje dentro de un entorno virtual. Según los autores, cabe señalar que los enfoques sugeridos en el estudio se basan en métodos de enseñanza dinámicos y atractivos. Estos métodos están diseñados específicamente para fomentar experiencias prácticas de aprendizaje, con el objetivo final de cultivar habilidades de pensamiento crítico, reflexivo, lógico y racional de una manera integral y contextualizada. Los autores enfatizan la importancia de construir conocimiento basado en su utilidad práctica para los individuos, utilizando recursos fácilmente disponibles y aprovechando su creatividad inherente. Además, destacan la importancia de integrar diversas áreas del conocimiento para desarrollar una comprensión holística del mundo. Este enfoque, como lo destacan Tsurusaki, Tzou, Conner y Guthrie en 2017, busca empoderar a las personas para que participen activamente en su propio viaje de aprendizaje y forjen sus propias perspectivas.

El enfoque pedagógico STEAM tiene un inmenso valor estratégico para el desarrollo de habilidades digitales y conocimientos profundos en diversos campos del conocimiento científico y académico. Su aplicabilidad educativa resulta particularmente atractiva por su capacidad de impactar diferentes aspectos de la realidad, involucrando activamente a actores multidisciplinares. Este enfoque no sólo integra y amplía oportunidades de mejora en los ámbitos social, económico, cultural y educativo, sino que también genera nuevos elementos, escenarios, recursos y talentos dentro del equipo educativo. Por lo demás, dota a los alumnos de competencias esenciales y les permite afrontar los desafíos de un entorno de aprendizaje real, dinámico y cooperativo. Lo que hace que el enfoque STEAM sea aún más notable es su adaptabilidad en todos los niveles y modalidades de educación.

Ampliando este concepto, Mendiola en 2018 enfatizó la importancia de implementar este modelo educativo dinámico que no solo mejore las disciplinas científicas (como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) sino que también incorporó las humanidades (incluidas las artes y el diseño). La inclusión de ambas disciplinas es crucial ya que demuestran la capacidad de fomentar la creatividad, la interdisciplinariedad y la intuición, lo que en última instancia conduce al desarrollo de proyectos artísticos y científicos y descubrimientos novedosos que se enriquecen con la expresión personal y la abundancia de imaginación. Desde

esta perspectiva, el modelo educativo STEAM tiene un inmenso potencial en cuanto a las diversas posibilidades que ofrece.

Este modelo incorpora una combinación armoniosa de ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, y opera con criterios adaptables que pueden adaptarse para satisfacer las necesidades individuales. Se reconoce cada vez más como un enfoque valioso en diversos entornos educativos, ya que fomenta una comprensión holística de las materias y anima a los estudiantes a pensar de forma crítica y creativa. Al combinar diferentes disciplinas, este modelo equipa a los estudiantes con las habilidades necesarias para enfrentar desafíos del mundo real y capacita a los docentes para diseñar actividades y estrategias digitales que se alineen con el panorama tecnológico en constante evolución, por otra parte fomenta la colaboración interdisciplinaria y ayuda a cerrar las brechas entre el conocimiento fragmentado, permitiendo a los educadores abordar eficazmente las complejidades de sus respectivos campos.

Por esta razón, es necesario tener un enfoque interdisciplinario y en constante evolución en lo que respecta a las habilidades adquiridas por las personas involucradas en eventos educativos. Esto es especialmente importante cuando estas personas implementan activamente estrategias creativas de manera práctica. Para resolver problemas de manera efectiva, se deben considerar múltiples soluciones. Esto requiere no sólo una comprensión profunda de la realidad misma y sus elementos interconectados, sino también el reconocimiento de la compleja red de significados asociados con el aprendizaje de contenidos STEAM. Estos puntos neurálgicos sirven como puntos focales para futuras observaciones y análisis por parte de partes externas. Es crucial ir más allá de un enfoque unidisciplinario de la cognición conceptual y el comportamiento humano para comprender plenamente las complejidades del aprendizaje en diversos campos.

El modelo pedagógico STEAM incentiva tanto a estudiantes como a docentes de la Universidad a involucrarse en investigaciones que contribuyan al desarrollo de nuevos conocimientos. Esta investigación está impulsada por acuerdos que tienen como objetivo potenciar el éxito de diversas actividades, actitudes y herramientas tecnológicas. Al explorar diferentes escenarios creativos y cognitivos, este modelo facilita el descubrimiento de nuevas habilidades, competencias y diseños de productos. También promueve el uso de tecnologías de aprendizaje y la aplicación de conocimientos para respaldar resultados de aprendizaje efectivos.

En su estudio sobre la implementación efectiva de conceptos matemáticos, Giraldo, Molina y Córdoba en 2018 enfatizan la importancia de utilizar habilidades cognitivas como el razonamiento y la creatividad. Sostienen que al aplicar estas habilidades, los educadores pueden inspirar nuevos comportamientos, actitudes y motivaciones positivas en propuestas de trabajo colaborativo. Esto es particularmente relevante en el contexto de proyectos de aula que integran diversas áreas de las ciencias naturales, incluidas la biología, la física y la química. Al incorporar expresiones matemáticas y la representación de fenómenos en planos, arquitectura, gráficos y construcciones creativas, se anima a los estudiantes a abordar el tema de una manera más holística y significativa.

La sindéresis de varios componentes, factores y circunstancias implica que los estándares para la resolución de problemas y la competencia para mejorar las habilidades de un equipo se cruzan con la comprensión de posibles obstáculos epistemológicos que pueden obstaculizar la integración de las disciplinas educativas. Como afirman Carballo y Portero, en 2018, esto es particularmente relevante en el contexto de asignaturas universitarias y preuniversitarias que contribuyen al avance de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM), culminando en última instancia en una educación integral y metanálisis integral para abordar eficazmente las complejidades del proceso de aprendizaje. Por lo tanto, la utilización de metodologías activas genera mejoras notables en los logros académicos, superando la efectividad de las clases magistrales, ya que permite a las personas aprender a través de experiencias prácticas y enfoques pedagógicos integrales que abarcan una amplia gama de temas curriculares.

La siguiente ilustración delinea con precisión los componentes esenciales que caracterizan esta forma de educación. El escenario representado en la Figura 1 muestra las características únicas del enfoque interdisciplinario de la educación STEAM. Este enfoque, como lo describe Stentoft en 2017, se alinea con el aprendizaje basado en problemas y tiene un gran potencial como práctica pedagógica adecuada para la educación universitaria. En mi opinión, esta forma de percibir el mundo que nos rodea, considerando los aspectos sociales, políticos, económicos, culturales y educativos, permite priorizar un desarrollo curricular que va más allá de meros hechos y contenidos teóricos explícitos impartidos en el aula. Permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos y habilidades en situaciones de la vida real, mejorando así sus capacidades y fomentando un sentido de valor y propósito.

Esta es la razón por la que Taylor en 2016 categoriza este enfoque STEAM particular como valioso para el avance de habilidades cognitivas avanzadas tanto entre estudiantes como profesores, particularmente en términos de adquisición de conocimientos e investigación científica. Implica un esfuerzo humano adicional para introducir escenarios interactivos que prioricen la comprensión de la materia, el desarrollo curricular efectivo e innovador y el cultivo de habilidades inteligentes y creativas para la resolución de problemas mediante la utilización de competencias tecnológicas. En esencia, las diversas formas en que este enfoque se demuestra y mejora en el ámbito de la educación, como una filosofía que da forma a la formación de profesores de ciencias e involucra a los educadores en el cultivo de una perspectiva humanista, ofrece una oportunidad única para el diseño colaborativo e integrado con la comunidad. Mentalidad innovadora de un docente.

Es importante reconocer la amplia gama de oportunidades y desafíos digitales que existen en la sociedad actual. Estas oportunidades y desafíos arrojan luz sobre las perspectivas de las personas que participan activamente en la dinámica universitaria y buscan entenderse a sí mismos en el contexto de la comunicación global. En relación con esto, el argumento de Zimmerman en 2016 es particularmente digno de mención, ya que aborda los diversos obstáculos que encuentran los educadores en su búsqueda de prácticas docentes efectivas. Estos

desafíos a menudo requieren que los educadores posean un alto nivel de confianza en sus habilidades para guiar a los estudiantes y entregar contenido disciplinario de manera efectiva dentro del marco educativo.

Este marco abarca la investigación científica y la integración artística, los cuales son componentes cruciales de la educación STEAM. Para garantizar el éxito de la educación STEAM, es imperativo que los educadores naveguen por las diferentes etapas de adquisición de conocimientos y utilicen este conocimiento como base para lograr una eficiencia óptima en sus prácticas docentes. La incorporación de estrategias creativas en los proyectos educativos del equipo de educación STEAM es fundamental para el desarrollo de contenidos de calidad. Esta conexión entre creatividad y educación es destacada por Segarra, Natalizio, Falkenberg, Pulford y Holmes en 2018, quienes enfatizan la importancia de mantener una fuerza laboral talentosa en las instituciones públicas.

La demanda de profesionales capacitados está aumentando y las instituciones académicas, sin fines de lucro y gubernamentales reconocen la amenaza potencial que esto representa para la contratación, la capacitación y la innovación. Para combatir estos desafíos, los educadores científicos están incorporando la creatividad, específicamente a través de las artes, en la formación de los futuros científicos. Al integrar las artes y las ciencias, los educadores pueden comunicar eficazmente conceptos científicos y crear un entorno de apoyo para la educación y la formación científica. Creo que el arte sirve como puente entre la comunicación sensible y el conocimiento científico, abriendo nuevas posibilidades para la comprensión y representación cultural. Esta integración de diversos pensamientos y perspectivas crea un rico tapiz de ideas y enriquece la experiencia educativa tanto para estudiantes como para profesores.

2.3 Aportes de la Metodología STEAM en la Educación

Otro aporte significativo de la metodología STEAM es su énfasis en la creatividad y la innovación. Al incorporar las artes en las materias STEM tradicionales, se anima a los estudiantes a pensar de manera innovadora y explorar perspectivas alternativas. Este enfoque creativo del aprendizaje permite a los estudiantes desarrollar su imaginación y fomenta un sentido de curiosidad y exploración. A su vez, esto promueve un amor permanente por el aprendizaje y anima a los estudiantes a seguir carreras en campos que requieren un pensamiento innovador. Además, la metodología STEAM también aborda la necesidad de habilidades prácticas en la fuerza laboral moderna. Al combinar el conocimiento científico y tecnológico con principios matemáticos y de ingeniería, los estudiantes adquieren un conjunto diverso de habilidades que es muy valorado en el mercado laboral.

El enfoque práctico del aprendizaje en el plan de estudios STEAM permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas como codificación, resolución de problemas y pensamiento de diseño, que son esenciales en el mundo actual que cambia rápidamente. En conclusión, la adopción de la metodología STEAM en el sistema curricular ha revolucionado la

educación al promover el aprendizaje interdisciplinario, el aprendizaje basado en proyectos, la creatividad y las habilidades prácticas. Estas contribuciones mejoran la experiencia educativa de los estudiantes, equipándolos con las herramientas y el conocimiento necesarios para tener éxito en la fuerza laboral del siglo XXI. Uno de los aportes clave de la metodología STEAM al sistema curricular es la integración de materias interdisciplinarias. Tradicionalmente, la educación ha estado compartimentada y las materias se enseñan aisladas unas de otras.

Sin embargo, el enfoque STEAM rompe estas barreras al fomentar la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas. Esta integración permite a los estudiantes ver la interconexión de estas materias, brindándoles una comprensión holística de los problemas del mundo real y sus posibles soluciones. La implementación de la metodología STEAM en los sistemas educativos ha impactado significativamente el marco curricular, dando como resultado diversos aportes que mejoran la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Además, la metodología STEAM promueve el aprendizaje basado en proyectos, lo que fomenta un enfoque práctico y práctico de la educación. En lugar de depender únicamente del conocimiento teórico, se anima a los estudiantes a participar activamente en actividades de resolución de problemas, experimentos y proyectos creativos. Esto no sólo mejora su pensamiento crítico y sus habilidades de resolución de problemas, sino que también fomenta la colaboración y el trabajo en equipo, ya que los estudiantes suelen trabajar en grupos para desarrollar y ejecutar sus proyectos.

En relación con los aportes de la metodología STEAM a la integración de diferentes materias en el currículo, Caplan y Aldana en 2019 sostienen que este enfoque potencia el desarrollo de competencias científicas tanto entre docentes como entre estudiantes. Esto, a su vez, dota a las personas de las habilidades necesarias para afrontar los desafíos y demandas del siglo XXI. Apoyando este punto de vista, Tsurusaki y otros autores en el 2017 destacan que la metodología STEAM ha revolucionado la percepción y el aprendizaje de la ciencia. Al adoptar un enfoque más didáctico, ha transformado efectivamente el miedo y el rechazo que históricamente han rodeado este tema. En otras palabras, esta metodología ha alterado con éxito la visión científica del mundo.

Para Sinc y Alvarado en 2019, esta metodología son fundamentalmente importante al abordar una amplia gama de contenidos de manera estructurada y secuencial, facilitando así la innovación en la práctica educativa y permitiendo su adaptación a los contextos específicos en los que se construye el conocimiento. Igualmente, este enfoque fomenta experiencias de aprendizaje genuinas y significativas. Según las perspectivas de los autores, otra ventaja significativa de esta metodología es su dependencia de recursos económicos limitados. Fomenta la creatividad y la utilización de los recursos fácilmente disponibles en el entorno. En consecuencia, este enfoque reduce sustancialmente los gastos incurridos en la obtención de conocimientos y aprendizaje científicos.

Según Higuera, Guzmán y Rojas en 2019, la utilización de esta metodología no solo fomenta el cultivo de hábitos de estudio y disciplina efectivos en los estudiantes para mejorar

su proceso de aprendizaje, sino que también juega un papel crucial en el ámbito universitario al facilitar el desarrollo de proyectos. Esto, a su vez, permite la aplicación del método científico, lo que conduce a la producción de artículos científicos más extensos y a la promoción del aprendizaje experiencial, estos autores explican que la implementación de STEAM produce beneficios educativos notables, ya que permite a los estudiantes construir conocimientos duraderos y mejorar su comprensión de diversos fenómenos y sus variables correspondientes.

STEAM también tiene el beneficio adicional de mejorar las habilidades de investigación, fomentar el aprendizaje activo e impulsar la motivación y los intereses de los estudiantes mediante la promoción de la colaboración, la experimentación y el trabajo en grupo. Al integrar las artes en las materias STEM, los estudiantes pueden participar en actividades prácticas y tareas de resolución de problemas que requieren pensamiento crítico y creatividad. Esto no sólo profundiza su comprensión de los conceptos que se enseñan, sino que también los anima a apropiarse de su aprendizaje y desarrollar un interés genuino en el tema. Además, la naturaleza colaborativa de STEAM permite a los estudiantes trabajar juntos, intercambiando ideas y perspectivas, lo que mejora aún más su experiencia de aprendizaje.

En general, STEAM proporciona un enfoque integral de la educación que no sólo proporciona a los estudiantes los conocimientos y habilidades necesarios, sino que también alimenta su curiosidad y pasión por aprender. Según Santillán, Cadena y Cadena en 2019, la incorporación del enfoque STEAM en la educación tiene un impacto significativo. Va más allá de simplemente resolver problemas individuales, ya que apunta a encontrar soluciones integrales a los numerosos desafíos que enfrentan las personas en su vida cotidiana. Al participar en actividades STEAM, se anima a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento complejas, que son esenciales para la resolución de problemas en diversas situaciones.

En otro orden de ideas, también promueve una transformación en el propio sistema educativo, ya que requiere modificaciones curriculares que fomenten el cultivo de habilidades de pensamiento complejo. En la misma línea, la incorporación de STEAM al currículo tiene un impacto significativo ya que facilita la creación de programas sólidos. En general, se puede observar que STEAM promueve el desarrollo de experiencias de aprendizaje más significativas, donde los estudiantes construyen activamente su propio conocimiento a través de actividades prácticas, particularmente STEAM cultiva la capacidad de resolución creativa de problemas, mejora la comprensión de los procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas y permite la adquisición de conocimientos diversos que se alinean con el entorno educativo.

2.4 Aportes de la Metodología STEAM a las Aptitudes Docentes

Aparte de Fomentar la interdisciplinariedad, Steam también promueve el aprendizaje basado en proyectos. En lugar de simplemente transmitir información a los estudiantes, los docentes pueden guiarlos a través de proyectos prácticos que les permitan aplicar sus conocimientos en situaciones reales. Esto no solo ayuda a los estudiantes a retener la información de manera más efectiva, Sino que también les enseña habilidades prácticas que

pueden aplicar en su vida cotidiana. Una de las principales contribuciones de Steam para los docentes es su capacidad para integrar diferentes disciplinas en un solo proyecto. En lugar de enseñar cada materia de forma aislada, los profesores pueden diseñar proyectos que combinan ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.

Los estudiantes ven la conexión entre estas áreas y comprender como se aplican en el mundo real. Desde fomentar la interdisciplinariedad hasta promover el aprendizaje basado en proyectos, esta metodología permite a los profesores desarrollar habilidades clave en sus estudiantes. Al integrar ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en un enfoque holístico, los docentes pueden preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos y desarrollar habilidades que los docentes en su orientación en la resolución de problemas y el pensamiento crítico. A través de proyectos desafiantes, los estudiantes aprenden a identificar problemas, buscar soluciones creativas y evaluar los resultados.

Esto les enseña a pensar de manera crítica y a desarrollar habilidades analíticas que son fundamentales en el mundo laboral actual STEAM ha demostrado ser una herramienta valiosa para los docentes en la educación actual. Esta metodología de enseñanza interdisciplinaria permite a los profesores fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo en sus estudiantes. Además de Fomentar la creatividad y el pensamiento crítico, Steam también fomenta el trabajo en equipo. Muchos proyectos de Steam que los estudiantes trabajen juntos en grupos, lo que les enseña habilidades de colaboración y comunicación efectiva. Estas habilidades son esenciales en el mundo laboral actual, donde el trabajo en equipo es cada vez más valorado.

En sus estudios recientes, Casado y Checha en 2020 y Arabit y Prendes en 2020 destacan los aportes significativos del enfoque STEAM al desarrollo de procesos curriculares. Sin embargo, también llaman la atención sobre la necesidad de una mayor evaluación, particularmente en términos de competencias docentes. Estos autores enfatizan que para implementar efectivamente la metodología STEAM en los diferentes niveles educativos y fomentar la integración de diversas áreas temáticas, así como la construcción activa y significativa del conocimiento por parte de los estudiantes, es crucial abordar la actual falta de formación docente en el enfoque STEAM, por lo tanto, existe una necesidad apremiante de mejorar los conocimientos y habilidades de los educadores para garantizar la correcta aplicación del enfoque STEAM en el aula.

Para que la metodología STEAM se implemente efectivamente en los procesos educativos, es crucial que los docentes tengan una comprensión y reconocimiento integral de la metodología. Este reconocimiento implica comprender que STEAM es un enfoque integrador que fomenta el desarrollo de habilidades, promueve una comprensión profunda del contenido, los entornos y las circunstancias de aprendizaje, diversifica los métodos de enseñanza, fomenta la participación de los estudiantes y facilita la evaluación y calificación individual. Para evaluar si los docentes realmente poseen este conocimiento y lo aplican correctamente en su currículo, se propone un conjunto de indicadores.

Estos indicadores sirven como herramientas para evaluar la competencia docente en educación STEAM y guiar un proceso reflexivo que conduzca a mejoras en la práctica docente. Los puntos antes mencionados enfatizan la importancia de implementar el enfoque STEAM de manera efectiva, que depende en gran medida de un diseño meticuloso de la metodología del curso y, lo que es más importante, de las tareas asignadas a los estudiantes durante la clase. Como resultado, se vuelve imperativo que los educadores tomen la iniciativa y participen activamente en el desarrollo y fomento de su propio conocimiento utilizando este enfoque, permitiéndoles adaptarlo de acuerdo con las necesidades y demandas específicas de sus estudiantes.

Desde esta configuración que se confirma en esta declaración se alinea con los hallazgos del estudio realizado por Herro y Quigley en 2017. Su investigación demuestra que a través de una formación adecuada, específicamente centrada en la práctica de STEAM, los profesores pueden mejorar su comprensión de esta metodología. Esto, a su vez, constituye un paso crucial hacia la transformación de las prácticas pedagógicas. Adquiriendo las habilidades necesarias para enseñar contenidos de manera dinámica, como integrar conocimientos de diversas disciplinas, implementar actividades contextualizadas para facilitar la comprensión de los estudiantes, evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes, promover la resolución de problemas e impulsar el pensamiento racional a través de la reflexión.

Para evaluar la comprensión y la adecuada implementación de la metodología por parte de los docentes en los procesos curriculares, se han desarrollado diversos indicadores. Estos indicadores actúan como herramientas valiosas para evaluar la competencia docente en el campo de la educación STEAM. Al utilizar estos indicadores, los educadores pueden participar en un proceso de autorreflexión que conduzca a mejoras en su práctica docente. En última instancia, este proceso garantiza que los profesores estén equipados con los conocimientos y habilidades necesarios para enseñar eficazmente las materias STEAM. La tarea implica evaluar y comprender los métodos mediante los cuales los estudiantes participan en el proceso de aprendizaje.

Un aspecto importante es identificar y abordar cualquier idea errónea que pueda existir. Al hacerlo, podemos garantizar que se transmita y comprenda información precisa. Es fundamental aclarar cualquier malentendido o creencia falsa, ya que pueden obstaculizar el progreso y conducir a conclusiones incorrectas. Al buscar activamente y desacreditar conceptos erróneos, podemos promover un entorno más informado y conocedor. Esto permite una mejor comprensión de diversos temas y evita la difusión de información errónea. Además, aclarar conceptos erróneos fomenta debates abiertos y honestos, donde las personas pueden aprender unos de otros y desafiar sus propias nociones preconcebidas. De esta manera, podemos crear un espacio que fomente el pensamiento crítico y el crecimiento intelectual.

Al realizar un análisis exhaustivo de la literatura existente, se hizo evidente que la metodología STEAM aporta numerosos beneficios a los procesos curriculares. En particular, permite la creación de una base sólida de conocimiento integral, multifacético e interconectado

mediante el empleo de estrategias de enseñanza dinámicas que fomentan el cultivo del pensamiento crítico, la creatividad, la reflexión, el razonamiento lógico y, lo más importante, el crecimiento cognitivo. Después de realizar una revisión exhaustiva, se hizo evidente que la metodología STEAM tiene una base teórica sólida dentro del ámbito de la educación. La revisión reveló además que esta metodología tiene el potencial de mejorar en gran medida la formación y las capacidades creativas no sólo de los niños sino también de los profesores.

Permite a las personas adquirir conocimientos sustanciales que tienen sus raíces en la investigación científica y abarcan una perspectiva multidisciplinaria e intrincada. También, el enfoque STEAM aborda eficazmente el proceso de aprendizaje fomentando técnicas de resolución de problemas, proporcionando así un enfoque integral y holístico de la educación. El avance de las habilidades científicas tanto entre los educadores como entre los alumnos es un elemento clave que añade una mayor importancia a la instrucción. Conjuntamente, el enfoque sistemático y progresivo de las materias académicas es crucial. Aparte, son igualmente importantes fomentar la innovación en las prácticas educativas, así como cultivar hábitos de estudio eficaces y disciplina entre los estudiantes.

Igualmente, fomentar el aprendizaje a través del método científico y promover el consumo de artículos científicos son factores esenciales para potenciar las capacidades de investigación, las capacidades de aprendizaje activo y la motivación de los estudiantes. Por último, enfatizar la cooperación, la experimentación y el trabajo en grupo aumenta aún más la participación de los estudiantes, dentro del ámbito educativo, existen diversas técnicas y estrategias que se enmarcan en el enfoque STEAM. Estos incluyen, entre otros, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas (PBL), el conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (TPACK), la cultura Maker, las etnomatemáticas, los juegos didácticos, el aprendizaje cooperativo, la robótica, el aprendizaje por investigación de Suchman, el aprendizaje constructivista.

Modelos de entorno de aprendizaje (EAC) y el sistema de gestión de aprendizaje (LMS). Por lo tanto, es evidente que este enfoque particular se basa en metodologías dinámicas y está específicamente enfocado en fomentar el avance del pensamiento crítico, reflexivo, analítico y razonado de manera exhaustiva e interconectada. En última instancia, esto lleva a la conclusión de que STEAM emplea una amplia gama de herramientas y metodologías que se adaptan a los requisitos únicos del alumnado y las técnicas de instrucción empleadas por los educadores. La integración de las artes junto con otras disciplinas científicas en el enfoque STEAM ofrece un ámbito distintivo que gira en torno a fomentar una atmósfera de exploración, aprendizaje colaborativo, trabajo en equipo y pensamiento crítico.

Esto se logra mediante la aplicación de la instrucción diferenciada y los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (UDL), que enfatizan la importancia de implementar estrategias de enseñanza basadas en la practicidad y la aplicación en el mundo real. Múltiples estudios de investigación han demostrado consistentemente los efectos beneficiosos de implementar la metodología STEAM tanto en estudiantes como en profesores. Por ejemplo,

Moon y Kang en 2017, así como Don y Colleen en 2016, han observado mejoras significativas en la educación y el desarrollo de habilidades de los estudiantes como resultado de la incorporación de los principios STEAM en su aprendizaje. Además, Zambrano (2017) se ha centrado en la influencia positiva que tiene STEAM en el desarrollo profesional y la formación de los docentes.

Los hallazgos de estos estudios refuerzan colectivamente la noción de que la metodología STEAM desempeña un papel vital en la mejora de la eficacia de los procesos curriculares al proporcionar contribuciones únicas y valiosas tanto para los estudiantes como para los educadores. En conclusión, es importante resaltar que STEAM es un enfoque educativo altamente inclusivo y versátil que beneficia no solo a los docentes sino también a los estudiantes. Su naturaleza abierta permite una experiencia de aprendizaje integral que valora la individualidad y fomenta la creatividad. Sin embargo, se debe reconocer que implementar STEAM con éxito requiere una voluntad de adaptar y renovar las prácticas pedagógicas para poder aplicarlo efectivamente en diversos contextos educativos. Al hacerlo, los educadores pueden garantizar que STEAM se utilice de manera relevante y significativa.

De manera similar, la implementación de la educación STEAM, fomenta el desarrollo de habilidades sociales en la resolución de problemas, lo que se alinea con la afirmación de Erwin en 2017, de que los estudiantes deben poseer las actitudes y conocimientos necesarios para abordar los desafíos de manera efectiva. Esto también implica su capacidad para recopilar y analizar evidencia, mientras colaboran activamente con sus pares en la planificación y ejecución de proyectos significativos. Además, como destaca el autor antes mencionado, es importante garantizar la provisión de experiencias de aprendizaje adecuadas en el marco STEAM, esta perspectiva reconoce las numerosas posibilidades que ofrecen este enfoque en términos de experiencias prácticas y la naturaleza integradora de las actividades educativas en diversas disciplinas.

En última instancia, estas experiencias permiten a los estudiantes involucrarse tanto emocional como intelectualmente con conocimientos accesibles, enriqueciendo así su viaje de aprendizaje general. Al considerar las capacidades integrales del equipo humano que diferencia, se puede argumentar, como sugieren Kelton y Saraniero en 2018, que la educación STEAM fomenta la colaboración entre disciplinas como el arte y las matemáticas. Esta colaboración sirve como medio para superar barreras que dificultan la generación colaborativa y la promoción del aprendizaje. Al combinar diversas perspectivas, la educación STEAM facilita el crecimiento profesional y permite la creación de nuevos conocimientos a pesar de desafíos como tiempo, recursos, espacios de reunión e infraestructura limitados.

A menudo se considera que las universidades son el entorno perfecto para incorporar y las tecnologías, y coadyuvar en las habilidades digitales. Se las considera instituciones que priorizan la gestión del conocimiento, el aprendizaje holístico y la utilización efectiva de herramientas tecnológicas para fomentar la innovación y el conocimiento transdisciplinario, las universidades son conocidas por fomentar una cultura organizacional que promueve la creación

de productos y recursos destinados a resolver desafíos sociales, políticos, económicos, culturales y educativos.

En su estudio, Maderick, Zhang y Hartley en 2015 deliberaron la importancia tanto de la autoevaluación subjetiva como de la evaluación objetiva a la hora de evaluar la competencia digital de los docentes en formación. Descubrieron que los profesores en formación a menudo tienen dificultades para dominar esta habilidad, lo que destaca la necesidad de mejorar en esta área. Para abordar este problema, es necesario ofrecer a los docentes en formación experiencias prácticas que puedan ayudarlos a ajustar sus percepciones y actitudes hacia la tecnología. Al ofrecer oportunidades de formación que se centran en mejorar la competencia digital, los profesores en formación pueden mejorar sus habilidades y volverse más competentes en el uso de la tecnología en el aula.

Dada esta situación, las universidades deben invertir activamente en la actualización y mejora de su infraestructura tecnológica para mejorar la experiencia de aprendizaje y garantizar que los educadores estén completamente equipados con las habilidades necesarias para utilizar estos recursos de manera efectiva. Esto no sólo permitirá el desarrollo de cursos en línea de alta calidad, sino que también abrirá nuevas vías para que los estudiantes participen en la educación STEAM. Al incorporar entornos virtuales tridimensionales, las universidades pueden preparar eficazmente a los estudiantes para la era digital y allanar el camino para un sistema educativo orientado al futuro. Como lo afirmaron Steve, Cela y Gisber en 2016, la competencia digital colaborativa ETeach3D se ha desarrollado utilizando el enfoque de investigación del diseño educativo. Este enfoque implica múltiples ciclos de mejora y refinamiento, centrándose en los criterios de utilidad, validez y eficacia. El objetivo es potenciar la formación, la digitalización y la evaluación en el ámbito curricular.

Es importante reconocer la importancia de esta caracterización universitaria especializada en el contexto de la era digital, ya que resalta la importancia de las prácticas docentes innovadoras. Esta caracterización enfatiza la necesidad de una mayor gestión del conocimiento y la búsqueda de una mayor productividad. Las implicaciones del desempeño universitario en este sentido implican el cumplimiento efectivo de diversos roles, manteniendo al mismo tiempo el compromiso organizacional y la responsabilidad social. En última instancia, esto contribuye a la difusión de nuevos conocimientos tecnológicos y al aumento general de la productividad social. Los movimientos sociales en las instituciones educativas universitarias experimentan una serie de reformas esenciales para gestionar eficazmente las ideas y mejorar el currículo, el cual está influenciado por las diversas formas de información y comunicación disponibles. La integración de diversas disciplinas en un entorno productivo se extiende más allá de los límites del aula. Es crucial que el talento humano posea estas cualidades para poder navegar eficazmente en las complejidades de la sociedad del conocimiento.

Capítulo III

La Robótica Educativa y la Metodología STEAM

La importancia de incorporar disciplinas científicas y tecnológicas a la educación es una realidad consolidada en la sociedad. Como resultado, existen numerosas iniciativas que se centran en STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y tienen como objetivo no sólo promover la alfabetización científica y tecnológica, sino también abordar la actual disminución del interés en estas materias y reducir la desigualdad de género. Según Elkin en 2014 opinaba que, introducir materias STEAM en los niveles educativos más tempranos ayuda a prevenir el desarrollo de estereotipos u otras barreras que puedan dificultar la participación futura en estas áreas. El concepto STEAM abarca la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Estas cinco áreas de conocimiento desempeñan papeles importantes en la configuración de la educación científica enfatizando actividades experimentales prácticas, mientras que la educación tecnológica se enfoca en mantenerse actualizado con los últimos avances como la robótica, la programación y el aprendizaje de códigos. La educación en ingeniería tiene como objetivo dotar a los estudiantes de las habilidades necesarias para abordar problemas de la vida real y encontrar soluciones prácticas. El arte sirve como catalizador del pensamiento creativo e innovador, mientras que las matemáticas sirven como componente clave en los esfuerzos científicos y tecnológicos. Todos estos aspectos están interconectados y promueven enfoques transdisciplinarios de la enseñanza y el aprendizaje,

La robótica educativa es ampliamente reconocida como una herramienta de enseñanza invaluable con un inmenso potencial para estudiantes de todas las edades. Se considera un elemento altamente motivador que puede crear ambientes multidisciplinarios dentro de los entornos educativos. Al incorporar principios como la interactividad, el trabajo colaborativo, el aprendizaje constructor y el pensamiento lógico, la robótica educativa no sólo facilita la adquisición de conocimientos sino que también hace que el proceso de aprendizaje sea ameno y atractivo. Numerosos estudios han destacado el impacto positivo de la integración de la robótica en el plan de estudios, enfatizando cómo mejora las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Por ejemplo, un estudio realizado por Benetti concluyó que la integración de la robótica en la educación fomenta una relación armoniosa entre el plan de estudios, y los estudiantes, lo que en última instancia beneficia los resultados del aprendizaje. Al mismo tiempo, la investigación de García-Varcárcel y Caballero-González demostró que incluso a una edad temprana, los niños pueden desarrollar habilidades de pensamiento computacional mediante el uso de la robótica, asimismo Sullivan y Bers sostienen que la robótica educativa sirve como un recurso pedagógico que promueve el aprendizaje a través de la experimentación y la investigación prácticas.

En el ámbito del estudio del enfoque STEAM, el análisis realizado por González y Flores en 2021 llegó a la conclusión de que las investigaciones actuales tienden a centrarse en la interdisciplinariedad. Esto no sólo impacta positivamente las diversas disciplinas dentro del enfoque STEAM, sino que también contribuye al crecimiento de habilidades importantes como la autonomía y el liderazgo entre los estudiantes. Numerosas revisiones de la literatura proporcionan una gran cantidad de información y datos, presentando una visión integral con hallazgos confiables y ampliamente aplicables. El estudio realizado por Jung y Wong en 2018 examinó la utilización de kits de robótica en los niveles de Educación Infantil y Primaria. Sus hallazgos enfatizaron la importancia de incorporar una perspectiva informática en la educación en robótica para integrar efectivamente la teoría y la práctica de la construcción y programación de robots.

En una línea similar, Xia y Zhong en 2018 centraron su propuesta en el uso de robots en la enseñanza y el aprendizaje dentro de la Educación Primaria y Secundaria. Concluyeron que la robótica educativa desempeña un papel crucial a la hora de mejorar el aprendizaje a través de la tecnología y facilitar la adquisición de habilidades valiosas. Más recientemente, Ferrada y otros autores en 2020 realizaron un análisis integral de la producción científica relacionada con la robótica educativa en la etapa de Educación Primaria. Su investigación destacó los beneficios potenciales de incorporar robots en el aula, al tiempo que subrayó la necesidad de seguir investigando y explorando en este campo. Ha habido un crecimiento notable en la cantidad de investigaciones realizadas sobre robótica educativas. Sin embargo, es importante enfatizar la importancia de considerar esta investigación específicamente en el contexto de la Educación Infantil y la educación STEAM. En particular, es crucial tener en cuenta factores emergentes como el pensamiento computacional y la dinámica de género en el ámbito de la enseñanza STEAM. Este último factor, el género, es motivo de especial preocupación debido a la persistente baja representación de las mujeres en los campos científico y tecnológico.

La robótica educativa fomenta el aprendizaje interdisciplinario, proporciona una plataforma donde los estudiantes pueden integrar sus conocimientos de diferentes materias para abordar desafíos complejos. Por ejemplo, un proyecto de robótica puede requerir que los estudiantes apliquen sus conocimientos de física para diseñar un robot capaz de realizar tareas específicas de manera eficiente. Este aspecto interdisciplinario no sólo refuerza la comprensión de los estudiantes sobre diversas materias, sino que también los prepara para carreras futuras que requieren una combinación de habilidades, por otro lado la robótica educativa fomenta una sensación de entusiasmo y compromiso con el aprendizaje. La naturaleza práctica de las actividades de robótica hace que el aprendizaje sea más interactivo y agradable para los estudiantes.

Desde este punto de vista promueve la curiosidad y motiva a los estudiantes a explorar y experimentar. Este entusiasmo por el aprendizaje es primordial para cultivar estudiantes permanentes que estén ansiosos por adquirir conocimientos y adaptarse a nuevos desafíos. Además de promover la educación STEAM, la robótica educativa también mejora la

alfabetización digital de los estudiantes. Al interactuar con robots y tecnologías relacionadas, los estudiantes desarrollan habilidades en codificación, programación y pensamiento computacional. Estas habilidades son muy valiosas en la sociedad actual impulsada por la tecnología, ya que permiten a las personas navegar y prosperar en un mundo cada vez más digital.

Es decir que la robótica educativa en relación con el aprendizaje STEAM se está ampliando rápidamente, esta visión no sólo promueve la educación interdisciplinaria sino que también mejora el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y las habilidades de alfabetización digital de los estudiantes. A medida que crece la demanda de educación basada en STEAM, la robótica educativa sirve como una herramienta valiosa para preparar a los estudiantes para el futuro al equiparlos con los conocimientos y habilidades necesarios para tener éxito en diversos campos. Existe una tendencia creciente en la robótica educativa que apoya firmemente la integración del aprendizaje STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas).

Este movimiento tiene como objetivo brindar a los estudiantes una educación holística que incorpore diversas disciplinas para fomentar el pensamiento crítico, las habilidades de resolución de problemas y la creatividad. Uno de los beneficios clave de la robótica educativa es su capacidad para promover la educación STEAM. Al combinar estas disciplinas, los estudiantes están expuestos a una amplia gama de conocimientos y habilidades que son esenciales en este siglo. Especialmente, incorporar principios de arte y diseño en proyectos de robótica puede mejorar la creatividad y la comprensión estética de los estudiantes. Asimismo, la integración de conceptos de matemáticas e ingeniería en la programación de robots puede fortalecer el pensamiento lógico y la capacidad de resolución de problemas. La robótica educativa implica el uso de androides y tecnologías relacionadas para mejorar la experiencia de aprendizaje. Ofrece a los estudiantes un enfoque práctico del aprendizaje, permitiéndoles aplicar conceptos teóricos en escenarios del mundo real. Al participar en actividades de robótica, se anima a los estudiantes a pensar analíticamente, experimentar y colaborar con sus compañeros.

Dentro de este marco se define la robótica educativa como el uso de tecnología cibernética en entornos educativos con el objetivo de mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes. Este campo combina los principios de la robótica y la educación para crear experiencias de aprendizaje atractivas e interactivas. Al incorporar la robótica al plan de estudios, los estudiantes pueden adquirir conocimientos prácticos en diversas áreas como programación, ingeniería, resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo. La robótica educativa se puede implementar en diferentes niveles educativos, desde la escuela primaria hasta la universidad, y puede adaptarse para satisfacer las necesidades e intereses específicos de los estudiantes.

A través de actividades y proyectos prácticos, los estudiantes no sólo pueden aprender conceptos académicos sino también desarrollar habilidades importantes que son muy valoradas

en la fuerza laboral del siglo XXI. Además, la robótica educativa fomenta la creatividad y la innovación al alentar a los estudiantes a diseñar y construir sus propios robots, permitiéndoles expresar sus ideas y explorar sus intereses de una manera práctica y tangible. En general, la robótica educativa ofrece un enfoque educativo dinámico y atractivo, que permite a los estudiantes convertirse en estudiantes activos y prepararlos para futuras carreras en los campos de rápida evolución de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM).

Para empezar, el examen de los documentos pretende ampliar el alcance semántico y conceptual del término robótica educativa. Al respecto, Ghitis y Alba en 2014 discutieron esta conceptualización utilizando diferente terminología, como robótica pedagógica, en educación y aplicada a entornos educativos. De ahí que sea ampliamente reconocido por autores como (Candanedo 2012, López y Andrade 2013, Mubin et al. 2013, Pittí et al. 2014) que el término "robótica de aprendizaje" abarca dos perspectivas distintas, la primera se centra en estudiar la robótica como materia académica, profundizando en sus aspectos teóricos y principios y la segunda perspectiva, por otro lado, ve la robótica como una herramienta poderosa para mejorar el proceso de aprendizaje en sí, particularmente a través de la integración de la robótica en entornos educativos.

Esta última perspectiva destaca la utilización de robots como medio de aprendizaje, con el objetivo de crear un entorno de aprendizaje dinámico e interactivo. En este contexto, los robots se consideran una parte integral de la experiencia educativa, facilitando el compromiso y la participación activa de los estudiantes. A través de la incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se anima a los estudiantes a desarrollar de forma colaborativa actividades con robots, que están diseñadas para ser educativas y divertidas. Estas experiencias lúdicas no sólo fomentan una sensación de aprendizaje interdisciplinario sino que también sirven para estimular el interés y la motivación de los estudiantes.

Así, se puede concluir que el papel de los robots en el proceso de aprendizaje va más allá de ser meras herramientas; se convierten en catalizadores de la curiosidad, la exploración y la adquisición de conocimientos. Al involucrar activamente a los estudiantes en actividades basadas en robótica, los educadores pueden aprovechar el potencial de los robots para crear un entorno de aprendizaje inmersivo y estimulante. La integración de la robótica educativa en el currículo escolar brinda la oportunidad de fomentar el aprendizaje interdisciplinario, sin dejar de respetar importantes principios pedagógicos, objetivos, contenidos, metodología, recursos y evaluación del aprendizaje. Esta posición, conocido como enfoque de "ciencia, tecnología y sociedad", reconoce que la robótica educativa no se trata sólo de tecnología, sino también de comprender su impacto en la sociedad.

Al incorporar la robótica a la educación, los estudiantes quedan expuestos a una herramienta que no sólo es atractiva sino que estimula sus procesos cognitivos y sociales, facilitando experiencias de aprendizaje significativas. Uno de los beneficios clave de la robótica educativa es su capacidad para combinar varias disciplinas académicas, como matemáticas, física, electrónica, mecánica e informática. Al integrar estas áreas, los estudiantes pueden cerrar

la brecha entre la teoría y la práctica, ya que pueden aplicar conceptos abstractos a problemas del mundo real. Esta integración de lo concreto y lo abstracto es crucial para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas y mejorar su comprensión de conceptos complejos.

Conjuntamente, han sido varios los estudios que han destacado las ventajas de incorporar la robótica educativa a la ciencia y la educación ambiental (Filipp et al., 2017; Aliaga et al., 2018). Aparte de, (Ocaña, 2012) quien realizó un estudio que demostró de manera convincente cómo la robótica puede servir como una herramienta pedagógica eficaz dentro del aula, fomentando la motivación, mejorando la adquisición de habilidades fundamentales y promoviendo la comprensión general de conceptos tecnológicos y científicos. Estos hallazgos enfatizan colectivamente el importante papel que la robótica puede desempeñar para facilitar una experiencia educativa enriquecida.

3.1 Influencia de la Robótica Educativa en el Aprendizaje

Combinando varios campos del conocimiento se pueden lograr resultados significativos. Un ejemplo de tal fusión se puede observar en el campo de la robótica, donde se integran sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, informáticos y de comunicación. El concepto de "robot" se introdujo inicialmente en 1921 a través de una obra de teatro checa escrita por Karel Capek, quien utilizó la palabra "robota" para denotar trabajo o servidumbre en su lengua materna. El campo de la "Robótica Pedagógica" implica el desarrollo y la creación de robots educativos diseñados específicamente para introducir a los jóvenes estudiantes en los conceptos de ciencia y tecnología.

Esta disciplina pretende aprovechar el deseo natural de los estudiantes de interactuar con robots para potenciar sus capacidades cognitivas, esta disciplina puede describirse como el proceso de diseñar e implementar objetos tecnológicos que imiten las funciones y herramientas de los robots que se utilizan comúnmente en la vida cotidiana, con el objetivo principal de facilitar el aprendizaje en un contexto educativo. Numerosas investigaciones ya han demostrado el interés global generalizado por incorporar herramientas robóticas en entornos educativos. La utilización de la robótica con fines educativos se remonta a 1975 en la Universidad de Maine en Le Mans, Francia, donde se desarrolló un sistema de control automatizado para la realización de experimentos de laboratorio y prácticas de psicología experimental.

Otro caso notable ocurrió en 1989 cuando la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Nacional Autónoma de México colaboraron en un proyecto que involucraba el uso de un robot educativo para enseñar conceptos de computación. Adicionalmente, en 1998 se lanzó la iniciativa "Robótica y Aprendizaje por Diseño", un esfuerzo conjunto entre el Centro de Innovación Educativa de la Fundación Omar Dengo y el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, en 2004. También, en España, redes educativas como COMPUBLOT en 2008 han implementado aulas de robótica y realizado cursos de formación específicamente diseñados para niños de primaria.

En países como Colombia se han logrado avances significativos en la integración de robots en entornos educativos, al preparar proyectos centrados en la formación de docentes en robótica educativa. Esta iniciativa tenía como objetivo dotar a los educadores de las habilidades y conocimientos necesarios para incorporar eficazmente los robots al proceso de aprendizaje. Adicionalmente, en el año 2008, la Universidad del Cauca lanzó un destacado proyecto de robótica pedagógica denominado “Plataforma de Robótica y Automatización Educativa de Computadores para Educar”. Este proyecto tenía como objetivo aprovechar el poder de los robots y la automatización informática para mejorar la experiencia educativa de los estudiantes. Estos esfuerzos en Colombia demuestran un compromiso de aprovechar la tecnología para revolucionar la educación y fomentar entornos de aprendizaje innovadores.

Al interactuar con el robot móvil didáctico, los estudiantes quedan expuestos a las aplicaciones prácticas de la robótica y su relevancia en diversos campos. Esta exposición en una etapa temprana de la educación les permite desarrollar una comprensión del impacto potencial de la robótica en sus carreras futuras y el mundo que los rodea. La implementación de la robótica educativa ha abierto un mundo de posibilidades para los estudiantes. Al incorporar la robótica al entorno educativo, los estudiantes reciben una experiencia de aprendizaje práctica e interactiva. La Fundación Gabriel Piedrahita Uribe y la Universidad Nacional de Colombia representa un esfuerzo pionero en el campo de la robótica educativa.

Al ser pioneras en esta iniciativa, estas instituciones están sentando un precedente para que otras comunidades educativas sigan su ejemplo. La integración de la robótica en el plan de estudios no sólo enriquece la experiencia educativa sino que también dota a los estudiantes de las habilidades y conocimientos necesarios para prosperar en un panorama tecnológico en constante evolución. A través de una combinación de conocimientos teóricos y ejercicios prácticos, para satisfacer las necesidades específicas de los estudiantes de educación temprana, la Universidad Nacional de Colombia tomó la iniciativa de desarrollar un robot móvil didáctico. Este robot fue diseñado específicamente para involucrar y educar a niños de escuela primaria. La construcción de este robot se llevó a cabo con meticulosa atención al detalle, asegurando que se alinee con los principios de una pedagogía eficaz.

Para validar los objetivos de la robótica educativa como un campo integral que incorpora diversas áreas del conocimiento, es fundamental establecer dos procesos separados pero interconectados. En primer lugar, se debe emplear una perspectiva de ingeniería para definir las funciones requeridas para el análisis, diseño y construcción de mecanismos robóticos. En segundo lugar, es necesario un punto de vista didáctico para garantizar que estos mecanismos cumplan efectivamente con los objetivos educativos previstos. Esto implica realizar investigaciones en los campos de la educación, la enseñanza y el aprendizaje para evaluar su eficacia en un contexto pedagógico. Se han realizado importantes esfuerzos para promover y mejorar la educación primaria y secundaria centrándose en conceptos de matemáticas, ciencias y programación. Estas contribuciones han implicado la utilización de herramientas y estrategias atractivas que facilitan eficazmente el proceso de aprendizaje de los estudiantes. El objetivo

final de implementar este enfoque educativo es aprovechar el atractivo inherente del aprendizaje a través del juego, creando así un entorno de aprendizaje estimulante y agradable para los estudiantes.

En este sentido la robótica educativa mejora la motivación y el compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. El carácter interactivo de las actividades de robótica cautiva la atención de los estudiantes y estimula su curiosidad. Esto, a su vez, conduce a una mayor motivación para aprender y explorar nuevos conceptos. Al mismo tiempo, la naturaleza colaborativa de los proyectos de robótica fomenta el trabajo en equipo y la utilización de habilidades que faciliten la comunicación, para que los estudiantes logren resolver problemas y objetivos comunes. Con los rápidos avances de la tecnología, la robótica educativa se ha convertido en un enfoque innovador para la enseñanza y el aprendizaje. Al integrar plataformas robóticas, como robots programables o drones, en las actividades educativas, los estudiantes están expuestos a oportunidades de aprendizaje práctico y experiencial.

Esto no sólo mejora su comprensión de conceptos complejos sino que también fomenta la participación activa y la colaboración entre pares. También, la robótica educativa promueve el aprendizaje interdisciplinario mediante la integración de diversas áreas temáticas, como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). A través de proyectos de robótica, los estudiantes están expuestos a escenarios del mundo real que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades de múltiples disciplinas. Este enfoque interdisciplinario no sólo mejora su comprensión de diferentes temas, sino que también resalta la interconexión y relevancia de estos temas en el mundo real. La incorporación de la robótica educativa en el aula también prepara a los estudiantes para futuras carreras en campos como la robótica, la ingeniería y la tecnología.

A medida que continúa creciendo la demanda de profesionales con habilidades STEM, la robótica educativa proporciona a los estudiantes una base sólida en estas áreas. Les dota del conocimiento técnico y la experiencia práctica necesarios, dándoles una ventaja competitiva en el mercado laboral. Uno de los beneficios clave de la robótica educativa es su capacidad para fomentar la creatividad y la innovación en los estudiantes. A medida que interactúan con robots y exploran sus funcionalidades, se anima a los estudiantes a pensar de forma innovadora, idear soluciones creativas y experimentar con diferentes códigos o algoritmos de programación. Esto fomenta sus habilidades para resolver problemas y cultiva una mentalidad de aprendizaje continuo y adaptabilidad, que son esenciales en el panorama tecnológico actual en rápida evolución.

Es importante mencionar que la robótica educativa promete numerosos beneficios en este proceso, puesto que mejora el pensamiento crítico de los estudiantes, las habilidades para la resolución de problemas, la comprensión interdisciplinaria, la motivación y aparte los prepara para futuras carreras. Al integrar la robótica en la educación, podemos aprovechar el poder de la tecnología para crear experiencias de aprendizaje atractivas e impactantes para los estudiantes, equipándolos con las habilidades que necesitan para prosperar en el siglo XXI. La

utilización de la robótica educativa como herramienta para mejorar el proceso de aprendizaje ha ganado mucha atención en los últimos años. La robótica educativa se refiere a la incorporación de tecnologías y programación robótica en entornos educativos para promover la participación de los estudiantes, el pensamiento crítico, las habilidades de resolución de problemas y el rendimiento académico general.

Según diversos estudios, se ha demostrado que la incorporación de la robótica educativa en el aula mejora las habilidades de los estudiantes de una manera integral e interdisciplinaria que complementa el currículo escolar tradicional. Dentro de un entorno educativo formal, el robot educativo puede cumplir una variedad de funciones, que están determinadas por factores como el contenido específico que se enseña, los objetivos del profesor y las características de los estudiantes involucrados. En las fases iniciales, la implicación de los robots en la educación suele limitarse a su función pasivo-instrumental, que implica que los estudiantes participen en la creación o programación de estas máquinas. Sin embargo, a medida que la tecnología evoluciona, los robots ahora pueden asumir un papel más activo en el entorno educativo.

Acuña en el 2012 destacó la importancia de la creatividad como una habilidad muy valorada en la sociedad actual, por lo que aboga por la integración de la robótica en los entornos educativos. Al involucrar a los estudiantes en actividades de robótica, pueden desarrollar y mejorar sus habilidades de pensamiento creativo. Esto es particularmente crucial en el contexto del aprendizaje del siglo XXI, ya que la robótica sirve como una poderosa herramienta para fomentar no sólo la creatividad, sino también la colaboración, el trabajo en equipo, la comunicación y las habilidades sociales, la robótica puede considerarse un recurso valioso para preparar a los estudiantes para los desafíos y demandas del mundo moderno.

Otra habilidad importante que los estudiantes desarrollan a través de experiencias colaborativas es el trabajo en equipo. Esto implica participar en una variedad de tareas que requieren que el alumno analice y presente datos de una manera coherente y lógica, todo con el objetivo de resolver problemas. Al mismo tiempo, estas experiencias colaborativas también contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades de pensamiento espacial, como se ejemplifica en un proyecto realizado por Caballero y García-Varlcarcel en 2019 donde se utilizó el robot Bee-Boot. La robótica educativa actúa como catalizador del aprendizaje activo al involucrar a los estudiantes en una multitud de procesos cognitivos, incluida la percepción, la presentación, la imaginación, el pensamiento crítico, la retención de la memoria y la comunicación efectiva. Más allá de sus beneficios educativos, este enfoque innovador cultiva varias cualidades deseables en los individuos, como la motivación, las iniciativas autónomas, un fuerte sentido de responsabilidad hacia su trabajo, la sociabilidad, la tolerancia, una búsqueda incesante del éxito, el deseo de autorrealización y el desarrollo de habilidades de comunicación efectiva.

La duración del proyecto variará según la tarea específica, la dificultad que plantea y si se alinea con el nivel de habilidad de los participantes, por otro lado el proyecto de robótica debe estar conectado con el contenido académico de un tema específico dentro del proceso

educativo. El estudio realizado por Moreno y otros autores en 2012 examina el papel de la robótica educativa en la mejora de los resultados del aprendizaje. Sin embargo, es importante señalar que no todos los estudios han encontrado efectos positivos en el aprendizaje. De hecho, algunos estudios no han informado de mejoras y han identificado varias barreras para la implementación exitosa de la robótica educativa en el aula. Estas barreras incluyen los altos costos asociados a la inversión en tecnología, la necesidad de actualizaciones constantes de los dispositivos robóticos, la falta de conocimiento y capacitación entre los docentes y la ausencia de estrategias efectivas de robótica educativa. Este último obstáculo, en particular, resalta la importancia de formar adecuadamente a los docentes para maximizar los beneficios potenciales de la robótica educativa en el aula.

3.2 El Aprendizaje STEAM y la Robótica Educativa

Uno de los beneficios clave de integrar la robótica educativa en el aprendizaje STEAM es su capacidad para hacer que los conceptos abstractos sean más tangibles y accesibles, al proporcionar una representación concreta de conceptos teóricos, los robots permiten a los estudiantes visualizar y comprender ideas complejas de una manera más práctica. Este enfoque práctico no sólo mejora la comprensión sino que también aumenta el compromiso y la motivación en el proceso de aprendizaje, la robótica educativa fomenta la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes, ya que suelen trabajar en grupos para completar tareas y desafíos. Este entorno colaborativo permite a los estudiantes desarrollar importantes habilidades sociales y de comunicación, así como aprender a trabajar juntos de manera efectiva hacia un objetivo común.

Además de los beneficios académicos, la robótica educativa también fomenta importantes habilidades propias de este siglo que son esenciales para el éxito futuro. Al participar en proyectos de robótica, los estudiantes desarrollan habilidades como la creatividad, la adaptabilidad y la resiliencia. Aprenden a pensar de manera innovadora, a solucionar problemas y a perseverar frente a los desafíos: todas habilidades valiosas que son muy buscadas en el mundo en rápida evolución de hoy. La integración de la robótica educativa y los métodos de aprendizaje STEAM ha sido reconocido como una poderosa herramienta educativa. La robótica educativa implica el uso de robots y tecnología relacionada para mejorar la experiencia de aprendizaje, mientras que el aprendizaje STEAM se refiere a un enfoque interdisciplinario que combina ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas.

En general, la integración de la robótica educativa y el aprendizaje STEAM proporciona un enfoque holístico de la educación. Combina conocimientos teóricos con aplicaciones prácticas, fomenta la colaboración y el pensamiento crítico y fomenta importantes habilidades del siglo XXI. A medida que la tecnología continúa avanzando, la robótica educativa sin duda desempeñará un papel importante en la configuración del futuro de la educación y en la preparación de los estudiantes para los desafíos y oportunidades que se avecinan. Al incorporar la robótica en el aula, los estudiantes tienen la oportunidad de participar en experiencias de

aprendizaje prácticas que promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad.

A través del proceso de construcción, programación e interacción con robots, los estudiantes pueden aplicar conceptos aprendidos en diversas áreas temáticas, como física, matemáticas e informática. Al mismo tiempo, la robótica educativa proporciona una plataforma para que los estudiantes exploren aplicaciones del mundo real de las materias STEAM. Al diseñar y programar robots para resolver problemas específicos o realizar tareas específicas, los estudiantes pueden ver cómo sus conocimientos y habilidades se pueden aplicar en situaciones prácticas. Este aprendizaje basado en aplicaciones promueve una comprensión más profunda de los conceptos STEAM y anima a los estudiantes a pensar críticamente sobre la relevancia de estos temas en su vida cotidiana.

Los artículos de investigación que se han examinado proporcionan evidencia de que el aprendizaje STEAM es particularmente beneficioso y eficaz en las primeras etapas de la educación. Esto puede atribuirse al hecho de que los niños pequeños tienen una necesidad cada vez mayor de captar y comprender los conceptos y principios complejos que prevalecen en el mundo moderno y altamente técnico. Un enfoque que ha demostrado ser exitoso para facilitar el aprendizaje STEAM es la utilización de robótica educativa, como destacan Da Silva y González en 2017. Al presentar a los estudiantes el campo de los avances tecnológicos a través de actividades interactivas y atractivas, la robótica educativa ofrece una forma única y divertida para que los niños desarrollen sus conocimientos y habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas.

Durante múltiples investigaciones, los investigadores han descubierto un acrónimo que puede explorarse a través de la lente de la educación, el aprendizaje, la metodología y las técnicas. Este acrónimo, conocido como STEAM, hace referencia a la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas en la educación. Los académicos, como García y Caballero, Charro, Martín y Sánchez en 2019, han centrado su atención en defender la importancia de desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes a través de la educación STEAM. Estos investigadores sostienen que al incorporar estas materias al plan de estudios, los estudiantes están mejor equipados para prosperar en un mundo cada vez más complejo y impulsado por la tecnología.

Existen estudios que profundizan en los procesos de aprendizaje de conocimientos STEAM, académicos como Ruiz, Da Silva y González investigan cómo los estudiantes adquieren y aplican conceptos STEAM, explorando diferentes enfoques y estrategias de aprendizaje. Comprender las complejidades de cómo los estudiantes interactúan con el material STEAM es crucial para los educadores que buscan mejorar sus métodos de enseñanza y garantizar una transferencia efectiva de conocimientos. Por último, hay investigadores que han propuesto metodologías y técnicas para la realización de talleres STEAM. Alvarado y Arias en 2018 han contribuido a esta área de investigación proporcionando pautas y marcos prácticos para que los educadores diseñen e implementen talleres STEAM.

Estos estudios tienen como objetivo mejorar la eficacia de la educación STEAM ofreciendo a los educadores herramientas y estrategias tangibles para involucrar a los estudiantes y fomentar su aprendizaje, como se ha dicho anteriormente la educación STEAM es un concepto multifacético que ha llamado la atención de varios investigadores. Desde defender la formación de habilidades y competencias en los estudiantes hasta explorar los procesos de aprendizaje de conocimientos STEAM y proponer metodologías y técnicas para la realización de talleres STEAM, estas investigaciones contribuyen al desarrollo y mejora continua de la educación STEAM. Las competencias vinculadas al aprendizaje STEAM abarcan una amplia gama de habilidades y destrezas que son cruciales para el éxito en el siglo XXI.

Estos incluyen autonomía y espíritu empresarial, colaboración, comunicación efectiva, dominio de la tecnología, pensamiento creativo, resolución innovadora de problemas y la capacidad de diseñar y fabricar productos, estas competencias pueden integrarse en diversas materias del plan de estudios, permitiendo a los estudiantes desarrollarlas de manera holística e integral. Un enfoque popular recomendado por numerosos estudios es el aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes participan en proyectos prácticos del mundo real que les exigen aplicar sus conocimientos y habilidades para resolver problemas tecnológicos. Este método no sólo fomenta una comprensión más profunda del tema, sino que también promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y anima a los estudiantes a pensar de manera innovadora.

Al incorporar competencias STEAM en su educación, los estudiantes están mejor preparados para tener éxito en el mundo moderno, dinámico y en rápida evolución. Otro enfoque es participar en retoques, lo que implica aprender a través de la experimentación práctica. A diferencia de las estrategias anteriores analizadas, este método no sigue una secuencia predeterminada de pasos para resolver un problema. En cambio, fomenta el aprendizaje por prueba y error, lo que permite a las personas explorar diferentes vías y descubrir soluciones de forma lúdica. Este enfoque abierto fomenta un sentido de curiosidad y experimentación, lo que hace que el proceso de aprendizaje sea más agradable y atractivo.

Los documentos STEAM describen su enfoque pedagógico y metodológico, que se centra en el constructivismo y el construccionismo. Estos enfoques han sido ampliamente estudiados, con especial atención a la evolución del constructivismo hacia el construccionismo como lo describieron Papert y Harel en 1991. Esta evolución tiene sus raíces en la creencia, inspirada por Piaget, de que los individuos necesitan materiales tangibles para construir activamente su conocimiento. El énfasis está en el alumno y su capacidad para aprender a través de experiencias prácticas. Una de las razones por las que este principio ha ganado popularidad se debe al apoyo de LEGO, que financió los proyectos de Papert que implicaban el uso de robots.

Estos proyectos han mostrado el poder del construccionismo en acción. Las metodologías empleadas en la educación STEAM también se alinean con principios pedagógicos clave, como involucrar y motivar a los estudiantes a través de la experimentación creativa y la interacción social. Estos principios son esenciales para promover un aprendizaje

más profundo y facilitar una experiencia educativa más holística. Esta investigación destaca el importante papel que desempeña la robótica en la educación STEAM y cómo puede incorporarse eficazmente a las prácticas docentes. Al comprender la relación entre estos diferentes elementos, los educadores pueden diseñar e implementar mejor experiencias de aprendizaje significativas e impactantes para sus estudiantes.

3.3 Pensamiento Computacional

El desarrollo del pensamiento computacional en niños y adolescentes es un área importante de interés en la educación y la investigación. Al brindarles exposición a la tecnología, integrar el pensamiento computacional en los planes de estudio y ofrecerles oportunidades de resolución de problemas, podemos ayudarlos a fomentar sus habilidades en este dominio. En última instancia, esto les permitirá convertirse en solucionadores de problemas competentes y prepararlos para las exigencias de la era digital. Las habilidades de pensamiento computacional se consideran cada vez más esenciales en la era digital, donde la tecnología juega un papel destacado en casi todos los aspectos de nuestras vidas. Desde la resolución de problemas en matemáticas y ciencias hasta tareas cotidianas como organizar información o solucionar problemas de dispositivos tecnológicos, el pensamiento computacional proporciona un marco valioso para abordar los desafíos de manera efectiva.

Los planes de estudio educativos también desempeñan un papel crucial en el fomento del pensamiento computacional en niños y adolescentes. Muchos países han reconocido la importancia de integrar el pensamiento computacional en sus marcos educativos y han implementado iniciativas para enseñar estas habilidades. A través de cursos de codificación y programación, los estudiantes aprenden a pensar algorítmica, lógica y creativamente, mejorando sus habilidades para resolver problemas. Se cree que el desarrollo del pensamiento computacional en niños y adolescentes está influenciado por varios factores, incluida su exposición a la tecnología, los planes de estudio educativos y las oportunidades para la resolución de problemas.

A medida que la tecnología continúa avanzando e integrándose en la sociedad, los niños están expuestos a dispositivos y plataformas digitales desde una edad temprana. Esta exposición puede brindarles oportunidades para desarrollar habilidades de pensamiento computacional, mientras interactúan con la tecnología e interactúan con herramientas digitales. El progreso del pensamiento computacional en niños y adolescentes ha sido un área de gran interés e investigación en los últimos años. El término pensamiento computacional se refiere a la capacidad de abordar y resolver problemas de manera lógica y sistemática, similar a cómo una computadora procesaría información. Implica dividir problemas complejos en partes más pequeñas y manejables, identificar patrones y algoritmos y utilizar el razonamiento lógico para idear soluciones eficientes.

En este sentido ofrecer a niños y adolescentes amplias oportunidades para la resolución de problemas es esencial para el desarrollo del pensamiento computacional. Participar en

actividades que requieren pensamiento analítico, como acertijos, juegos y ejercicios de razonamiento lógico, puede ayudar a fortalecer sus habilidades de pensamiento computacional, motivarlos a explorar problemas del mundo real y encontrar soluciones innovadoras también puede contribuir a su crecimiento en esta área. Los beneficios de desarrollar el pensamiento computacional en niños y adolescentes son de gran alcance. No sólo les proporciona las habilidades necesarias para tener éxito en diversas materias académicas, sino que también les prepara para futuras carreras en campos como la informática, la ingeniería y el análisis de datos.

El pensamiento computacional fomenta el pensamiento crítico, el razonamiento lógico y la creatividad, que son habilidades valiosas en un panorama digital en rápida evolución. El foco central de esta sección de innovación se centrará en la robótica educativa, el pensamiento computacional y las materias STEAM, examinándolas específicamente desde una perspectiva de género. Durante la última década, las materias STEAM, han experimentado un notable aumento en popularidad, enfatizando el aprendizaje activo e interdisciplinario en campos como las matemáticas, las ciencias, la tecnología y, más recientemente, la integración de la creatividad y la las artes. En consecuencia, el objetivo principal es desarrollar un enfoque inclusivo de los conceptos de robótica educativa, pensamiento computacional y materias STEAM, con especial énfasis en las perspectivas de género, y explorar cómo estas ideas pueden implementarse efectivamente en diversas iniciativas de capacitación.

Según Lévy y Zapata-Ros en 2018, la demanda de profesionales en las industrias tecnológicas está aumentando en la sociedad y la economía. A pesar de las altas tasas de desempleo en ciertos países, todavía hay escasez de ingenieros y técnicos en industrias y servicios. Como solución a este problema, las instituciones se están centrando en formar personas en pensamiento computacional. Esta nueva forma de alfabetización digital se considera crucial y debería introducirse desde una edad temprana, al igual que las habilidades de lectura, escritura y matemáticas. El objetivo es mejorar la experiencia de aprendizaje tanto de niños como de niñas incorporando la programación a su educación. Este proceso debe ser gradual, comenzando con tareas simples y divertidas y progresando gradualmente hacia otras más complejas.

Es importante enfatizar los marcos de las disciplinas científicas, específicamente STEM o STEAM, y la incorporación de las artes. De acuerdo con los hallazgos de Cilleruelo y Zubiaga en 2014, los modelos actuales de investigación educativa deben tener en cuenta la creciente tendencia a integrar las artes en el contexto de disciplinas científicas, como STEM o STEAM, el hecho de que la sociedad del siglo XXI se enfrenta a un nuevo paradigma de conocimiento, complejo y en constante cambio. En consecuencia, es imperativo que este conocimiento se presente de manera efectiva, lo que ha llevado a numerosos teóricos a cuestionar el sistema educativo que se basa en la segregación de humanidades y ciencias, en la actualidad, aunque los sujetos suelen verse como entidades separadas, las nuevas pedagogías exigen la integración tanto de las emociones como de la racionalidad.

En la actualidad, la sociedad se encuentra profundamente arraigada en una época de rápidos avances tecnológicos. Como resultado, se ha vuelto imperativo introducir esfuerzos que fomenten el crecimiento de las habilidades digitales, para que los estudiantes puedan prosperar efectivamente en la sociedad actual, la robótica educativa sirve como una herramienta valiosa para mejorar la capacidad de exploración y manipulación de los estudiantes, permitiéndoles generar nuevos conocimientos a través de sus propias experiencias. El concepto de robótica educativa tiene sus raíces en el principio piagetiano, que enfatiza la importancia de que los estudiantes participen activamente en su propio proceso de aprendizaje.

Este principio resalta la necesidad de que los docentes adapten sus métodos de enseñanza para incorporar nuevos enfoques. La robótica, en este contexto, sirve como una valiosa herramienta que apoya los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es fundamental tener en cuenta que el objetivo no es únicamente capacitar a los estudiantes en robótica y habilidades de programación, sino más bien utilizar estas herramientas para mejorar su comprensión, capacidad de aplicar conocimientos y comprensión del mundo real. La robótica es una actividad ampliamente practicada en el campo de la educación, ya que ofrece un medio eficaz para desarrollar habilidades tanto técnicas como sociales. Como afirmó García en 2015, hay cuatro palabras clave que merecen nuestra atención: imaginar, diseñar, construir y programar.

En primer lugar, el concepto de imaginar enfatiza la importancia de alentar a los estudiantes a participar en debates sobre los dispositivos potenciales que les gustaría crear. Este paso permite la exploración de ideas innovadoras y despierta la creatividad en los estudiantes. Pasando a la palabra diseño, se refiere al proceso de transformar estas ideas imaginativas en diseños tangibles. Es durante esta fase cuando la imaginación de los estudiantes realmente cobra vida, mientras trabajan para transformar sus conceptos en un proyecto concreto. Durante la etapa de construcción, el diseño que se ha preparado previamente se transforma en una forma física. En el contexto de la programación, es importante mencionar que los diseños de los robots se programan mediante computadoras. Esto significa que durante esta etapa no sólo se perfeccionan las habilidades de pensamiento lógico, sino también la capacidad de percibirse a uno mismo y analizar elementos espaciales.

Bel y Esteve en 2019 planteó una categorización de las actividades de desarrollo de habilidades en cuatro tipos distintos: actividades desconectadas, actividades de juego, actividades de creación y actividades de remezcla. Es importante señalar que estas actividades se pueden realizar en cualquier secuencia y no se limitan a un orden específico. En los últimos años ha habido un importante surgimiento de lenguajes y entornos de programación altamente visuales que han simplificado enormemente la comprensión, programación y difusión de proyectos. Estas herramientas innovadoras han demostrado ser un medio eficaz para introducir a los estudiantes en el mundo de la informática y las matemáticas. Vale la pena señalar que existe una amplia variedad de robots disponibles, cada uno de los cuales ofrece oportunidades únicas de desarrollo en diferentes campos. Algunas de las características comunes que se encuentran en estos robots incluyen la capacidad de repetir tareas, flexibilidad en el diseño de

tareas, digitalización y la capacidad de interactuar a través de varias opciones de conectividad como Bluetooth o Wi-Fi. Además, la apariencia física y los movimientos de estos robots también son fundamentales en su funcionalidad y atractivo para los usuarios.

En opinión de Bel y Esteve en el 2019, la robótica educativa cumple diversos propósitos, uno de los cuales es el desarrollo del pensamiento computacional (PC). Los autores citan la definición de pensamiento computacional de la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación como un enfoque de resolución de problemas que utiliza computadoras u otros dispositivos para organizar y analizar datos, representar información, automatizar soluciones a través del pensamiento algorítmico, identificar e implementar soluciones potenciales de problemas, pero a pesar de la reconocida importancia de la robótica y el pensamiento computacional, no ha habido una decisión definitiva sobre su integración en los planes de estudio educativos.

Cabe resaltar que utilizar esta visión por sí sola no es suficiente; en cambio, debe integrarse con una experiencia pedagógica y disciplinaria integral, considerando al mismo tiempo factores como el ambiente del aula, las características de los estudiantes, la motivación y muchos otros. En su estudio en el 2021, Sánchez se planteó la cuestión de si introducir la robótica y el pensamiento computacional en Educación Infantil es realmente eficaz. Sin embargo, cabe señalar que existen múltiples plataformas tecnológicas que potencian este proceso. También, Ávalos y Sánchez (s.f.) resaltaron la importancia de incorporar la perspectiva de género en las decisiones educativas. Esto significa que es necesario rediseñar las estrategias de enseñanza y aprendizaje para empoderar a las niñas y mujeres, particularmente en relación con la creciente demanda de habilidades científicas y tecnológicas en el mercado laboral.

Es importante mencionar que en la actualidad existen dos métodos distintos mediante los cuales se llevan a cabo actividades de capacitación para mejorar la implementación de la robótica educativa. Estos métodos se centran en utilizar la robótica como tema central de instrucción o emplearla como herramienta para el aprendizaje. Sin embargo, ha surgido una tercera posición, donde los robots se utilizan como recursos valiosos dentro del aula. En estudios recientes se sugiere que la integración de la robótica educativa en el aula tiene un impacto significativo en el desarrollo de habilidades de los estudiantes en diversas materias. Inicialmente, los estudiantes pueden asumir un papel más pasivo, participando en actividades guiadas por el plan de estudios de robótica.

Sin embargo, a medida que adquieren experiencia y se familiarizan con la tecnología, los estudiantes pasan gradualmente a un rol más activo, donde se les anima a emplear su creatividad, colaborar con sus compañeros, trabajar en equipo, comunicarse de manera efectiva y mejorar sus habilidades sociales. Esta evolución en la participación de los estudiantes no sólo promueve una educación integral sino que también los prepara para las demandas del mundo moderno, donde estas habilidades son muy valoradas y buscadas, para desarrollar habilidades de pensamiento computacional en niños de entre 3 y 6 años, es recomendable incorporar diversas actividades a sus experiencias de aprendizaje. Para los niños de 3 a 4 años, es

especialmente beneficioso involucrarlos en actividades que impliquen crear y seguir instrucciones, centrándose en sus propios movimientos y acciones corporales.

Estas actividades podrían incluir trabajar con objetos que puedan manipularse y manipularse de diferentes maneras. El concepto de programación tangible es un aspecto importante a considerar cuando se trata de enseñar a niños pequeños. Se recomienda comenzar a introducir la programación manipulativa tangible, que implica el uso de interfaces táctiles naturales e instrucciones gráficas, a niños de entre 4 y 5 años. Esta orientación les permite interactuar físicamente con las herramientas de programación, mejorando su comprensión y participación. A medida que los niños crecen, alrededor de los 5 o 6 años, es beneficioso seguir incorporando métodos de programación tanto táctiles como tangibles. Además, presentar instrucciones y comandos simples con unas pocas palabras mejora aún más su comprensión y capacidad para crear sus propios programas.

3.4 La Robótica Educativa y STEAM en las Aulas

La integración de asignaturas STEAM y robótica educativa en las aulas tiene numerosos beneficios para los estudiantes. En primer lugar, los prepara para un mercado laboral en rápida evolución, donde las habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas son muy buscadas. Al dotar a los estudiantes de una base sólida en estas áreas, estarán mejor preparados para seguir carreras en campos como ingeniería, informática y diseño. La integración de materias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) y el uso de la robótica educativa en las aulas se han vuelto cada vez más frecuentes en el ámbito educativo, cuyo principal objetivo es dotar a los estudiantes de una educación integral que fomente el pensamiento crítico, las habilidades para resolución de problemas, la creatividad y la innovación.

La robótica educativa es una herramienta valiosa en la implementación de la educación STEAM, ya que mediante el uso de robots programables, los estudiantes participan en experiencias de aprendizaje prácticas que promueven la colaboración, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Estos robots se pueden programar para realizar tareas específicas, lo que permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos de codificación y pensamiento computacional de una manera práctica y tangible, aparte de que, la naturaleza interactiva de la robótica despierta curiosidad y entusiasmo entre los estudiantes, haciendo que el aprendizaje sea más agradable y significativo.

En conclusión, la integración de materias STEAM y robótica educativa en las aulas ofrece un enfoque holístico de la educación que prepara a los estudiantes para las exigencias de este siglo. Al exponer a los estudiantes a una amplia gama de disciplinas y brindarles experiencias de aprendizaje prácticas, desarrollan las habilidades y el conocimiento necesarios para tener éxito en un mundo en constante cambio. A medida que los educadores continúen adoptando este enfoque, los estudiantes tendrán la oportunidad de prosperar y sobresalir en sus actividades académicas y profesionales. Al incorporar materias STEAM en el plan de estudios,

los estudiantes están expuestos a una amplia gama de disciplinas que fomentan el aprendizaje interdisciplinario.

La ciencia les permite explorar el mundo natural y realizar experimentos, mientras que la tecnología les dota de las habilidades necesarias para navegar en el panorama digital. La ingeniería los desafía a diseñar y construir soluciones a problemas del mundo real, y las matemáticas desarrollan su razonamiento lógico y sus habilidades cuantitativas. Al incorporar las artes a la mezcla, se anima a los estudiantes a pensar de forma innovadora y expresar su creatividad a través de diversos medios, la integración de materias STEAM y robótica educativa promueve el desarrollo de importantes habilidades del siglo XXI. En un mundo cada vez más complejo e interconectado, los estudiantes deben estar equipados con las habilidades necesarias para adaptarse, innovar y resolver problemas.

Como se ha referido anteriormente, la programación y la robótica han sido identificadas como herramientas valiosas para la enseñanza de materias STEAM, Sin embargo, sería improductivo utilizar únicamente estas herramientas para la enseñanza de estas materias específicas. Más bien, es perentorio explorar su potencial en otras áreas y tareas, permitiendo su integración en el panorama educativo más amplio. Al incorporar la robótica y la codificación en diversas materias, como la literatura y la historia, las actividades educativas pueden volverse más divertidas y motivadoras para los estudiantes, el uso de estas herramientas tiene el potencial de mejorar el desarrollo moral, emocional y social, ya que pueden presentar a niños y niñas robots equipados con habilidades de interacción social, que pueden influir positivamente en otros niños.

La integración de la educación STEAM y la robótica se ha vuelto cada vez más frecuente en las aulas como valiosos recursos educativos, ejemplificado por iniciativas como "Testcrea", donde se organizan concursos para que los estudiantes muestren sus proyectos, que implican el uso de robots que ellos mismos construyen y programan. Durante la implementación de este proyectos STEAM, se utilizan como un medio para abordar varios aspectos del plan de estudios mediante la incorporación de tecnología, facilitando así experiencias de aprendizaje significativas y fomentando una conexión más cercana con aplicaciones del mundo real. Como resultado, es absoluto adquirir dos componentes esenciales. En primer lugar, se anima a los estudiantes a mantener un cuaderno de campo, que les permita participar en prácticas reflexivas a lo largo del proceso creativo involucrado en la realización del desafío en cuestión. En segundo lugar, también se requiere un modelo que sirva como representación visual, simulando efectivamente el concepto y la idea que se ha actualizado dentro del proyecto.

A continuación se muestran algunos ejemplos diversos de actividades que integran la robótica y el pensamiento computacional, al mismo tiempo que incorporan temas STEAM y promueven la inclusión de género. Estas actividades fomentan la colaboración entre diversas disciplinas y son adecuadas tanto para niñas como para niños. García - Valcárcel y Caballero en 2020 analizan en su estudio el concepto de robótica Lego®, una tecnología que involucra un dispositivo programable equipado con varios sensores. Esta innovadora herramienta permite a

las personas construir estructuras de manera eficiente y sin esfuerzo, con el objetivo principal de fomentar el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, creatividad y pensamiento crítico.

Al interactuar con la robótica Lego®, se anima a los estudiantes a explorar la educación STEAM y cultivar un interés más profundo en el tema. El robot en sí se compone de tres componentes esenciales: actuadores que facilitan el movimiento del robot, sensores que proporcionan datos valiosos y una interfaz programable conocida como NXT, que sirve como etapa de procesamiento del dispositivo. En su artículo de investigación, Da Silva y González en 2017 presentan un novedoso sistema gamificado diseñado para la educación infantil. Los autores presentan PequeBot, un robot que sirve como parte integral de este sistema. PequeBot consta de un conjunto de programación compuesto por tarjetas manipulativas, una aplicación para Android, un sitio web y el propio robot físico.

El objetivo principal de PequeBot es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje incorporando una posición lúdica al plan de estudios, a través de este sistema gamificado, PequeBot pretende fomentar el desarrollo de habilidades esenciales como las matemáticas, la alfabetización, el pensamiento lógico y computacional, también tiene como objetivo facilitar el desarrollo de habilidades sociales, culturales y digitales, ofreciendo una oportunidad de involucrarse con el conocimiento STEAM dentro del entorno del aula. Aparte de, Bee-Bot, existen otros robots educativos disponibles en el mercado. Bee-Bot está diseñado específicamente para alumnos de las etapas de Educación Infantil y Primaria. Este robot en particular ofrece la capacidad de trabajar con secuencias de comandos, como algoritmos y lateralidades, así como conceptos espaciales. El robot en sí es analógico y está equipado con varios botones ubicados en la superficie superior, que permiten a los usuarios programarlo para que se mueva hacia adelante o hacia atrás en incrementos de 15 centímetros, o para que gire hacia la derecha o hacia la izquierda en ángulos de 90 grados. Además, el Bee-Bot cuenta con botones denominados "IR", "BORRAR" y "PAUSA", que permiten respectivamente a los usuarios ejecutar comandos, eliminar comandos ingresados o detener el movimiento del robot.

Ciertamente involucrar a los estudiantes en proyectos STEAM puede resultar muy ventajoso. No obstante, es esencial señalar que estos proyectos no necesariamente mejoran las habilidades de estudio y evaluación de los estudiantes. Por lo tanto, se vuelve imperativo que los docentes se equipen con los conocimientos y habilidades necesarios para introducir de manera efectiva proyectos de robótica educativa y materias STEAM en sus aulas. Esto incluye no sólo incorporar robots al proceso de aprendizaje, sino también alentar a los estudiantes a adoptar y aplicar el método científico en su búsqueda de conocimiento y comprensión. Es fundamental la inclusión de igualdad de oportunidades tanto para mujeres como para hombres, por lo tanto, si el modelo STEAM no se incorpora a la educación, se vuelve imperativo explorar enfoques alternativos que sean genuinos e inclusivos para garantizar una educación que abrace una perspectiva de género y aproveche las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Una vía plausible para lograrlo es mediante la introducción de un modelo STEAM centrado en el género que no solo reconozca los requisitos únicos de los estudiantes sino que también aborde los obstáculos que encuentran al contemplar una carrera en investigación. Por ello, la fase inicial de los proyectos debe implicar examinar en profundidad las necesidades de una institución educativa, con especial atención a las aulas de educación infantil que atienden a alumnos de 5 años. Dado que el aula sigue un enfoque de enseñanza tradicional, se hizo evidente que era imperativo introducir recursos y herramientas innovadores. Por ello, se propuso la inclusión de un robot educativo, Bet-Bot, como medio para cautivar e involucrar a los estudiantes.

Una vez identificadas estas necesidades, el proyecto se diseñó meticulosamente para abarcar la integración de la robótica educativa en el aula. El proceso de recopilación y análisis de datos del análisis de necesidades se lleva a cabo de manera cualitativa, lo que significa que los hallazgos no se pueden generalizar ni utilizar para extraer conclusiones generales. Sin embargo, este enfoque nos permite profundizar más en las complejidades de la clase y obtener una mejor comprensión de los procesos que están teniendo lugar. El objetivo principal de este esfuerzo es garantizar que los estudiantes participen activamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, incorporando la robótica educativa como herramienta complementaria a la robótica convencional. Al hacerlo, los estudiantes se sentirán alentados e inspirados a medida que adquieran conocimientos específicos.

Participar en este proyecto ha ampliado enormemente nuestra comprensión de la robótica y el pensamiento computacional, dotándonos de valiosas habilidades y competencias que sin duda nos beneficiarán en nuestras futuras carreras. También, la experiencia ha sido increíblemente enriquecedora ya que hemos profundizado en el funcionamiento interno de los robots educativos, consiguiendo un conocimiento exhaustivo de sus funcionalidades y las numerosas ventajas que ofrecen. El desarrollo de proyectos ha sido visto no sólo como un desafío, sino también como una oportunidad para nuevas experiencias de aprendizaje, se ha hecho evidente que lo que se enseña en el aula a menudo no se alinea con situaciones del mundo real, y los escenarios que se pueden encontrar en el futuro laboral no siempre son sencillos.

Esto pone de relieve la necesidad de adaptar cada actividad al contexto específico del aula. Como resultado, la metodología propuesta tiene como objetivo abordar estos desafíos y adaptarse a las circunstancias únicas de cada entorno de aprendizaje. Los pedagogos son necesarios en la planificación de todo proyecto, para satisfacer las necesidades específicas del aula. El objetivo principal de cada acción y actividad propuesta debe centrarse en el desarrollo de la robótica, el pensamiento computacional y las materias STEAM, fomentando la utilización de métodos más innovadores y de vanguardia. En cuanto a la progresión de los proyectos, son factibles los obstáculos. Sin embargo, como ocurre con cualquier proyecto, existen ventajas y limitaciones.

Dentro de las ventajas se ha demostrado que la incorporación de la programación al plan de estudios mejora el rendimiento académico, promueve el cultivo de valores positivos a nivel

interpersonal, ayuda a inculcar un sentido de responsabilidad entre los estudiantes mientras participan en diversas actividades. Por lo demás, la utilización de la metodología STEAM y la robótica conduce a un aprendizaje más efectivo al abarcar múltiples áreas de conocimiento. Por último, fomenta el uso adecuado de las nuevas tecnologías, fomentando la competencia digital entre los estudiantes. Por otro lado, existen algunas limitaciones a considerar. En primer lugar, está el costo asociado a la implementación del proyecto, que implica la compra de materiales tecnológicos y la contratación de personal calificado, algunos docentes pueden mostrar resistencia hacia este tipo de proyectos debido a que proponen una nueva metodología de enseñanza-aprendizaje para la que pueden carecer de la formación necesaria.

3.5 Metodologías Didácticas para la aplicación Robótica

Esta metodología pertenece al grupo de enfoques de aprendizaje activo, que rechazan la noción tradicional del conocimiento como algo que posee únicamente el docente. En cambio, el aprendizaje basado en proyectos enfatiza el esfuerzo colaborativo entre estudiantes y profesores, involucrándolos en una serie de actividades que conducen a la síntesis de conocimientos. En este contexto, se requiere que los estudiantes participen en tareas cognitivas de orden superior, como reconocimiento de problemas, análisis, recuperación de información, interpretación de datos y razonamiento lógico para sacar conclusiones. Mientras tanto, los profesores asumen el papel crucial de crear entornos de aprendizaje adecuados que permitan a los estudiantes desarrollar sus proyectos.

Esto implica proponer escenarios de proyecto, guiar la recuperación de información, organizar dinámicas de grupo y monitorear y evaluar continuamente el progreso de los estudiantes a lo largo del proyecto. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) surgió en la década de 1970 como estrategia pedagógica, con la finalidad de direccionar el proceso de aprendizaje a través de la creación y finalización de un proyecto que apunta a lograr una meta específica. El objetivo principal del ABP es movilizar conocimientos y habilidades, así como fomentar la integración de nuevos conocimientos. Lo hace fomentando la motivación y la cooperación entre los estudiantes, animándolos a participar activamente en su propio aprendizaje.

Para completar con éxito un proyecto, se recomienda seguir una serie de cinco etapas distintas. Estas etapas tienen como objetivo proporcionar un enfoque estructurado para el desarrollo del proyecto y garantizar que se tomen todos los pasos necesarios para un resultado exitoso. Al cumplir con estas etapas, los estudiantes pueden planificar, ejecutar y evaluar sus proyectos de manera efectiva, mejorando así su experiencia de aprendizaje y logrando los objetivos deseados.

1. Planteamiento y organización del proyecto: El objetivo de esta fase es que el docente represente una situación relevante vinculada a un tema del curso. Es necesario que el profesor motive al alumno a través de preguntas y reflexiones que le serán de utilidad durante

el proyecto. Continuamente es necesario organizar el grupo en pequeños equipos en los que se delinearán las tareas dentro de estos equipos.

2. Investigación: En esta fase el estudiante determina los fundamentos del tema que quiere trabajar en el proyecto. Por lo tanto, es importante darle a los estudiantes autonomía en la búsqueda de información y al mismo tiempo brindarles retroalimentación y seguimiento para lograr el objetivo de la fase de investigación. En esta etapa es necesario brindar a los estudiantes la oportunidad de realizar un análisis en profundidad de la información recuperada para posteriormente realizar síntesis, en las que puedan utilizar organizadores gráficos.

3. Definición de objetivos y plan de trabajo: El objetivo de cada proyecto es que el estudiante alcance un producto específico. Por ello, es necesario motivar al alumno a construirlo sin perder de vista el objetivo del proyecto. De esta manera, los estudiantes desarrollan una variedad de habilidades y conocimientos a partir de la experiencia.

4. Implementación: Dependiendo del tipo de proyecto, esta fase se puede lograr con el objetivo de que el estudiante movilice sus conocimientos en la implementación del proyecto. En esta fase es necesario realizar un seguimiento puntual del docente y, de ser necesario, solicitar productos intermedios para la finalización de la implementación realizada en las fases anteriores.

5. Socializar el producto y evaluación: En esta fase se presentan los resultados, ya sea en una sesión plenaria, una exposición escolar o una feria de proyectos. Es importante enfatizar las habilidades del lenguaje oral y escrito. Además, el docente debe tener claro los criterios mediante los cuales será evaluado cada proyecto. Finalmente, crear un espacio de reflexión sobre el aprendizaje basado en procesos metacognitivos.

Al integrar la robótica como componente tecnopedagógico, se crea un ambiente en el creativo y motivador en el aula, que promueve el trabajo en equipo y estimula las habilidades lingüísticas. Los estudios realizados por Morán en 2020, muestran la aplicación de la robótica educativa junto con el aprendizaje basado en proyectos, lo que permite a los estudiantes participar activamente en sus propias experiencias de aprendizaje significativas. La investigación realizada por Quiroga y otros autores en 2020 y Fernández en 2019 demuestra específicamente la efectividad de incorporar la robótica educativa en entornos de educación infantil y preescolar. A través de actividades como juegos de mesa y la utilización del robot Bee-Bot, estos estudios han demostrado cómo la robótica educativa puede impactar positivamente en los resultados del aprendizaje.

El trabajo por proyectos en el aula sirve como medio para fomentar enfoques inductivos y constructivistas del aprendizaje. Por tanto, la incorporación de robots como herramientas tecnológicas se alinea directamente con el aprendizaje basado en proyectos. Mediante la utilización de robots se da protagonismo al aprendizaje guiado por descubrimiento, con diversas situaciones didácticas que involucran programación básica, desarrollo de prototipos y

proyectos. A través de estas actividades, los niños pueden interactuar con la robótica de una manera constructiva.

Uno de los beneficios clave de este método pedagógico es su énfasis en el aprendizaje basado en retos (ABR). Para Bruner en 1988, este tipo de aprendizaje es más eficaz cuando los estudiantes participan activamente en el proceso, con los profesores actuando como facilitadores que crean oportunidades para que los estudiantes hagan sus propios descubrimientos, el ABR es un excelente ejemplo de una metodología que promueve el pensamiento inductivo, permitiendo a los estudiantes abordar desafíos de frente y desarrollar habilidades críticas para la resolución de problemas. Este aprendizaje gira en torno a una serie de desafíos que están estrechamente vinculados a un tema o concepto central. Los estudiantes tienen la tarea de superar estos desafíos para lograr un objetivo específico.

Apple en 2011 propuso un marco para el ABR, proporcionando un modelo práctico que incorpora herramientas tecnológicas para facilitar acciones colaborativas entre estudiantes. Al participar en estos esfuerzos colaborativos, los estudiantes no sólo profundizan su comprensión de la materia sino que también adquieren un conjunto integral de habilidades. Este aprendizaje basado en desafíos es una perspectiva educativa que prioriza la participación de los estudiantes sumergiéndolos en situaciones prácticas y auténticas, fomentando así el desarrollo de una amplia gama de competencias. Especialmente en el campo de la robótica, este tipo de aprendizaje demuestra ser una estrategia eficaz, ya que anima a los niños a explorar y utilizar lenguajes de programación de forma natural.

En definitiva, el aprendizaje basado en retos es una representación educativa innovadora que coloca a los estudiantes en el centro de su propia experiencia de aprendizaje. Al sumergirlos en desafíos prácticos y fomentar la resolución colaborativa de problemas, no solo mejora sus conocimientos y habilidades, sino que también inculca un amor por el aprendizaje para toda la vida. El proceso de ABR se puede dividir en dos etapas. En primer lugar, está la etapa de idea general, donde se presenta a los estudiantes un concepto amplio y cautivador. Este concepto sirve como base para los desafíos y actividades posteriores. En segundo lugar, está la etapa de preguntas esenciales, donde los estudiantes generan preguntas que les invitan a la reflexión y que les ayudan a definir sus intereses e identificar las necesidades específicas del contexto dado. Estas preguntas sirven como guía de los recursos y conocimientos que adquirirán los estudiantes para resolver eficazmente los desafíos que enfrentan.

Hay cinco etapas en el aprendizaje basado en retos. La primera etapa implica que los estudiantes exploren la pregunta esencial y el contexto del desafío. Reúnen información y determinan lo que ya saben y lo que aún necesitan aprender. En la segunda etapa, los estudiantes intercambian ideas sobre posibles soluciones y evalúan la viabilidad y eficacia de cada opción. Se anima a los estudiantes a discutir e intercambiar ideas con sus compañeros para obtener diferentes perspectivas y conocimientos. Finalmente, en la tercera etapa, los estudiantes identifican la mejor solución al desafío a partir de su análisis y evaluación. Se les proporcionan preguntas, actividades y recursos que los guían hacia la búsqueda de la solución más adecuada.

La cuarta etapa, implica la implementación y evaluación de la solución. Los estudiantes realmente pondrán en práctica su solución y medirán los resultados. Reflexionarán sobre lo que funcionó y lo que no y determinarán si pudieron resolver el desafío con éxito. Una vez que los estudiantes hayan investigado a fondo las preguntas guía, tendrán una base sólida para identificar soluciones. Luego pueden proceder a crear diagramas, prototipos y delinear los pasos necesarios para llevar a cabo un plan de implementación. Es importante que los estudiantes documenten cuidadosamente su progreso durante esta etapa. La etapa cinco se centra en la publicación de resultados y la reflexión. Utilizando la documentación que han recopilado a lo largo del proceso, los estudiantes pueden crear presentaciones de su producto. Estas presentaciones pueden tomar la forma de videos, diapositivas o diarios, en los que reflexionan sobre cómo llegaron a su solución. La intención de esta etapa es que los estudiantes compartan sus hallazgos con otros estudiantes, así como con la clase o incluso con toda la escuela. En el caso específico del diseño de desafíos de robótica, estas presentaciones pueden implicar mostrar los robots y explicar el proceso de diseño.

El aprendizaje ABR y el aprendizaje basado en problemas (ABP) están estrechamente relacionados debido a su énfasis compartido en involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real. Empero, existen claras diferencias entre los dos enfoques. En el aprendizaje ABR, en lugar de presentarles un problema específico para resolver, a los estudiantes se les presentan problemas abiertos generales y se les capacita para determinar su propio enfoque para abordarlos, por otro lado, el aprendizaje basado en problemas implica ocasionalmente el uso de problemas hipotéticos o ficticios como estímulos de aprendizaje. El ABP es un método de enseñanza-aprendizaje que difiere de los tradicionales.

En lugar de presentar información primero y luego aplicarla para resolver un problema, el ABP presenta el problema primero y luego identifica la información necesaria para resolverlo. Este enfoque fomenta el trabajo colaborativo en grupos pequeños, donde los estudiantes pueden compartir experiencias, practicar habilidades, observar y reflexionar. Al participar en estas actividades, los estudiantes se convierten en participantes activos de su propio proceso de aprendizaje. En esta metodología, el docente desempeña el papel de planificador de estrategias, moderador y motivador de los diferentes equipos. El docente guía a los estudiantes en su viaje de aprendizaje, mientras que los estudiantes son responsables de tener conocimientos previos sobre el tema, participar en el trabajo individual y en equipo, encontrar soluciones y presentarlas a su equipo.

Dentro de este marco se anima a los estudiantes a reflexionar sobre el aprendizaje que han logrado. Cuando se trata de problemas relacionados con la robótica educativa, se puede utilizar el modelo propuesto por Polya y Zugazagoitia. Este modelo sugiere una serie de pasos para resolver un problema, incluyendo comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y examinar la solución obtenida. En el contexto de la robótica educativa, estas tareas permiten dividir el problema en partes manejables, alineándose con los principios de la enseñanza de las matemáticas. En general, el aprendizaje basado en problemas ofrece un

enfoque educativo dinámico y atractivo, que promueve el pensamiento crítico, la colaboración y la participación activa de los estudiantes. Al presentar los problemas como punto de partida del proceso de aprendizaje, el ABP anima a los estudiantes a apropiarse de su aprendizaje y a desarrollar habilidades valiosas que pueden aplicarse en situaciones del mundo real. El núcleo del ABP reside en la formulación del problema mismo.

El problema debe ser lo suficientemente interesante como para captar el interés del estudiante y fomentar un compromiso continuo con el aprendizaje significativo. Además, el problema debe impulsar a los estudiantes a tomar decisiones y justificarlas de forma colaborativa dentro de su grupo de trabajo. Otra metodología didáctica es la 4C, que es una forma para que los niños aprendan mientras juegan con robots LEGO®. Les ayuda a organizar lo que aprenden y a encontrar soluciones a los problemas. Primero, se conectan con el problema y descubren cómo resolverlo, luego, construyen diferentes modelos para probar sus ideas. Después de eso, miran lo que hicieron y lo comparan con otros equipos. También piensan en cómo pueden mejorarlo. Finalmente, continúan explorando y proponiendo nuevas ideas y creaciones.

La metodología Lego 4C y la robótica educativa van de la mano a la hora de fomentar el aprendizaje y el desarrollo en los niños. La metodología 4C, que significa Conectar, Construir, Contemplar y Continuar, proporciona un enfoque estructurado para la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Esta metodología anima a los estudiantes a conectarse con el problema en cuestión, construir sus propias soluciones utilizando bloques de Lego, contemplar los resultados y la eficacia de sus creaciones y continuar iterando y mejorando sus diseños. Además, el uso de la robótica educativa con la metodología Lego 4C promueve el aprendizaje colaborativo.

Los estudiantes pueden trabajar en equipos para diseñar, programar y probar sus robots, fomentando las habilidades de comunicación, cooperación y trabajo en equipo. Este entorno colaborativo también fomenta el aprendizaje entre pares, ya que los estudiantes pueden aprender de los enfoques de sus compañeros de equipo y compartir sus propios conocimientos y descubrimientos. Al utilizar robots Lego, los estudiantes pueden conectarse con problemas y desafíos del mundo real, construyendo sus propias soluciones utilizando las capacidades del robot. Este proceso fomenta la creatividad y la innovación, ya que los estudiantes tienen la libertad de diseñar y programar sus robots según sus propias ideas y estrategias.

En general, la integración de la metodología Lego 4C y la robótica educativa ofrecen una forma atractiva y eficaz de mejorar el aprendizaje y el desarrollo de los niños. Al combinar la construcción práctica con la programación y la resolución de problemas, los estudiantes pueden desarrollar habilidades esenciales como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la perseverancia. A medida que el campo de la robótica siga avanzando, este enfoque desempeñará un papel cada vez más importante en la preparación de los estudiantes para los desafíos y oportunidades del futuro. Además, la robótica educativa proporciona una plataforma para la contemplación y la reflexión.

Los estudiantes pueden observar y analizar los resultados de las acciones de su robot, considerando la efectividad de sus enfoques de programación y resolución de problemas. Esta reflexión permite una comprensión más profunda y la oportunidad de realizar mejoras y ajustes para futuras iteraciones. Cuando se combina con la robótica educativa, la metodología Lego 4C se vuelve aún más poderosa. La robótica educativa implica el uso de robots programables, a menudo hechos de Lego, para involucrar a los estudiantes en experiencias de aprendizaje práctico. Estos robots se pueden programar para realizar tareas específicas, lo que permite a los estudiantes aplicar la metodología 4C de forma tangible e interactiva.

3.6 La Gamificación como Robótica Educativa

Existen varias definiciones de gamificación, pero una proporcionada por Hamari y Koivisto en 2013 destaca su objetivo de influir positivamente en el comportamiento de los participantes, independientemente de otros objetivos subyacentes como el disfrute. Los estudios empíricos han reconocido el impacto positivo de la gamificación en la interacción profesor-alumno, ya que el apoyo del profesor es primordial en el bienestar y el aprendizaje de los estudiantes. Los principales fundamentos de la Gamificación, giran en torno a tres aspectos: dinámica, mecánica y componentes. Al incorporar estos elementos, los educadores pueden crear una experiencia de aprendizaje más inmersiva y efectiva para sus estudiantes.

La gamificación en el aula es una técnica de enseñanza que consiste en incorporar elementos y actividades para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades. El concepto de dinámica se refiere a la estructura subyacente del juego, mientras que la mecánica se refiere a los diversos procesos que impulsan la progresión del juego. Por otro lado, los componentes abarcan los elementos específicos que materializan las dinámicas y mecánicas, como avatares, insignias, sistemas de puntos, rankings, niveles y equipos, entre otros. Estos componentes sirven como representaciones tangibles dentro del juego, mejorando la experiencia general y proporcionando un medio de interacción y logro para los jugadores.

El concepto de gamificación surge de la idea de que los juegos son naturalmente atractivos y motivadores, fomentando un sentido de colaboración y acuerdo entre los estudiantes y su trabajo. Crear un ambiente de aprendizaje agradable y estimulante supone un desafío, pero se puede lograr mediante la implementación de estrategias. Una combinación particularmente atractiva y significativa es la integración de la robótica educativa con actividades de gamificación. Hay dos momentos clave a la hora de la realización de una clase gamificada: la fase de planificación antes de la clase y la de implementación durante la clase. En la fase de planificación, la atención se centra en identificar los objetivos de aprendizaje en función del contenido educativo.

Esto implica considerar cuidadosamente lo que se debe enseñar y cómo se puede integrar de manera efectiva en un formato de juego. El segundo paso es la fase de diseño, donde se crean las condiciones y situaciones que permitan al niño navegar y superar el juego con éxito. Foncorta y Rodríguez en el 2014 destacaron la importancia del diseño en relación a la selección

de los elementos de juego adecuados. Esto requiere aplicar criterios pedagógicos que aseguren el valor educativo, así como analizar la funcionalidad y usabilidad de los recursos que se utilizarán. Ambos pasos son necesarios para crear una clase gamificada que sea atractiva, educativa y efectiva.

La gamificación en el aula es una estrategia de enseñanza que implica el uso de juegos para crear experiencias prácticas de aprendizaje y desarrollar habilidades. Los juegos siempre han sido inherentemente motivadores, ya que implican un sentido de acuerdo y colaboración entre los participantes sin embargo, crear un entorno de aprendizaje agradable y motivador puede ser un desafío, y es ahí donde entran en juego las estrategias. Combinar robótica educativa con actividades de gamificación crea una combinación atractiva y significativa. Una definición de gamificación, proporcionada por Hamari y Koivisto en el 2013, destaca el objetivo de influir positivamente en el comportamiento de los participantes, independientemente de otros objetivos subyacentes como el disfrute.

Los estudios empíricos han demostrado que la gamificación tiene un impacto positivo en la interacción entre profesores y estudiantes, ya que el apoyo de los profesores es crucial para el bienestar y el aprendizaje, los fundamentos de la gamificación se pueden categorizar en tres componentes principales: dinámica, mecánica y componentes. Durante la clase, se deben considerar varias actividades para maximizar la efectividad de la experiencia de aprendizaje gamificada. En primer lugar, es fundamental proporcionar a los estudiantes una comprensión contextual de la dinámica del juego, los objetivos de aprendizaje y los contenidos específicos que se tratarán. Esta actividad también sirve como oportunidad para formar equipos y definir los jugadores dentro de cada equipo.

A continuación, se deben establecer las reglas del juego y los plazos necesarios para garantizar una jugabilidad fluida y organizada. Es crucial contar con una estructura clara para mantener el enfoque y el compromiso entre los participantes. Una vez que el juego está en marcha, es importante evaluar si se está siguiendo el sistema de juego y si se están logrando los resultados de aprendizaje deseados. Esto se puede hacer monitoreando el progreso de cada equipo y asegurándose de que los desafíos y recompensas dentro del juego estén alineados con los objetivos de aprendizaje esperados. Finalmente, retroalimentar las acciones de cada equipo y compartir los resultados obtenidos no sólo refuerza la experiencia de aprendizaje sino que también permite la reflexión y la mejora.

Esta retroalimentación puede servir como una herramienta valiosa tanto para los estudiantes como para el instructor, permitiéndoles identificar áreas de fortaleza y áreas que pueden requerir mayor atención. Hay dos momentos cruciales en la implementación de una clase gamificada, que ocurren tanto antes como durante la clase. El paso inicial implica planificar el juego identificando los objetivos de aprendizaje específicos que se alinean con el contenido educativo. Esto garantiza que el juego sirva como una herramienta eficaz para impartir conocimientos y habilidades a los estudiantes. Además, el diseño de las condiciones y situaciones del juego es de suma importancia.

El proceso de diseño debe estar guiado por criterios pedagógicos y un análisis de la funcionalidad y usabilidad de los recursos que se utilizarán. En conclusión, la implementación de una clase gamificada implica una planificación y un diseño cuidadosos, así como una consideración cuidadosa de las actividades y mecanismos de retroalimentación durante la clase misma. Al incorporar estos elementos, los educadores pueden crear un entorno de aprendizaje atractivo y eficaz que aproveche el poder de la gamificación para mejorar los resultados del aprendizaje de los estudiantes. Hay varias estrategias que se pueden implementar para mejorar el juego, incluida la incorporación de clasificación de puntuación, la introducción de desafíos de contrarreloj o la creación de tareas centradas en la resolución de acertijos.

Estas estrategias sirven para organizar el mundo del juego y proporcionar a los jugadores reglas y pautas claras a seguir. Una configuración gamificada puede tomar la forma de un juego basado en enigmas o de estilo "búsqueda del tesoro", donde los estudiantes descubren patrones utilizando pistas distribuidas en varias coordenadas. Esto se puede facilitar mediante el uso de un robot y un plano cartesiano, lo que permite a los estudiantes explorar y descubrir. Otro ejemplo es el enfoque propuesto por Serrano-Díaz y otros autores que en 2019, utilizaron la gamificación y la robótica educativa para fomentar el desarrollo de habilidades STEM. En su proyecto integraron contenidos curriculares, herramientas interactivas, radio y robótica en una estrategia gamificada.

3.7 El Aprendizaje Colaborativo y la Robótica Educativa

Los enfoques mencionados anteriormente resaltan las ventajas de participar en el trabajo en grupos pequeños. Estas actividades son muy eficaces para facilitar los esfuerzos de colaboración porque el aprendizaje es inherentemente una experiencia social y dentro de un entorno grupal, los individuos actúan como mediadores. En un grupo, el aprendizaje se lleva a cabo a través de esfuerzos colaborativos destinados a lograr objetivos compartidos, fomentando relaciones recíprocas entre los miembros del equipo y fomentando la exploración y comparación de perspectivas diversas. En esencia, el conocimiento se adquiere a través de un esfuerzo colaborativo para asignar significado fomentando una comprensión colectiva.

En opinión de Vigotsky en 1978, las interacciones sociales son vitales en el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, la formación de conocimientos implica una combinación de acciones individuales y sociales, en la que el alumno construye conocimientos de forma independiente y al mismo tiempo recibe ayuda de otros. En consecuencia, el aprendizaje colaborativo comienza con procesos graduales individuales y grupales. La combinación de estos factores crea una fuerte conexión entre el aprendizaje colaborativo e individual, ya que permite a las personas desarrollar sus conocimientos existentes y al mismo tiempo adquirir nueva información. Este proceso es crucial para fomentar la interdependencia positiva, ya que garantiza que las contribuciones de cada miembro del equipo sean valoradas e interconectadas.

Asimismo, el aprendizaje colaborativo depende en gran medida de las relaciones interpersonales y la organización general dentro del equipo. Académicos como Lucero y López

han identificado cuatro elementos fundamentales que juegan un papel importante en la promoción del aprendizaje colaborativo: interdependencia positiva, interacción, responsabilidad individual y habilidades sociales. Estos componentes funcionan en armonía para establecer un entorno donde las personas no sólo aprenden unos de otros sino que también desarrollan habilidades esenciales que son cruciales para una colaboración exitosa. El campo de la robótica educativa abarca una variedad de metodologías que enfatizan la cooperación, la experiencia práctica y el proceso de descubrimiento.

Académicos como Nevárez en 2016 y Poco en 2018 han reconocido el papel del trabajo colaborativo en la robótica educativa. Estas metodologías emplean diversas estrategias de enseñanza que utilizan robots como herramientas de instrucción. Uno de los beneficios clave del uso de robots en el aula es su capacidad para mejorar la motivación y el interés de los estudiantes. Cuando se combinan con el aprendizaje colaborativo, estas estrategias de enseñanza facilitan experiencias educativas significativas e impactantes. El proceso en el que los estudiantes llevan a cabo negociaciones dentro de un grupo para determinar los roles, turnos y tareas específicos necesarios para completar con éxito una actividad con un robot es realmente fascinante.

Este aspecto del aprendizaje colaborativo sirve como un componente crucial para conectar las diversas metodologías activas empleadas en la robótica educativa. Ya sea participando en proyectos, abordando desafíos, resolviendo problemas o incorporando gamificación, el trabajo colaborativo juega un papel importante al utilizar el robot como herramienta para facilitar diversas oportunidades de aprendizaje. Los proyectos de aprendizaje colaborativo que involucran robótica educativa están ganando atención y popularidad en el campo de la educación. Estos proyectos promueven el trabajo en equipo y la cooperación entre los estudiantes al tiempo que incorporan el uso de la robótica para mejorar su experiencia de aprendizaje.

En conclusión, el aprendizaje colaborativo en proyectos de robótica se basan en varios componentes fundamentales que trabajan juntos para crear una experiencia de aprendizaje estimulante y enriquecedor. Al establecer metas claras, formar equipos diversos, promover una comunicación efectiva, fomentar un ambiente de apoyo e integrar tecnología, los estudiantes están equipados con las habilidades y la mentalidad necesarias para colaborar exitosamente y lograr sus objetivos educativos. Además, proporcionar un entorno de aprendizaje de apoyo es vital para el aprendizaje colaborativo. Los profesores y facilitadores deben crear un espacio seguro donde los estudiantes se sientan cómodos asumiendo riesgos, cometiendo errores y aprendiendo de los fracasos.

Al fomentar una mentalidad de crecimiento, los estudiantes se vuelven más resilientes y desarrollan la voluntad de experimentar y explorar nuevas posibilidades. Este entorno de apoyo también incluye ofrecer comentarios constructivos, reconocer y celebrar los logros individuales y de equipo, y fomentar un sentido de pertenencia y camaradería entre los estudiantes. Al mismo tiempo, la integración de tecnología y herramientas es un componente integral del aprendizaje.

La utilización de kits de robótica, lenguajes de programación y otros recursos tecnológicos permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos de manera práctica. Esta integración no sólo mejora sus habilidades técnicas sino que también los anima a colaborar y resolver problemas juntos.

Igualmente, el uso de la tecnología permite a los estudiantes participar en colaboración remota, conectándose con compañeros de diferentes lugares y culturas, ampliando así sus perspectivas y comprensión de los desafíos globales. Otro componente importante es la formación de equipos diversos y equilibrados. El aprendizaje colaborativo prospera cuando estudiantes con diferentes orígenes, conocimientos y experiencias se unen para abordar problemas complejos. Al formar equipos con una variedad de habilidades, los estudiantes pueden aprender de las fortalezas y debilidades de los demás y desarrollar una comprensión más profunda del tema, los equipos diversos también promueven la inclusión y fomentan un sentido de pertenencia entre los estudiantes, a medida que aprenden a apreciar y respetar las diferentes perspectivas.

La comunicación efectiva es un componente crítico que sustenta el aprendizaje colaborativo exitoso. Se debe alentar a los estudiantes a expresar sus ideas, hacer preguntas y participar en discusiones significativas. Al fomentar canales de comunicación abiertos y respetuosos, los estudiantes pueden articular sus pensamientos, aclarar malentendidos y resolver problemas colectivamente. También, las habilidades de comunicación son esenciales en escenarios del mundo real y, al practicar una comunicación efectiva dentro del proyecto de robótica, los estudiantes están mejor preparados para la colaboración y el trabajo en equipo en el futuro.

Capítulo IV

La Educación STEM/STEAM

El mundo actual vive en una era importante para la humanidad, en la que las persona han llegado a reconocer que transformar la educación es ineludible para abordar los problemas apremiantes que han surgido en épocas anteriores de aparente abundancia. Esta comprensión nos ha llevado a comprender que las demandas de la sociedad y la cultura requieren un enfoque en la solución de problemas urgentes, al mismo tiempo que se promueve un sentido de conciencia social, sostenibilidad y desarrollo global. Como resultado, la necesidad de una formación integral que se alinee con estos principios se ha vuelto más evidente que nunca. El objetivo de este capítulo es documentar enfoques, conceptos, que se esfuerzan por cumplir con los requisitos para el avance y crecimiento de la sociedad contemporánea. Estas contribuciones se basan en una comprensión integral del fenómeno educativo STEM/STEAM.

El proyecto de investigación en educación STEM, titulado “Construcción de Experiencias Teórico-Experimentales para el aprendizaje de ciencias a partir del modelado de

sistemas mecánicos con Arduino”, se realizó con el apoyo de la Fundación Universidad Panamericana (Unipanamericana, Bogotá, Colombia). El objetivo principal del proyecto fue establecer y fortalecer prácticas de aprendizaje alternativas dentro del campo de la educación STEM/STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas/ciencia, tecnología, arte y matemáticas). Este campo ha surgido como un importante catalizador en el ámbito de la transformación educativa, influyendo en diversos pensamientos y procesos.

Estas estrategias se han consolidado firmemente en diferentes áreas y son ampliamente reconocidas por su eficacia. Ofrecen formas innovadoras de involucrar a los estudiantes y mejorar su comprensión y retención de información. Al incorporar estas estrategias en las prácticas educativas, los educadores pueden crear un entorno de aprendizaje más dinámico y atractivo que fomente el pensamiento crítico, la creatividad y las experiencias de aprendizaje significativas. En el siglo pasado, ha habido un énfasis creciente en mejorar los métodos de aprendizaje para hacerlos más significativos, innovadores, creativos y críticos, en lugar de centrarse simplemente en la memorización. Este objetivo ha sido moldeado por varias teorías pedagógicas que sirven como modelos para el alumno ideal, que recuerdan las ideas expuestas por Emilio de Rousseau.

Estas teorías incluyen el concepto de zona de desarrollo próximo de Vigotsky, el énfasis de Ausubel en el aprendizaje significativo, la biología del amor de Maturana y el bioaprendizaje de Gutiérrez. Estas teorías se han desarrollado y perfeccionado aún más a través de las lentes del conductismo, el constructivismo y el cognitivismo, con variaciones en sus nombres a lo largo del tiempo. Sin embargo, a pesar de los fundamentos proporcionados por la teoría pedagógica y educativa, persisten los desafíos para lograr un mejor aprendizaje. Siguen surgiendo preguntas como cómo mejorar los resultados del aprendizaje. Para abordar estos desafíos, es necesario considerar tanto los fundamentos teóricos como las experiencias prácticas que han sido sistemáticamente documentadas y analizadas científicamente. Esta combinación de teoría y práctica ha llevado al desarrollo de diversas estrategias a lo largo de la historia, incluidos enfoques de resolución de problemas, métodos de aprendizaje activo, aprendizaje basado en proyectos e incluso el uso de la gamificación. La creciente variedad de métodos de aprendizaje disponibles ha llevado a algunos participantes del sistema educativo a sentirse confundidos acerca de qué enfoque es el más eficaz. Esto ha despertado el deseo de descubrir la receta perfecta para aprender. Los investigadores han reconocido la importancia de examinar las filosofías educativas para lograr avances en las prácticas de aprendizaje y la educación en su conjunto.

En el mundo actual, se reconoce ampliamente que existe una necesidad apremiante de renovar las estrategias, los enfoques y los conocimientos necesarios para abordar problemas, afrontar situaciones desafiantes y predecir comportamientos. Esta necesidad se ejemplifica en las observaciones realizadas por Storksdieck en 2016, quien destacó la naturaleza cada vez más insostenible de los modelos de negocio de las instituciones educativas. En muchos casos, la financiación proporcionada por el gobierno y las entidades privadas no cumple con los

requisitos. En consecuencia, Storksdieck sugirió que las instituciones educativas deben abordar de manera proactiva y urgente las preocupaciones relacionadas con la calidad de la educación STEM. No hacerlo podría dar lugar a la imposición externa de soluciones potencialmente ineficaces.

La investigación realizada ha llevado a creer que implementar las reformas necesarias no se puede hacer de manera sencilla. Esto se debe a la naturaleza intrincada de los problemas que nos ocupan y a la dinámica siempre cambiante de los sistemas educativos. La tarea de reformar la educación es muy compleja y requiere que vayamos más allá del pensamiento simplista de causa y efecto y de los enfoques lineales. El pensamiento multivariado tampoco es suficiente; en cambio, se debe adoptar una visión holística que considere la dinámica no lineal de los sistemas. Esto implica pensar y actuar de manera transdisciplinaria y lo más importante, reconocer el papel esencial de las experiencias humanas en el proceso.

La educación STEM/STEAM es un excelente ejemplo de un enfoque educativo arraigado en disciplinas científicas y cuyo objetivo es abordar problemas complejos que requieren una perspectiva transdisciplinaria. Va más allá de simplemente combinar múltiples disciplinas o integrarlas entre sí. En cambio, enfatiza la necesidad de ver los problemas y las necesidades a través de una lente holística a fin de remodelar las políticas y estrategias educativas para cultivar las habilidades esenciales que se necesitan en el siglo XXI. Al adoptar un enfoque transdisciplinario, la educación STEM/STEAM busca fomentar una comprensión y un aprecio más profundos por la interconexión de varios campos de estudio, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y colaboración para el éxito en la sociedad en rápida evolución.

La propuesta presentada por Chesky y Wolfmayer en 2015 introduce tres categorías filosóficas, a saber, Axiología, Epistemología y Ontología. Estas categorías proporcionan un marco que nos permite delinear y definir los límites del "entusiasmo" generado por la intención de reformar las políticas educativas o emprender actividades de reestructuración dentro de un entorno de aprendizaje. Además, esta propuesta también abarca la noción de contemplar críticamente enfoques alternativos para abordar la crisis educativa prevaleciente, ya sea en una escala más pequeña dentro de un aula individual o en una escala mayor a nivel social. Al incorporar estas perspectivas filosóficas, los educadores y formuladores de políticas pueden obtener una comprensión más profunda de los principios subyacentes que guían sus decisiones y acciones, fomentando así un enfoque más reflexivo y eficaz de la reforma educativa.

Por el contrario, el fundamento de esta investigación surge de la importancia de examinar las publicaciones en el contexto de la educación STEM. Esto permite una comprensión integral de las intenciones y realidades que rodean lo que muchos consideran el aspecto más fundamental de la educación en los últimos tiempos. Para lograr esto, los investigadores se adhieren a los principios esbozados por Guadarrama en 2009, que abogan por realizar una revisión exhaustiva de las teorías y elementos teóricos existentes, así como recopilar información empírica secundaria o indirecta de diversas fuentes. Se profundiza en el

concepto de tercer nivel, que corresponde a la información empírica o directa que se adquiere a través de un método de comprensión de la realidad. Además, un aspecto importante de este escrito gira en torno al establecimiento de un enfoque hacia una fuente de primer nivel, que sirve como base para varios otros enfoques que contribuyen al desarrollo y mejora de las reformas educativas en el campo de la educación STEM. Para lograr este objetivo se utilizó una posición cualitativa utilizando la metodología del análisis documental. El objetivo fue identificar e integrar diversas dimensiones o subcategorías que surgen de las representaciones filosóficas en términos de valores y conocimientos.

4.1 Consideraciones Teóricas y Filosóficas

El concepto que ha evolucionado a lo largo de la historia de la humanidad sugiere que existen variaciones en las ideologías que tienen implicaciones para diferentes sectores de la sociedad, particularmente en el ámbito de la educación. Como afirmó Guadarrama en 2009, es en el ámbito del pensamiento moderno donde se produce un cambio significativo, que moldea la mentalidad colectiva e influye en los comportamientos. Esta transformación puede ser más pronunciada en determinadas regiones, donde estas nuevas ideas se han arraigado firmemente. En el ámbito de la historia y la filosofía de la ciencia, los momentos de síntesis, a los que Gell-Mann se refiere como acontecimientos congelados, se trataban anteriormente como sucesos ocasionales e inesperados.

Sin embargo, el desarrollo de las ciencias de la complejidad, ha cambiado esta percepción. Maldonado y Gómez sostienen que este cambio de perspectiva presenta una oportunidad para ver la educación como una plataforma renovada para la acción y la reflexión, específicamente dentro del campo de la educación STEM. Guadarrama sostiene que las creencias filosóficas arraigadas en la metafísica están siendo superadas en favor de un enfoque transformador de la actividad científica. Por su parte, la investigación de Maldonado destaca que el pensamiento se produce de dos maneras distintas: a través de rupturas y quiebres, así como a través de síntesis. Es importante señalar que el pensamiento no se produce simplemente por acumulación.

Las rupturas han existido desde la era de la modernidad, a lo largo de la historia, a medida que se ha progresado como especie, la ciencia ha jugado un papel vital en la ampliación del conocimiento y comprensión del mundo. Es importante señalar que la ciencia no sólo se ha centrado en los fenómenos naturales, sino que también ha incursionado en otras áreas, dando lugar al desarrollo de nuevos campos dentro de la cultura humana. No obstante, es esencial reconocer las circunstancias sociales que surgieron durante la primera revolución industrial, donde la tecnología y sus avances tuvieron prioridad sobre las actividades científicas. Esta tendencia continuó hasta el siglo XIX, cuando los avances en Física y Química reavivaron un gran interés por la exploración científica.

Estos avances allanaron el camino para lo que ahora se conoce como la cuarta revolución industrial, caracterizada por el surgimiento de tecnologías nuevas y avanzadas que han

transformado la sociedad. Actualmente, vale la pena señalar que la educación ha adoptado los conocimientos adquiridos en la ciencia y la industria, particularmente en términos de formación de habilidades. Pero, hay personas que sostienen que ciertos aspectos del desarrollo humano se han descuidado en favor de un enfoque más materialista. Esto se puede ver en la distinción que se hace entre habilidades blandas y duras. Por ejemplo, Calvo en 2013 sugiere que la presión para priorizar un sistema socioeconómico específico ha influido en el plan de estudios que se imparte en las escuelas y en las experiencias reales que moldean la vida de las personas.

Es en esta coyuntura que el acrónimo STEM ha ganado un reconocimiento significativo como concepto que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Muchos países, como Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Singapur, China y Japón, ponen mayor énfasis en las políticas relacionadas con la ciencia y la tecnología en comparación con otras áreas de estudio. En contraste, los países latinoamericanos tienden a asignar menos recursos a estos campos. Regularmente no se cuestiona el importante papel de los campos STEM en la investigación y el desarrollo con respecto a los empleos futuros y la mejora de los puntajes de clasificación global, así como en las reformas educativas.

Gracias a la colaboración interdisciplinaria basada en STEM y otras disciplinas, es posible encontrarse con referencias de tipo STEM+A, STEAM + H, donde se consideran las Artes (agregando una A) y de las humanidades (agregando H). De ahí, se deduce una intención común para todas las tendencias, que es abarcar un interés particular en el trabajo interdisciplinario o transdisciplinario. Sin importar las propuestas educativas muchos países diseñan políticas para aumentar el número de estudiantes universitarios, así como estudiantes graduados en campos STEM y para conectar la investigación universitaria con la industria de manera que se pueda crear una base para los mercados laborales futuros.

Este sería un rasgo general de la intención de una reforma educativa que contribuya a desarrollos sustentables. Con relación a lo anterior, los investigadores Hawkins, Yamada, Yamada y Jacob en 2018, propusieron una perspectiva de posibilidades en torno a las experiencias mundiales sobre educación STEM. Por un lado, el caso japonés que planteó una reestructuración de la educación en humanidades y ciencias sociales y su relación con las áreas STEM, como prioridad en la política educativa nacional. Por otro lado, mencionan, cómo la evolución y la dinámica compleja de la globalización y la economía basada en el conocimiento, impactan las políticas STEM, y la necesidad de competencias más globales.

Es decir, se propone una perspectiva para ciudadanos globales y no personas localizadas en una comunidad específica, con problemáticas específicas, dado que se abordan estrategias de resolución. La Educación STEM demuestra diferentes posibilidades en otros contextos, desde las escuelas iniciales hasta las universidades, abriendo campos de interés y examinando diferentes perspectivas. Teniendo en cuenta la coyuntura histórica de evaluación de las instituciones de educación, la evolución de los enfoques educativos también ha servido para establecer resultados y criterios dinámicos, que de alguna forma muestran los rezagos y adelantos en términos de reformas y transformaciones educativas.

Igualmente de los puntos mencionados anteriormente, vale la pena señalar que existen perspectivas críticas sobre el optimismo con respecto a la educación STEM. Estas perspectivas se centran en las desigualdades que se derivan de las políticas, enfoques y prácticas STEM en varios niveles, incluidos los político individual, institucional y nacional. Asimismo, la importancia de integrar la educación STEM con las ciencias sociales y las humanidades es cada vez más evidente, especialmente en países asiáticos como Corea y Japón, como destacan Hawkins, Yamada, y Jacob en su estudio de 2018. La educación se considera el aspecto más importante de cualquier civilización, especialmente en el mundo actual, donde existen numerosos desafíos que amenazan el futuro de la humanidad, como las cuestiones ambientales.

En lugar de volver a los valores tradicionales sostenidos por las sociedades antiguas, la educación debería esforzarse por ser una herramienta poderosa para fomentar la paz y la armonía entre individuos y naciones. La educación STEM desempeña un papel importante en el logro de este objetivo al reconocer que la ciencia históricamente ha satisfecho nuestra curiosidad sobre el mundo natural y ahora se extiende para abarcar aspectos sociales, económicos y políticos, proporcionando la base para nuevas ingenierías y tecnologías. Para profundizar en la filosofía de la educación STEM, Dori, Mevarech y Baker en 2018, así como Chesky y Wolfmayer en 2015, proponen un método de análisis filosófico, para mejorar la claridad y la distinción.

En su estudio, Chesky y Wolfmayer en 2015 sostienen que el marco filosófico para la educación STEM está respaldado por la necesidad de mejorar la investigación en políticas educativas. Esto es necesario para comprender los mensajes abiertos y encubiertos incluidos en los documentos educativos. Los autores enfatizan la importancia de realizar un metanálisis debido a la naturaleza intrincada de los temas en cuestión y la posibilidad de que las propuestas estén llenas de retórica vacía. Esta retórica vacía no sólo obstaculiza la creatividad educativa sino que tampoco proporciona contenidos sustanciales y prácticos. Desde una perspectiva que tenga en cuenta el panorama actual de las publicaciones, realizar un análisis se considera una contribución significativa a los esfuerzos colectivos de las personas dedicadas a explorar las diversas vías de investigación en educación STEM.

En esta sección se pretende subrayar la naturaleza intrincada de la educación STEM, reconociéndola como un concepto dinámico e innovador que permite la recopilación, integración y coordinación de investigaciones, trabajos y tareas dentro del ámbito de la educación científica. Este concepto va más allá de las fronteras geográficas, los modelos establecidos y las teorías convencionales, con el objetivo final de formar ciudadanos preparados para las demandas del siglo XXI. Sin embargo, en el centro de la educación STEM está la intención de fusionar una o más de las cuatro disciplinas principales (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en un aula, unidad o lección que enfatice las interconexiones entre las materias y los desafíos del mundo real.

Los impactos en diversos aspectos de la educación, incluidos los contenidos enseñados y los métodos utilizados en el aula u otros entornos de aprendizaje, están directamente

relacionados con el grado de flexibilidad en el trabajo interdisciplinario. Esto significa que el nivel de adaptabilidad e integración entre diferentes disciplinas sirve como fuerza impulsora para avances y mejoras educativas. En un estudio realizado por Wong, Dillon y King en 2016 sobre el estado de la educación STEM/STEAM en Inglaterra, presentan dos elementos cruciales que deben considerarse al discutir el potencial de estos enfoques educativos para la innovación. En primer lugar, resaltan la confusión en torno a los orígenes y la verdadera esencia de la educación STEM/STEAM. Muchas personas no están seguras del significado exacto y el propósito de estos términos, lo que dificulta su implementación efectiva en entornos educativos. En segundo lugar, los autores abordan la percepción dicotómica de quienes cuestionan los beneficios de la educación STEM/STEAM, dudando de su compatibilidad con los objetivos de un sistema educativo más inclusivo y participativo.

Este punto de vista contradictorio plantea un desafío que debe investigarse a fondo para establecer la educación STEM/STEAM como una agenda coherente y con base científica que se alinee con las políticas educativas de los países. Un hecho plausible que se puede afirmar es la necesidad apremiante de que la investigación dé prioridad a la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), ya que es esencial dotar tanto a estudiantes como a profesores de las habilidades necesarias que les permitan prosperar en un futuro en constante evolución. Este punto de vista es apoyado por King e English en 2016, quienes enfatizan la importancia de dicha investigación. También, es esencial que las políticas educativas adopten una perspectiva holístico que abarque diversas perspectivas, objetivos y acciones, todas ellas encaminadas a promover el éxito educativo.

Las referencias a la educación STEM utilizan códigos para referirse a las categorías filosóficas que se han discutido ampliamente en declaraciones anteriores. La primera categoría se relaciona con la efectividad de la educación, que a menudo se utiliza para resaltar prácticas exitosas y se considera uno de los propósitos principales de las publicaciones. La segunda categoría aborda las necesidades de la educación en contextos competitivos y modernos, enfatizando los desafíos que enfrentan la sociedad y la importancia de dominar los conceptos y principios de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Por último, muchas publicaciones emplean un enfoque comparativo, contrastando los resultados de la educación STEM con aquellos que no la utilizan.

Existen estudios que examinan los cambios que ocurren antes y después de la implementación de estrategias mediadas en los itinerarios educativos STEM. También, es imperativo descubrir estrategias efectivas que integren los cuatro campos de estudio (STEM) de manera que mejoren los logros de los estudiantes. Un enfoque sugerido para lograr esto es incorporar actividades de ingeniería dentro de entornos auténticos que proporcionen una aplicación práctica de conceptos matemáticos, científicos y tecnológicos. Según este enfoque, los estudiantes, como futuros miembros de la sociedad, deben afrontar nuevos desafíos e idear soluciones innovadoras. Por el contrario, un estudio de investigación realizado por Smith, Vinson, Smith, Lewin y Stetzer en 2014, sostiene que no es factible clasificar a los docentes

entre aquellos que se adhieren únicamente a métodos educativos tradicionales y aquellos que utilizan enfoques de enseñanza altamente interactivos.

Según los investigadores, un análisis exhaustivo debería abarcar una gama de características continuas, que abarquen de un extremo al otro del espectro, sin asignar superioridad a ninguno de los enfoques. Este continuo de características tiene como objetivo apoyar el desarrollo de planes de crecimiento profesional para docentes. En esencia, adoptar una perspectiva STEM/STEAM en la educación no garantiza el éxito, pero sí fomenta la reflexión crítica desde diversas perspectivas de resolución de problemas, lo que en última instancia mejora la experiencia de aprendizaje. Para brindar una visión integral, es importante destacar la creación de documentos estructurados conocidos como Resumen Analítico Estructurado (RAE). Estos documentos fueron sometidos a un análisis cualitativo utilizando el software avanzado Atlas TI. Este análisis permitió identificar y conectar categorías y dimensiones filosóficas que se derivaron de la lectura y análisis en profundidad de los textos.

Al emplear este método, se adoptó un enfoque más sistemático y organizado, lo que condujo a una comprensión más profunda del tema.

4.2 Características Filosóficas: Axiología, Epistemología y Ontología

La axiología, que atañe a las necesidades y competencias/habilidades educativas, no ha sufrido transformaciones significativas en el presente siglo y finales del siglo anterior. Sin embargo, hay un cambio notable en la gama de creencias que rodean estas transformaciones. Algunas personas creen firmemente en la necesidad del cambio, mientras que otras sostienen que basta con implementar prácticas pasadas, que se percibían como más éticas y respetuosas. Sin embargo, los escépticos pueden argumentar que estas prácticas pasadas fueron simplemente menos sinceras y menos libres. No obstante, las investigaciones indican que se está dando cada vez más prioridad al componente axiológico en la educación STEM/STEAM.

Los análisis de los referentes consultados en el marco de las categorías Filosóficas: Axiología, Epistemología y Ontología, así como de las dimensiones emergentes, reveló varias características destacables.

Los autores consultados en el campo de la educación STEM/STEAM sugieren que las prácticas educativas deben estar alineadas con las necesidades sociales, locales y globales para cultivar individuos que puedan comprender y hacer contribuciones significativas al contexto global. Esto es particularmente importante en países como Colombia, donde los ciudadanos deberían poder integrar sus perspectivas sociales y culturales con competencias y habilidades científicas y tecnológicas. Al centrarse en el desarrollo específico de conocimientos, conceptos, métodos y prácticas en ciencia, tecnología, matemáticas e ingeniería, los individuos pueden mejorar su comprensión histórica y sus habilidades de pensamiento crítico, permitiéndoles abordar y resolver los complejos problemas del mundo moderno.

Lo que resulta intrigante es el enfoque dinámico y entusiasta para impactar diferentes contextos con el fin de mejorar el aprendizaje y abordar los problemas. Este enfoque también

pretende arrojar luz sobre prácticas educativas prometedoras, enfatizando que estas prácticas no deben ser vistas como soluciones definitivas o pautas rígidas para el aula o las políticas educativas. Más bien, representan una consolidación de conocimientos y experiencias basadas en conocimientos históricos y prácticos. Además, fomentan diversos propósitos y objetivos, fomentando procesos impulsados por los ciudadanos que permiten la exploración de soluciones y aspiraciones más allá de las dictadas por quienes ocupan posiciones de poder.

La epistemología, el estudio del conocimiento y cómo se adquiere, está estrechamente entrelazada con el concepto de éxito y comparación en la educación. A lo largo de la historia, el objetivo final de la educación siempre ha sido garantizar que los estudiantes estén a la vanguardia del proceso de aprendizaje. Si bien este objetivo puede no ser innovador ni nuevo, han surgido propuestas recientes que tienen en cuenta las necesidades y aspiraciones en constante evolución del mundo contemporáneo. En el pasado, la educación a menudo brindaba una respuesta restringida y uniforme a la diversa gama de necesidades de los estudiantes. Sin embargo, el enfoque moderno reconoce las cualidades únicas y la individualidad de cada alumno. Reconoce que no existe una solución única para todos y en cambio, busca adaptar la experiencia educativa a los requisitos específicos de cada estudiante.

En síntesis, la epistemología en educación ha evolucionado para reflejar las necesidades y demandas cambiantes del mundo contemporáneo. Ahora prioriza la resolución de problemas en el mundo real, reconoce la individualidad de cada estudiante y fomenta el crecimiento personal y la autoevaluación. Al adoptar estos principios, la educación puede preparar mejor a los estudiantes para el éxito en el panorama complejo y en constante cambio del mundo moderno. Conjuntamente, este enfoque contemporáneo de la educación reconoce la importancia de la comparación a la hora de evaluar el éxito. Si bien la noción tradicional de éxito puede haberse centrado en alcanzar ciertos puntos de referencia predeterminados, la nueva perspectiva alienta a los estudiantes a comparar su progreso y logros con sus propias metas y aspiraciones personales.

El énfasis está en el crecimiento personal y la superación personal en lugar de simplemente alcanzar estándares externos. A diferencia de enfoques anteriores, estas nuevas ideas apuntan a abordar los desafíos y problemas específicos que existen en la sociedad actual en lugar de luchar por un sistema educativo idealizado. Esto significa que la atención ya no se centra únicamente en conceptos teóricos e ideales abstractos, sino más bien en soluciones prácticas que se pueden implementar en el mundo real. Por ejemplo, se reconoce la importancia de dominar las habilidades de presentación y aprobar exámenes como elementos cruciales para el éxito en el entorno competitivo actual.

La necesidad de ampliar el alcance de las reflexiones y de las investigaciones surge de la comparación de diversas experiencias. Esta comparación ayuda a identificar áreas de interés que pueden explorarse y ampliarse más a fondo. Además, existe un deseo creciente de formular nuevos problemas de investigación que vayan más allá de las limitaciones de los métodos y predicciones tradicionales. En cambio, la atención se centra en generar datos valiosos e

implementar técnicas de análisis que puedan manejar grandes volúmenes de información recopilada sistemáticamente. Este cambio es posible gracias a los avances en las ciencias computacionales. En consecuencia, los estudios de investigación ya no se limitan a pequeñas muestras estadísticas que a menudo eran objeto de críticas.

Dentro de este orden de ideas la ontología examina el concepto de dependencia e independencia ontológica. Investiga cómo las entidades o categorías pueden ser dependientes o independientes entre sí. Por ejemplo, la existencia de una silla puede depender de la existencia de sus partes constituyentes, como las patas y el asiento. La ontología también explora la naturaleza de la causalidad y cómo los eventos o entidades pueden relacionarse causalmente entre sí. En general, la ontología proporciona un marco para comprender los conceptos y principios fundamentales que subyacen a la comprensión de la existencia y la realidad. Es un campo multidisciplinario que se basa en la filosofía, la lógica, la lingüística, la informática y diversas disciplinas científicas para explorar y analizar la naturaleza del ser y las estructuras que gobiernan la comprensión del mundo.

A través de su examen riguroso de conceptos y principios, la ontología busca descubrir las verdades y principios subyacentes que gobiernan nuestra comprensión del mundo y dan forma al conocimiento y creencias. Otro principio importante en ontología es el principio de realismo. El realismo postula que el mundo existe independientemente de las percepciones y pensamientos sobre él. Sostiene que existe una realidad independiente de la mente que puede estudiarse y comprenderse objetivamente, y que el conocimiento sobre el mundo está moldeado por esta realidad externa. La ontología también considera la naturaleza de los universales y los particulares. Los universales se refieren a conceptos generales o abstractos que pueden instanciarse en múltiples individuos u objetos, como el concepto de "rojez" o "belleza".

Los particulares, por otro lado, se refieren a instancias específicas o individuos que poseen ciertas propiedades o características. La ontología explora la relación entre universales y particulares, y cómo contribuyen a la comprensión del mundo. La ontología es un campo de estudio que se ocupa de los conceptos, principios y teorías que definen la naturaleza de la existencia y la realidad. Explora las preguntas fundamentales sobre lo que existe, cómo se relacionan las cosas y cómo se pueden categorizar y comprender. En esencia, la ontología busca proporcionar un marco sistemático para comprender la estructura y organización del conocimiento y el mundo que nos rodea. Los conceptos y principios dentro de la ontología abarcan una amplia gama de temas y perspectivas.

Profundiza en conceptos fundamentales como ser, existencia, identidad, sustancia, cambio y causalidad. También explora varias categorías ontológicas, como individuos, propiedades, relaciones, eventos y objetos abstractos, y examina sus interconexiones e interacciones. Uno de los principios clave de la ontología es la idea de compromiso ontológico. Este principio afirma que cuando hacemos afirmaciones o declaraciones sobre el mundo, implícitamente nos comprometemos con la existencia de ciertas entidades o categorías. Por

ejemplo, cuando se dice "hay manzanas en la canasta", se asume la existencia tanto de la canasta como de las manzanas como entidades distintas.

Contrariamente a la creencia popular, el conocimiento no está perdiendo importancia. Por el contrario, está evolucionando para tener una aplicación más técnica y científica, lo que requiere una comprensión más profunda y duradera. La diferencia clave radica en el hecho de que el conocimiento ya no se memoriza y regurgita simplemente, ni se resuelven problemas superficiales. En cambio, ahora el conocimiento se utiliza en contextos específicos para dar forma al pensamiento analítico, crítico y complejo. Aquí es donde entra en juego el concepto de pensamiento computacional, ya que es necesario que el pensamiento contemporáneo supere los desafíos y abrace plenamente el alejamiento de los paradigmas mecanicistas obsoletos. La ciencia sirve como modelo ilustrativo que refleja el proceso de cambio, abarcando análisis, evaluación y una variedad de perspectivas. Destaca el surgimiento de diversas estructuras y paradigmas, que la humanidad actualmente se esfuerza por reconocer y superar. Esta disciplina multifacética, que consiste en conocimientos interconectados, nos otorga la ventaja única de ser conscientes de las circunstancias existentes. Sin embargo, junto con esta conciencia, existe un imperativo inherente de abordar desafíos que antes no se consideraban críticos, como el cambio climático y la superpoblación.

La educación STEM ahora se promueve como una solución viable a la búsqueda constante de una educación eficaz en los últimos años. Es ampliamente reconocido que existe la necesidad de un enfoque integral para la resolución de problemas, ya que los desafíos sociales se han vuelto cada vez más complejos y multifacéticos en el ámbito del avance científico. Este punto destacado enfatiza el importante papel que desempeñan las experiencias educativas STEM/STEAM al abordar la crisis educativa global a través de enfoques transdisciplinarios y emergentes. Si bien ha habido casos encomiables en el pasado, a menudo ha habido una desconexión entre las políticas educativas, las metodologías de aula y la investigación sobre cuestiones educativas.

Estos temas fueron frecuentemente pasados por alto y dejados a la competencia de especialistas e investigadores, lo que resultó en una estructura jerárquica que prioriza la importancia de las políticas educativas sobre las experiencias en el aula, a pesar de sus distintos objetivos. Sin embargo, en la actualidad, la educación STEM/STEAM se considera una opción viable para mejorar y enriquecer los niveles educativos al ofrecer una perspectiva transformadora. Este enfoque está ganando apoyo a través de varias publicaciones, lo que lleva a un crecimiento significativo de las comunidades académicas, regionales y globales dedicadas a las transformaciones educativas. Por lo tanto, para las personas interesadas en seguir una carrera en gamificación, resolución de problemas, inclusión y más, la educación STEM/STEAM ofrece amplias oportunidades. Sirve como componente epistemológico en el marco de las categorías exploradas en esta investigación.

Sin embargo, al considerar las diversas formas en que se aborda la educación, se pueden ver las consecuencias de estas perspectivas en el desarrollo de políticas y estrategias educativas.

Estas políticas y estrategias incorporan valores y conocimientos y reconocen la complejidad de la educación como un sistema dinámico e interconectado. En lugar de ver la educación como un proceso lineal y mecanicista, se la entiende como un esfuerzo transdisciplinario impulsado por la investigación más que por la jerarquía. Este entendimiento nos lleva a creer que nuestros estudiantes se beneficiarán al participar en experiencias del mundo real y entornos de aprendizaje, lo que mejorará su crecimiento y aprendizaje personal. Es importante señalar que la educación STEM/STEAM no es inmune a la adopción de un lenguaje demasiado optimista y comercial.

Es crucial reconocer que STEM/STEAM es un discurso complejo y continuo, en constante evolución y que requiere un enfoque dinámico que enfatice la innovación y la creatividad. En lugar de ser un concepto estático definido por su estado actual, STEM/STEAM está moldeado por la pregunta de qué puede llegar a ser y está influenciado por experiencias y examinado a través de varias perspectivas, como los valores, el conocimiento y la existencia. En una época en la que discutimos paradigmas emergentes, sistemas intrincados y problemas desafiantes, la educación debe sufrir una transformación a través de la investigación científica. Esta transformación es necesaria para ampliar nuestra comprensión de cómo la interconexión de la naturaleza nos permite absorber nueva información y traducirla en conocimiento significativo e innovador que sea a la vez creativo y crítico. En este contexto, la metacognición es un área de interés que tiene un gran potencial para la educación en su conjunto, y particularmente en el ámbito de la educación STEM.

4.3 Educación y Cultura STEM/STEAM

Como se ha dicho en secciones anteriores, el concepto de enfoque STEM se originó en los Estados Unidos durante la década de 1960 y significa Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. Sin embargo, también existe una variación conocida como enfoque STEAM, que incluye la adición de la letra A para representar Artes y Humanidades. Esta adición tiene como objetivo enfatizar el importante papel que desempeñan estas disciplinas en el fomento de un pensamiento más complejo e integral. Es fundamental señalar que, aunque el acrónimo STEM no menciona explícitamente las artes y las humanidades, sus principios subyacentes promueven el pensamiento integrador al reconocer la interconexión de los individuos y su entorno. Este reconocimiento es lo que simboliza la letra A en este contexto.

Sin embargo, se ha introducido el acrónimo STEAM para enfatizar y resaltar aún más la importancia de esta conexión, haciéndola aún más imperativa, inicialmente se formuló como STEM, con el objetivo primordial de fortalecer y orientar el sistema educativo hacia el logro de la superioridad científica y tecnológica. Curiosamente, el surgimiento de STEM no fue un hecho orgánico, sino más bien una estrategia deliberada implementada por el gobierno estadounidense para establecer y mantener su dominio en los campos de la ciencia y la tecnología, específicamente en comparación con la Unión Soviética. Este evento tuvo lugar en medio de la intensa carrera armamentista entre Estados Unidos y la Unión Soviética después de la Segunda Guerra Mundial, un período marcado por intensas tensiones y competencia.

Se cree ampliamente que el momento crucial que condujo a este importante acontecimiento fue el histórico lanzamiento del satélite ruso Sputnik, que conmocionó a la comunidad mundial e impulsó a Estados Unidos a tomar medidas rápidas. Posteriormente, reconociendo la necesidad de un enfoque más holístico e inclusivo de la educación, la incorporación de las Artes y las Humanidades se convirtió en parte integral de este proceso transformador. Esta incorporación se basó en los principios conceptuales y cognitivos propuestos, que tenían como objetivo ampliar el panorama educativo y brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más integral y diversificado. El enfoque propuesto, basado en los principios de la educación STEM, rechaza la idea de conocimiento compartimentado y, en cambio, enfatiza el desarrollo de comprensiones holísticas. Introduce nuevas formas de pensar, resolver problemas y expresar emociones, otorgando igual importancia a los aspectos "por qué", "cómo" y "qué" del aprendizaje.

Al incorporar sensibilidad, creatividad y pensamiento estratégico, el enfoque STEM/STEAM tiene como objetivo mejorar el pensamiento crítico y las habilidades de aplicación práctica, que a menudo se descuidan en los sistemas educativos tradicionales. Estos cambios son necesarios porque el sistema existente se centra en la enseñanza de materias específicas y la transmisión unidireccional de información, creando una estructura jerárquica que prioriza las materias "duras" y subestima las actividades artísticas y deportivas. Existen múltiples puntos de vista cuando se trata de organizar la educación STEM/STEAM, que se considera una forma de educación interconectada que fomenta el pensamiento complejo y holístico.

Incorporar el proceso de diseño con la ingeniería es otra característica notable de la educación STEM/STEAM. Al fomentar una cultura de cuestionamiento e innovación, impregna toda la escuela y alienta a los estudiantes a ser competentes en sus conocimientos, en lugar de simplemente esforzarse por obtener puntajes en los exámenes. La evaluación de los estudiantes pasa de centrarse en el conocimiento a centrarse en el desempeño, lo que refleja la naturaleza de este enfoque centrada en el estudiante. La educación STEM/STEAM también prepara a los estudiantes para manejar tanto preguntas espontáneas como investigaciones planificadas. Promueve un enfoque en la invención y la innovación, capacitando a los estudiantes para pensar de manera crítica y creativa.

En general, estos aspectos contribuyen a la naturaleza integral y dinámica de la educación STEM/STEAM. En el análisis de Botero en 2018 identifica varios aspectos claves que diferencian la educación STEM/STEAM de otras propuestas de transformación educativa. Si bien el acrónimo STEM tradicionalmente se refiere a la integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, este documento amplía el concepto para incluir también las artes y las humanidades, reconociendo la importancia de su integración. Este enfoque inclusivo se alinea con el término acuñado por la Organización de Estados Americanos (OEA), en 2017, que busca conciliar ambas perspectivas. Una de las características distintivas de la educación STEM/STEAM es su enfoque en los problemas globales que los ciudadanos deben comprender.

Al presentar a los estudiantes estos problemas del mundo real, se cambia su percepción del medio ambiente y los problemas relacionados. Además, reconoce las habilidades necesarias para la participación activa en una sociedad altamente tecnológica. Además, enfatiza la inclusión de la ingeniería en la educación científica y promueve la enseñanza de las ciencias y las matemáticas a través del diseño. La educación STEM/STEAM también aporta una nueva perspectiva a la instrucción en estas áreas al enfatizar el concepto de integración en su conjunto. Da significado y relevancia a lo que los estudiantes aprenden, ayudándolos a familiarizarse más con contenidos específicos, prioriza la instrucción STEM/STEAM para todos los estudiantes, incluidos aquellos con diferentes estilos de aprendizaje, y reconoce su importancia tanto para los estudiantes como para los maestros.

La implementación exitosa de nuevos enfoques educativos requiere la identificación y progresión a través de varias etapas, como destaca El-Deghaidy en 2017. Estas etapas suelen implicar medidas temporales y reactivas, como reuniones breves y sesiones de capacitación, junto con el establecimiento de indicadores administrativos. El proceso de formación y difusión que implican estos esfuerzos, que abarca tanto tareas informativas como de examen de prácticas y técnicas actuales, muchas veces queda relegado al cumplimiento de estos indicadores. Como resultado, resulta difícil demostrar mejoras sostenibles en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y mucho menos el desarrollo de competencias.

Por lo tanto, resulta imperativo establecer una atmósfera que fomente el examen de posibles iniciativas novedosas, educación y tácticas de avance. Esto sólo se puede lograr mediante la implementación de principios, hábitos y rutinas estables, estructurados y con visión de futuro que involucren activamente a todos y cada uno de los miembros de la comunidad. La Cultura STEAM puede describirse como una instrucción que valora los avances sostenibles en ciencia, arte y tecnología, la misma se basa en la idea de aprendizaje significativo y prioriza el dinamismo para fomentar el pensamiento crítico y flexible, la comunicación y el trabajo colaborativo. Es importante reconocer que la Cultura STEAM es un esfuerzo colectivo que incorpora diversas perspectivas y expectativas, tanto a nivel comunitario local como a escala global.

Esta cultura tiene como objetivo desarrollar una mentalidad que adopte la ciencia y la tecnología como un medio para mejorar la ciudadanía global y promover las competencias necesarias para el éxito en un mundo que avanza rápidamente. Para implementar e integrar efectivamente el enfoque educativo STEAM, es imperativo establecer y fortalecer una cultura que se alinee con sus principios. Esto implica un proceso integral de cultivar y fomentar hábitos, rutinas y actitudes dentro de la comunidad que fusionen perfectamente los principios básicos del enfoque educativo con los valores y normas existentes. Mirándolo desde este punto de vista, resulta esencial dividir el proceso de establecimiento de una Cultura STEAM en varias etapas. Cada etapa requiere de un algoritmo de interacción constructiva, lo que esencialmente significa un proceso de retroalimentación. Este proceso de retroalimentación comienza con la reflexión

individual y avanza hacia la colaboración colectiva para abordar requisitos específicos y generar conocimiento confiable, duradero y replicable mediante la práctica de diversas habilidades.

Botero en el 2018, enlistó los aspectos que hacen de STEM/STEAM una educación diferente de otras propuestas para la transformación educativa. Si bien emplea el acrónimo STEM, dado que responde a la concepción original para la integración curricular, en donde las Artes y Humanidades están presentes en virtud de esta integración, en este documento se usa STEM/STEAM para incluir ambas concepciones y mostrar los criterios de esta investigación como no excluyente; también, para emplear el término acuñado en 2017 por la Organización de los Estados Americanos (OEA) que pretende conciliar ambas perspectivas:

- Cambia la percepción de los problemas medioambientales y asociados.
- Reconocer las habilidades para actuar en una sociedad eminentemente tecnológica.
- Incluye la ingeniería en la enseñanza de las ciencias.
- Se enseñarán las ciencias y las matemáticas a través del diseño.
- Se da un significado nuevo a la instrucción en las áreas STEM/STEAM.
- Trae el concepto de la integración como un todo.
- Le da sentido a lo que los estudiantes aprenden.
- Los estudiantes se familiarizan con un contenido específico de manera más profunda.
- La instrucción en STEM/STEAM es una prioridad para todos los estudiantes, inclusive, con diferentes formas de aprendizaje.
- La instrucción en STEM/STEAM es importante tanto para estudiantes como para profesores.
- Incluye con la ingeniería el proceso de diseño.
- Trae una cultura de estudiantes que se cuestionan las cosas, que innovan, y esto permea a todo el colegio.
- Hace a los estudiantes competentes para las pruebas, de tal manera que es una consecuencia y no una meta a donde se quiere llegar.
- Se evalúa al estudiante, no por cuanto sabe, sino por cómo se desempeña.
- La dinámica es ahora centrada en el estudiante.

- Se está preparado para preguntas espontáneas, así como para investigaciones planificadas.
- Se centra en la invención y en la innovación.

En la implementación de cada nueva dinámica educativa, se requiere la determinación de fases que permitan realizar la transición de un esquema a otro para El-Deghaidy en 2017 generalmente, esto se llevaba a cabo mediante acciones paliativas, reactivas y de corto plazo, tales como reuniones y capacitaciones cortas, así como la creación de indicadores de gestión cuya esencia es en esencia administrativa. El proceso de entrenamiento y difusión que se requiere para estos fines (el cual abarca tanto trabajos informativos como revisión del estado del arte y la técnica de interés) se ve ampliamente relegado ante las exigencias de estos ya descritos indicadores, por lo cual no es posible evidenciar mejoras sustentables en los procesos de enseñanza y aprendizaje, mucho menos en la formación por competencias. Se hace necesario, por fin, 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.

Es por ello que, la Cultura STEAM, puede definirse como una cultura favorecedora de la innovación científica, artística y tecnológica sostenible, basada en el aprendizaje significativo y dinámica como prioridad dentro de la concepción del otro como par, a través del pensamiento crítico-flexible, la comunicación y el trabajo colaborativo. Es válido establecer, por tanto, que la Cultura STEAM es una construcción colectiva que integra perspectivas y expectativas, tanto locales (de la comunidad en específica, así como global) respecto de las competencias para la ciudadanía global, bajo el pretexto del desarrollo de la mentalidad para la ciencia y la tecnología.

En este orden de ideas, la consolidación de una cultura afín con los principios STEAM se hace necesaria para la adopción y adaptación exitosa de este enfoque educativo; generalizando, la adopción y adaptación exitosas de cualquier enfoque o modelo educativo a una comunidad específica, demanda un proceso de preparación de hábitos, rutinas y actitudes, que permita ensamblar los principios del modelo con los de la comunidad de manera armoniosa. Desde esta perspectiva, es necesario descomponer el proceso de consolidación de una Cultura STEAM en diferentes fases, requiriéndose en cada una de ellas, un algoritmo de interacción constructiva para Millán, en 2014, esto es, un proceso retroalimentado y realimentado que parte de la reflexión individual y culmina en la construcción colectiva para la atención a necesidades específicas y la generación de un conocimiento sólido, sostenible y reproducible mediante el ejercicio de competencias.

Como se aprecia en el mismo, el modelo propuesto para el desarrollo y afianzamiento de una Cultura STEAM consta de cuatro etapas, cada una de las cuales permite el fortalecimiento de la conciencia de la comunidad de aprendizaje, favoreciendo una comprensión gradual y proactiva de sus características. La implementación de las etapas parte de la particularidad inmediata y los fundamentos básicos comunitarios, los principios que la hacen

única respecto de otras comunidades aledañas, y se expande a través de acciones y prácticas que intervienen en el entorno de forma inmediata y en el mediano y largo plazo. La consolidación de una cultura STEAM involucra cuatro fases esenciales: crear conciencia, desarrollar infraestructura, integrarse al currículo y sostener y expandir la cultura. Siguiendo estos pasos, las instituciones y organizaciones educativas pueden establecer con éxito un entorno que fomente el aprendizaje interdisciplinario, la creatividad y la innovación, elementos clave para prosperar en un mundo que avanza rápidamente.

Hay cuatro etapas distintas involucradas en el establecimiento y consolidación de una cultura STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas). Estas fases son cruciales para fomentar un entorno donde prosperen el aprendizaje interdisciplinario y la creatividad. Al comprender e implementar estos pasos, las instituciones y organizaciones educativas pueden promover y mantener eficazmente una mentalidad centrada en STEAM entre estudiantes y profesionales. La tercera fase implica la integración de los principios STEAM en el plan de estudios y las prácticas de instrucción. Esto requiere una revisión exhaustiva de los marcos educativos existentes para incorporar enfoques interdisciplinarios.

Los profesores y educadores desempeñan un papel fundamental en el diseño y la impartición de lecciones centradas en STEAM que fomentan el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración. Al integrar STEAM en el plan de estudios, los estudiantes tienen oportunidades para aplicar sus conocimientos y habilidades en diferentes disciplinas, fomentando una comprensión holística de conceptos complejos. La fase final del proceso de consolidación gira en torno a sostener y expandir la cultura STEAM. Esto implica evaluar y adaptar continuamente el plan de estudios, los métodos de instrucción y los recursos para mantenerse al día con las tendencias y tecnologías en evolución. Fomentar el desarrollo profesional continuo de profesores y educadores también es crucial para garantizar que se mantengan actualizados con los últimos avances en los campos STEAM.

Además, fomentar una comunidad solidaria de entusiastas de STEAM a través de eventos de networking, concursos y programas de tutoría puede promover aún más el crecimiento y la sostenibilidad de esta cultura. Una vez que se ha establecido la conciencia, la segunda fase se centra en desarrollar la infraestructura y los recursos necesarios para apoyar una cultura STEAM. Esto incluye invertir en laboratorios, tecnología y equipos de última generación que faciliten experiencias de aprendizaje práctico, asignar fondos para proyectos de investigación y desarrollo, así como establecer asociaciones con líderes de la industria, puede brindar a estudiantes y profesionales acceso a aplicaciones de los principios STEAM en el mundo real. Al crear un entorno de apoyo, se anima a las personas a explorar sus intereses y realizar esfuerzos relacionados con STEAM.

La primera fase del proceso de consolidación implica crear conciencia y comprensión sobre la importancia y los beneficios de una cultura STEAM. Esto se puede lograr a través de diversos medios, como la organización de talleres, seminarios y conferencias que resalten la importancia de integrar estas disciplinas. Conjuntamente, colaborar con expertos de la industria,

educadores y partes interesadas puede ayudar a difundir información sobre el impacto positivo de STEAM en la innovación, la resolución de problemas y las oportunidades profesionales. Al crear conciencia, las personas y las organizaciones pueden sentar las bases para una cultura STEAM sólida.

En la comunión de las habilidades y competencias del siglo XXI y posteriores, que se pretende desarrollar en las comunidades educativas, se establecen los enunciados directores o principios que comprenden una mentalidad basada en el aprendizaje, la cual resume aquellas habilidades, desempeños y actitudes generales que pueden trascender el tiempo, generando experiencias de aprendizaje dinámicas y auténticas. El compendio de estos principios, que comprende aspectos emocionales, comunicativos, cognitivos, colaborativos y de respeto por las acciones del otro, ayuda a establecer de implementación y seguimiento cotidiano, que pueden ser evidenciadas y evaluadas de manera constante por cualquier miembro de la comunidad, facilitando así las acciones de mejoramiento y sostenimiento que se consideran pertinentes.

La idea inicial de este proceso fue vista como una intervención dentro de un sistema, específicamente dentro de la estructura cultural de una comunidad de aprendizaje. Fue reconocida como una forma de innovación social con un fuerte enfoque en la Educación. La etapa final del Design Thinking es la prueba y la iteración, los diseñadores recopilan comentarios sobre sus prototipos y los utilizan para refinar y mejorar sus diseños. Esta etapa es iterativa, lo que significa que los diseñadores pasan por múltiples rondas de prueba y perfeccionamiento hasta tener una solución que satisfaga las necesidades de los usuarios. Una vez completada la etapa de ideación, los diseñadores pasan a la cuarta etapa, que es la creación de prototipos.

En esta etapa, los diseñadores crean representaciones tangibles de sus ideas, ya sea a través de modelos físicos, maquetas o prototipos digitales. Estos prototipos permiten a los diseñadores probar y perfeccionar sus ideas antes de seguir adelante. El concepto de Design Thinking sigue una serie de etapas que guían el proceso creativo de resolución de problemas. Estas etapas proporcionan un marco para que los diseñadores e innovadores aborden los desafíos y generen soluciones innovadoras. Design Thinking es un enfoque centrado en el ser humano que prioriza la empatía, la colaboración y la iteración. La segunda etapa es definir el problema o el desafío. En esta etapa, los diseñadores toman toda la información recopilada durante la etapa de empatía y la sintetizan para formar un planteamiento claro del problema. Este paso es crucial ya que sienta las bases para el resto del proceso de diseño y garantiza que la atención se mantenga en abordar las necesidades reales de los usuarios.

La primera etapa del Design Thinking es empatizar con los usuarios o público objetivo. Esto implica comprender sus necesidades, deseos y desafíos. Los diseñadores se esfuerzan por recopilar información, observar sus comportamientos y realizar entrevistas o encuestas para obtener una comprensión profunda de la perspectiva de los usuarios. La tercera etapa es la ideación, donde los diseñadores generan una amplia gama de ideas y soluciones potenciales. Esta etapa fomenta la lluvia de ideas y anima a los diseñadores a pensar de forma innovadora.

El objetivo es generar tantas ideas como sea posible sin juzgar ni evaluar. En general, Design Thinking es un proceso dinámico y flexible que fomenta la creatividad, la colaboración y la mejora continua. Proporciona un enfoque estructurado para la resolución de problemas, asegurando que los diseñadores permanezcan centrados en las necesidades de los usuarios durante todo el proceso de diseño. Siguiendo estas etapas, los diseñadores pueden crear soluciones innovadoras e impactantes que realmente aborden los desafíos actuales.

4.4 Educación STEM/STEAM en Comunidades de Aprendizaje

La comunidad internacional ha llegado a reconocer la necesidad apremiante de un ecosistema sostenible que garantice el bienestar y el progreso de las generaciones presentes y futuras. Este reconocimiento está en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que engloban diversos objetivos entre los que se encuentra la provisión de una educación de calidad como herramienta fundamental para combatir la pobreza y garantizar un futuro digno para todos, tal y como afirma la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015. Si bien una educación de calidad puede definirse como aquella que dota a las personas de las habilidades necesarias para el siglo XXI, el camino para lograr este objetivo no es un enfoque único para todos.

Está fuertemente influenciado por las características demográficas, sociales, económicas y culturales únicas de cada comunidad de aprendizaje, ya que estos factores crean diversos contextos que dan forma a la manifestación de la competencia de los estudiantes o aprendices, como lo destacó Tobón en 2005. El objetivo de esta investigación es proporcionar una comprensión integral de la importancia de la educación STEM/STEAM en el fomento de comunidades de aprendizaje que priorizan la innovación local con impacto global. Este documento describe el proceso de desarrollo del concepto de Cultura STEAM como un paso crucial hacia la implementación del enfoque STEM/STEAM para fomentar la innovación dentro de una comunidad.

Al comprender a la comunidad y sus necesidades, este enfoque permite la creación de planes, programas y proyectos educativos que aborden los problemas de la comunidad y contribuyan al desarrollo sostenible. Se enfatiza la importancia de considerar el contexto en el diseño curricular y la selección de enfoques, métodos y metodologías para el proceso educativo de la comunidad. Además, se presenta el enfoque STEM/STEAM, resaltando sus objetivos, perspectivas y características, el cual sirve como base para definir la Cultura STEAM y una Mentalidad Enfocada en el Aprendizaje. Estas definiciones proporcionan una hoja de ruta para caracterizar cada comunidad de aprendizaje en función de sus principios rectores, lo que en última instancia conduce al desarrollo de un plan educativo que prioriza el logro de objetivos específicos.

La evolución de la sociedad se ha visto muy influenciada por una nueva comprensión de los individuos y sus roles en la comunidad, así como por los avances en la ciencia y la tecnología. En particular, la era actual se caracteriza por el uso generalizado de las

comunicaciones remotas y el intercambio de información como un recurso valioso para la colaboración y la innovación. Estos acontecimientos han tenido un profundo impacto en diversas organizaciones de la sociedad, incluidas las instituciones educativas. Las estructuras educativas tradicionales, donde un solo profesor dirigía a un grupo de estudiantes en una pirámide jerárquica, se han transformado en una red global de nodos interconectados. En este nuevo modelo, la información fluye libremente y cada miembro de la red la refina y aplica constantemente.

En consecuencia, cada participante en el proceso de aprendizaje y creación actúa simultáneamente como alumno y profesor. No sólo reciben y analizan el contenido enriquecido aportado por otros, sino que también aportan sus propias perspectivas e ideas al desarrollo conceptual de los demás. Esta dinámica implica que en entornos virtuales de aprendizaje, el número de docentes equivale al número de integrantes del grupo, esta es una descripción general concisa de la naturaleza cambiante de la educación, destacando cómo los individuos ahora tienen la capacidad de personalizar sus experiencias de aprendizaje en función de sus propias perspectivas únicas. En la sociedad actual, el mundo sirve como marco general que da forma a nuestro viaje educativo.

Con la llegada de Internet y su amplia gama de bases de datos y fuentes de medios, las personas ahora tienen el poder de acceder a una gran cantidad de información en cuestión de segundos. Aparte de, conectarse directamente con personas de todos los rincones del mundo, adquiriendo conocimiento de primera mano y ampliando su comprensión del mundo. Este acceso sin precedentes a la información también ha transformado a los individuos en generadores de información, sean conscientes de ello o no, alterando así fundamentalmente sus experiencias de vida. Ante este nuevo panorama, es imperativo reevaluar las funciones y condiciones de la educación, ya que los métodos tradicionales ya no son suficientes, aceptar la transformación no es sólo una elección, sino una necesidad.

La economía global ha sido evidente desde la firma del primer Tratado de Libre Comercio en 1969. Este compromiso se ha reafirmado a través de su participación en diversos acuerdos, como la Comunidad del Caribe (CARICOM) en 1994, el Tratado Europeo de Libre Comercio (AELC) en 2008, el Acuerdo con la Unión Europea en 2012 y el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) en 2017. Sin embargo, los avances logrados en estas asociaciones no han estado exento de desafíos. Según Lampis y Kiku en 2012, la dinámica fluctuante observada a lo largo de los años puede atribuirse a la tensión entre las aspiraciones globales y las necesidades locales. Este conflicto se hace evidente cuando se considera el crecimiento económico sin abordar las disparidades regionales, lo que en última instancia obstaculiza un desarrollo sostenible y equitativo que esté en sincronía con el contexto global.

En el Plan de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos", se puso un fuerte énfasis en la coherencia y se identificaron el crecimiento sostenible y la competitividad como prioridades clave. La innovación fue designada como uno de los pilares para alcanzar estos objetivos. El plan reconocía que la innovación es esencial para garantizar la competitividad a

largo plazo y el crecimiento económico sostenible de un país. En el mundo altamente globalizado de hoy, la búsqueda constante de métodos alternativos para producir más y mejorar la eficiencia con menos recursos es crucial para impulsar el crecimiento económico de las naciones. Esta búsqueda de innovación también permite importantes transformaciones económicas a mayor escala. El plan reconoce el papel fundamental que desempeña la innovación para garantizar la competitividad de un país y facilitar cambios económicos de gran alcance.

El primer objetivo es fomentar una cultura que promueva la generación, apropiación y difusión del conocimiento, la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente. El plan también enfatiza la necesidad de fortalecer las instituciones en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación, otorgando al nuevo Ministerio un papel de liderazgo para facilitar la colaboración óptima con organizaciones públicas y privadas regionales e internacionales. Esta colaboración es crucial para el desarrollo de una sociedad basada en el conocimiento. También, el plan apunta a mejorar la coordinación y ejecución del gobierno nacional en la implementación de políticas de ciencia, tecnología e innovación. Asimismo destaca la importancia del desarrollo regional a través de estrategias integrales de descentralización e internacionalización, en línea con las tendencias y dinámicas globales. Finalmente, la promoción de actividades científicas, tecnológicas y de innovación está dirigida a mejorar la competitividad en diversos sectores.

En resumen, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 pone gran énfasis en la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación para el futuro. El plan busca fomentar una cultura que valore el conocimiento y promueva la colaboración con comunidades globales. Igualmente apunta a fortalecer las instituciones y mejorar la coordinación a nivel nacional. Las estrategias de desarrollo regional e internacionalización se consideran vitales para garantizar la competitividad, y el objetivo general es impulsar avances y avances en diversos sectores a través de avances científicos y tecnológicos. Estos objetivos específicos enfatizan la importancia de fomentar una cultura basada en el conocimiento, así como reconocer y empoderar a las entidades e instituciones que desempeñan un papel importante en el logro de este objetivo. En consecuencia, el sistema educativo adquiere un renovado protagonismo, que ha ido perdiendo con el tiempo, ya que sirve como plataforma crucial para formar y formar a las generaciones futuras con el fin de contribuir al progreso general de la nación.

Los sistemas educativos se han fundamentado en la formación por competencias, de acuerdo con el modelo de Educación de Calidad establecidos en cada país. La definición de competencia que rige estos lineamientos, aunque no está explícitamente declarada, se percibe mediante la presentación del contexto de aula, el consenso alrededor de la necesidad de fijar metas de calidad es cada vez mayor. Estas metas se fijan en función de una situación deseada expresada en términos de lo que se espera que los estudiantes logren como resultado de su paso por la escuela; su avance se evalúa con el fin de saber si se están alcanzando los resultados, y mientras se alcanzan las tareas, se comprometen los recursos, el liderazgo en un esfuerzo

intencional de mejoramiento continuo. En otras palabras, aseguran que la formación del estudiante va más allá del rendimiento académico, y que suscribe escenarios diversos a posteriori, es decir, ambientes y situaciones por fuera del aula regular en donde se valida el proceso de aprendizaje. Esto vislumbra una respuesta a la definición de competencia, en donde se evidencian los criterios de la enseñanza para la comprensión.

4.5 Enseñanza STEM/STEAM Basada en Competencias

Las competencias pueden definirse como el desempeño ideal que surge en una tarea específica dentro de un contexto significativo. Requiere conocimientos asimilados y la capacidad de aplicar esos conocimientos de manera flexible para proporcionar soluciones variadas y relevantes. Esta definición se alinea con la perspectiva planteada por Richards y Rodgers en el 2002, quienes sostienen que el enfoque de enseñanza basado en competencias se centra en el resultado final del proceso de aprendizaje más que en el aporte inicial. En este enfoque, el énfasis está en utilizar todo el conocimiento disponible en el proceso de aprendizaje para abordar los desafíos propuestos. El objetivo es ejecutar estrategias que enfrenten eficazmente desafíos integrales y demuestren el logro de los objetivos de aprendizaje.

Cuando se trata de desempeño flexible, hay ciertos aspectos innegables que pertenecen tanto a la mentalidad como a la ejecución. Estos aspectos implican presentar al alumno situaciones no rutinarias que le exigen demostrar su capacidad para representar, modelar, interpretar, planificar y en última instancia, resolver problemas que surgen desde el principio. En esencia, estas tareas se alinean con las distintas etapas del pensamiento de diseño, que es una herramienta muy valiosa en el ámbito de los procesos de innovación. Para empezar, es crucial aclarar el concepto de innovación dentro del contexto educativo para enfatizar su importancia. La Red Escolar Europea en 2017 (European Schoolnet) proporcionó varias definiciones para este término que pueden aplicarse en el contexto de la transformación de la educación, alineándose con la propuesta de Rogers en 2003, donde define la innovación como una idea, práctica u objeto que un individuo o cualquier otra entidad que lo adopta percibe como nuevo. Vale la pena señalar que la novedad objetiva de la idea, práctica u objeto en términos de su primer uso o descubrimiento tiene poca importancia.

Hay dos aspectos de esta definición que deben destacarse. En primer lugar, está el hecho de que la innovación es una cuestión de percepción tanto individual como comunitaria sobre objetos, ideas y prácticas. De hecho, la innovación depende de cómo se perciben los objetos, escenarios y situaciones y esta premisa requiere el reconocimiento de que la espiritualidad del observador significa reconocimiento de la capacidad de innovar a través de lo que se observa. En segundo lugar, en este mismo orden, esta definición enfatiza la poca importancia de la novedad objetiva de lo que se piensa. Como innovadores colocamos en un segundo plano el desfase temporal entre su aparición en nuestro ecosistema y el día que despertó el interés de los redescubridores, y que es importante en la identificación de aspectos y elementos innovadores de objetos e ideas.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico en 2016 (OCDE), proporcionan una definición más amplia y completa de innovación a escala internacional. En su definición, la innovación abarca varios aspectos, como la introducción de un producto nuevo o significativamente mejorado (ya sea un bien o un servicio), la implementación de un enfoque de marketing novedoso, la adopción de un nuevo método organizativo dentro de las prácticas comerciales, la reestructuración de organización del espacio de trabajo, o el establecimiento de nuevas relaciones exteriores. Según esta definición, es valioso adoptar un enfoque más amplio y global del proceso innovador. En este enfoque, el principal criterio de evaluación es la novedad o mejora significativa de un producto o proceso.

Sin embargo, esta perspectiva todavía está conectada con la anterior ya que continúa enfatizando procesos, métodos, procedimientos y prácticas. Desde este punto de vista, queda claro que el foco principal de la innovación reside en los aspectos que moldean el comportamiento e influyen en la toma de decisiones. Estos aspectos contribuyen al desarrollo de hábitos que fomentan una cultura de mejora continua. En última instancia, el objetivo de esta innovación es mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Igualmente, pretende mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, permitiéndoles sobresalir en diversos escenarios cotidianos, ya sean rutinarios o no rutinarios.

Se han desarrollado varios modelos de innovación educativa para transformar los roles y funciones en la vida cotidiana. Uno de esos modelos propuesto por Hirsch en 1998 es un esquema de innovación integral que toma en cuenta múltiples aspectos. Este modelo se centra en el impacto de la innovación curricular en la enseñanza y las actividades logísticas dentro del aula. El objetivo principal de este modelo es priorizar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes y sus preferencias individuales. Otro modelo que vale la pena mencionar es el desarrollado por Rikkerink y otros autores, en el 2015. Este modelo, similar al de Hirsch, también es multiescala y toma en cuenta elementos contextuales y prácticas de liderazgo en la implementación de tecnologías digitales con fines educativos.

Sin embargo, va un paso más allá al incorporar el Marco de Aprendizaje Organizacional para crear un nuevo modelo innovador. Los hallazgos de su estudio brindan información valiosa sobre el impacto del liderazgo consciente del contexto en la construcción colectiva de significado, enfatizando el papel de los recursos digitales en el proceso de aprendizaje. Si bien puede parecer más simple en comparación con el modelo de Hirsch, es evidente que ambos modelos comparten puntos en común en términos de aspectos contextuales y la importancia de la capacitación docente para facilitar prácticas significativas de enseñanza y aprendizaje. Hasta ahora, se han examinado el punto de vista de la organización.

No obstante, si se traslada el enfoque a la perspectiva del docente, emerge una interpretación más humana, como dilucidó Martínez en 2008. En este sentido, la innovación puede percibirse como el anhelo profundo y el esfuerzo proactivo que impulsa a un docente individual o a un colectivo de educadores a embarcarse en un viaje para mejorar sus técnicas pedagógicas, con el objetivo final de fomentar la experiencia educativa más completa y

excepcional para todos. Sus estudiantes. Esta perspectiva introduce un aspecto importante del cambio: el papel del profesor en la formación de la fuerza de voluntad de los estudiantes. Mientras que las definiciones anteriores se centraban en el papel del docente dentro del sistema educativo, sostiene que la innovación educativa es una elección deliberada. Implica desarrollar una estrategia que priorice el objetivo final de brindar a los estudiantes una educación genuina. Como resultado, el proceso de innovación puede ser guiado por la estructura organizacional, pero no puede comenzar sin el reconocimiento por parte del docente de la necesidad u oportunidad de mejora. El docente actúa como facilitador al impulsar este proceso transformador.

En el mundo actual, las características y condiciones de la sociedad han creado una necesidad apremiante de abordar los problemas globales y trabajarlos para lograr y proteger los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos ODS han establecido el marco para educar a las generaciones presentes y futuras y comúnmente se los conoce como Habilidades para el siglo XXI. Estas habilidades abarcan una variedad de habilidades, que incluyen metacognición, pensamiento crítico, creatividad, colaboración, comunicación, gestión de la información, alfabetización digital, habilidades sociales e interculturales, así como iniciativa, autonomía y responsabilidad personal.

La coordinación de estas habilidades permite a las personas comunicarse sin problemas con pares de cualquier rincón del mundo, facilitando la creación de contenido que fomente el desarrollo de conocimientos relevantes y aborde las necesidades específicas que surjan. Al mismo tiempo, estas habilidades pueden ser utilizadas por una amplia gama de comunidades y están estrechamente vinculadas a carreras que impulsan los avances científicos y tecnológicos, como enfatizaron Castro y Ayres en 2015, quienes las consideran fundamentales para el desarrollo sostenible de las comunidades. Existe una notable inclinación a establecer dinámicas de aprendizaje que prioricen las competencias, considerando las características únicas de la sociedad contemporánea y las circunstancias culturales en las que se desenvuelven los individuos y las comunidades. Este enfoque es particularmente relevante cuando nos enfrentamos a una situación que requiere una solución, ya sea una pregunta, un problema o un proyecto.

Es por ello que el enfoque educativo STEM/STEAM actualmente está ganando mucho terreno, a pesar de que sus orígenes se remontan a más de 70 años, ha evolucionado de manera significativa, centrándose en objetivos dinámicos y el desarrollo de habilidades para el análisis y la construcción de sistemas, adaptados al contexto y las necesidades específicas, ya que sus principios y perspectivas generales sientan las bases para la creación de comunidades de aprendizaje que fomentan hábitos sostenibles y promueven la utilización y transformación de prácticas significativas, cultivando en última instancia una cultura de innovación dentro de las instituciones educativas.

A menudo se considera que las universidades son el entorno perfecto para integrar las tecnologías, para ampliar las oportunidades educativas en habilidades digitales. Se los ve como

un modelo que enfatiza la gestión del conocimiento, el aprendizaje holístico y el uso eficaz de la tecnología. Esto permite la innovación y la aplicación del conocimiento interdisciplinario para abordar los desafíos sociales, políticos, económicos, culturales y educativos. Las universidades también desempeñan un papel crucial en el cultivo de una cultura que fomente el desarrollo de productos y soluciones para abordar estos problemas. Los autores del estudio, Maderick, Zhang y Hartley en 2015, discutieron el concepto de autoevaluación subjetiva y evaluación objetiva en relación con los docentes en formación y su competencia digital.

El estudio revela que los docentes en formación tienen un dominio limitado de esta habilidad, lo que destaca la necesidad de mejorar. Para abordar este problema, es importante participar en prácticas que puedan ayudar a remodelar sus percepciones y actitudes hacia la tecnología. Al brindar oportunidades de capacitación en esta área, los docentes en formación pueden mejorar su competencia digital y prepararse mejor para las demandas del panorama educativo moderno. Ante esta situación, es imperativo que las universidades prioricen la renovación, innovación y modernización de su infraestructura tecnológica. Esto incluye invertir en equipos avanzados que puedan mejorar la experiencia de aprendizaje y capacitar a los docentes para que sobresalgan en sus funciones.

Al hacerlo, las universidades pueden integrar eficazmente cursos en línea en su plan de estudios y ofrecer a las estudiantes nuevas oportunidades de crecimiento dentro del contexto de la educación STEAM. Además, la implementación de entornos virtuales tridimensionales (3D) puede ayudar a simular la era digital en la educación, garantizando que las instituciones estén preparadas para el futuro. Según Steve, Cella y Gisber en 2016, la competencia digital colaborativa ETeach3D es una herramienta educativa integral que se ha desarrollado a través del enfoque de investigación del diseño educativo. Este enfoque implica ciclos continuos de refinamiento y mejora, con un enfoque en garantizar que la herramienta sea útil, válida y efectiva para mejorar la capacitación, la digitalización y la evaluación del dominio curricular.

Al incorporar varias estrategias y niveles de complejidad, la competencia digital colaborativa ETeach3D tiene como objetivo mejorar la eficacia y eficiencia general de las prácticas educativas. Por lo tanto, es crucial dar importancia significativa a la descripción de las universidades como instituciones que dependen en gran medida de la presencia de docentes con visión de futuro en la era digital moderna. Estos docentes desempeñan un papel crucial en la mejora de la gestión del conocimiento y la lucha por mejorar la productividad.

Las consecuencias del desempeño universitario están estrechamente ligadas a la adopción de prácticas tecnológicas innovadoras que se alineen con sus diversos roles.

Al hacerlo, las universidades pueden establecerse como organizaciones comprometidas con un sentido de responsabilidad social, contribuyendo activamente a la difusión de conocimientos tecnológicos de vanguardia que, en última instancia, conducen a una mayor productividad social. La universidad es una institución muy estimada que se dedica al avance del conocimiento. Está muy influenciado por diversos eventos que configuran la formación de

profesionales en el contexto de los avances tecnológicos en curso. El objetivo final es cultivar una cultura innovadora dentro de una red de conocimiento, con la intención de mejorar la productividad de la enseñanza, la investigación y la participación comunitaria.

Esto implica no solo la integración de diferentes disciplinas académicas, sino también la implementación de nuevas estrategias para utilizar la tecnología de manera efectiva y la mejora continua de sistemas y prácticas a través de una estrecha colaboración con varias comunidades, en este contexto se refuerza aún más en el marco de la educación STEAM. Esto se debe a la necesidad de comprender la verdadera esencia del aprendizaje universitario, lo que exige un enfoque holístico e integral que no fragmente las dimensiones, criterios, principios y atributos de los fenómenos, que conduzcan en última instancia a la generación de conocimiento.

A partir de la educación STEM, que originalmente abarcaba ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por ejemplo el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de España introdujo el arte y el diseño como un componente adicional en 2011. Como resultado, el acrónimo ahora incluye el arte, transformando STEM. El objetivo principal de este programa es mejorar las capacidades de resolución de problemas de los profesionales de la educación, al mismo tiempo que enciende su entusiasmo y curiosidad por la ciencia y la tecnología. Por lo demás, está diseñado para ser versátil y aplicable a diversos entornos educativos, independientemente del nivel o tipo de institución.

Para los autores Maddena, Baxtera, Beauchampa, Boucharda, Habermasa y Huff en el 2013, existe un interés creciente en programas multidisciplinarios que tienen como objetivo fomentar el pensamiento creativo. Estos programas se enfocan en combinar estudios en los campos de artes, humanidades y STEM. Destacan la importancia de la participación en escenarios innovadores en diversas disciplinas, incluyendo el arte, las ciencias naturales y sociales, la informática y las matemáticas. Al hacerlo, potencian la multirreferencialidad de los hechos y proporcionan enfoques alternativos para el desarrollo de proyectos tecnológicos versátiles. Este enfoque implica la formación de un equipo de profesores STEAM con capacidades creativas que analicen contextos industriales, empresariales, empresariales y educativos. Su objetivo es modernizar y transformar el modelo educativo a través de proyectos de investigación que aborden los complejos problemas que enfrenta la sociedad humana.

Es necesario ampliar las consideraciones antes mencionadas para profundizar en los aspectos reflexivos que surgen de la integración y el empoderamiento tecnológico de las universidades. Es necesario mientras nos esforzamos por adoptar la digitalización del conocimiento y navegar en esta nueva era, para Soriano en 2015, esta condición es de gran importancia dentro de la comunidad de aprendizaje, ya que permite a los estudiantes participar, colaborar y mantenerse conectados activamente a través de la red, fomentando la construcción interactiva del conocimiento. Esta condición es crucial para fomentar la innovación y adaptar las prácticas académicas a la era digital.

Esta situación se alinea con una cultura tecnológica que abarca avances, desarrollo y posibilidades de comunicación que se extienden más allá de los límites del aula tradicional. En cambio, llega a escenarios comunitarios globales, promoviendo un nuevo enfoque de colaboración virtual, las universidades deberían examinar y reforzar a fondo esta condición como principio rector para el avance de la investigación, la enseñanza y los esfuerzos de extensión, al mismo tiempo que se adhieren a los principios de la democratización del conocimiento. Al respecto, Feyen, Milia, Van Hoof, Quinde, Ochoa, Abril y Bojorque en el 2016 destacan la importancia de considerar el contexto único de la productividad universitaria.

Esto implica reconocer los obstáculos tecnológicos que se enfrentan en términos de esfuerzos de capacitación y publicación, que son comparables a los desafíos experimentados en América del Sur y Europa Occidental. Además, los autores sugieren que para abordar las causas subyacentes de la escasez de investigaciones y publicaciones, es necesario implementar estrategias correctivas que se centren en alinear el perfil y las actividades de las Instituciones de Educación Superior (IES) con las demandas de la sociedad en era digital. Esto es concluyente para cerrar la brecha y superar eficazmente los desafíos e implicaciones asociados con la búsqueda de habilidades digitales en el siglo XXI, donde la innovación y el conocimiento desempeñan un papel importante.

Dentro de este marco, para cumplir y superar estas expectativas, es crítico contar con una infraestructura tecnológica sólida que promueva una amplia gama de experiencias atractivas. Esto se puede lograr mediante un mayor apoyo gubernamental y supervisión de programas destinados a fomentar iniciativas innovadoras. Es importante que estos programas sean evaluados exhaustivamente por los gobiernos, considerando los principios de la investigación tecnológica y la integración de la educación. Al adoptar el concepto de STEAM puede proporcionar un entorno de aprendizaje integral y de vanguardia que se alinee con los estándares establecidos por las universidades internacionales. Esto permitirá que el sistema educativo universitario de los países se mantenga al día con los avances globales y garantice su competitividad a escala global.

Según el Consejo de la Unión Europea en 2018, las personas deben poseer no solo habilidades específicas del trabajo sino también habilidades genéricas para adaptarse a la naturaleza en constante evolución de la sociedad. Así, no sólo es importante adquirir habilidades técnicas, sino también habilidades que permitan una comprensión, interpretación y acercamiento más profundos a diversos fenómenos, situaciones y desafíos que se presentan en diferentes contextos (sociales, científicos, económicos, tecnológicos). Para lograrlo se proponen competencias clave para el aprendizaje permanente. Se enfatiza que el desarrollo de estas competencias es crucial para la realización personal, la empleabilidad, la ciudadanía activa y el mantenimiento de un estilo de vida saludable y sostenible. Las propuestas STEM son una forma de fomentar estas competencias clave en el ámbito educativo.

El término STEM tiene dos interpretaciones principales. En primer lugar, engloba el ámbito profesional que incluye diversas disciplinas dentro del ámbito científico y tecnológico.

También, se refiere a la alfabetización STEM, que implica un conjunto de conocimientos, habilidades y prácticas que deben fomentarse y cultivarse en las diferentes etapas educativas. Sin embargo, se enfatizan la importancia de adoptar una perspectiva más amplia sobre la educación STEM. Esta perspectiva va más allá de la mera formación de niños y jóvenes para que se conviertan en futuros profesionales de STEM. En cambio, se centra en dotar a los estudiantes de alfabetización y habilidades STEM, permitiéndoles convertirse en ciudadanos activos que puedan participar, tomar decisiones informadas y actuar para abordar los problemas y desafíos científicos y tecnológicos que enfrenta una sociedad.

Son varios los factores que impulsan a considerar la importancia de fomentar la educación científica y tecnológica desde edades tempranas. Esto ha llevado al desarrollo de diversas iniciativas, tanto a nivel local como global. Algunas de estas iniciativas tienen como objetivo inspirar a niños y jóvenes a seguir carreras STEM, mientras que otras se centran en promover la igualdad de acceso a dichas carreras. Igualmente, hay actividades de capacitación disponibles tanto en entornos formales como no formales, como museos, actividades extracurriculares, asociaciones familiares y campamentos STEM. Aparte de que, existen proyectos que involucran a los docentes en los esfuerzos por mejorar la calidad de la enseñanza en este campo. Estos son sólo algunos ejemplos de la diversa gama de iniciativas que se están implementando para fomentar la educación científica y tecnológica.

Estas propuestas tienen como objetivo reconocer y mejorar el papel fundamental de los docentes a la hora de hacer realidad estas ideas. Es perentorio garantizar que los educadores de todos los niveles educativos adopten plenamente esta perspectiva sobre la educación STEM y comprendan su profundo impacto en sus aulas. Para Bybee en 2013, la ausencia de una comprensión o caracterización compartida de la educación STEM ha dado lugar a que las escuelas y los sistemas escolares implementen una multitud de métodos, aunque existen pruebas limitadas de la eficacia de muchas de estas iniciativas, bajo este contexto, se pretende hacer una valiosa contribución al examen y discurso en torno a diversos elementos teóricos y prácticos en el campo de la educación STEM.

Es importante resaltar que las experiencias discutidas han sido implementadas en diversos entornos educativos y abarcan varios niveles de educación, incluyendo programas de educación infantil, primaria, secundaria e incluso de formación docente. Dentro de los trabajos que se presentan en esta compilación, hay discusiones importantes sobre las diversas formas en que la educación STEM puede impactar el crecimiento y la mejora de las habilidades de los estudiantes. Además, existen reflexiones esclarecedoras sobre el carácter imperativo de incorporar este tipo de iniciativas educativas tanto en la formación inicial como en la permanente de los educadores. Los autores de estos trabajos brindan ideas y argumentos valiosos que resaltan la importancia de la educación STEM para fomentar las habilidades y el conocimiento necesarios para que los estudiantes prosperen en el mundo moderno.

Estas discusiones enfatizan la necesidad de que los educadores adopten e implementen metodologías de enseñanza centradas en STEM, ya que tienen el potencial de cultivar el

pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la alfabetización tecnológica entre los estudiantes. Además, estos trabajos enfatizan la importancia de equipar a los docentes con las competencias y recursos necesarios para impartir educación STEM de manera efectiva, ya que esto, en última instancia, contribuirá al éxito general y al avance de los estudiantes en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. Por lo tanto, la inclusión de la educación STEM tanto en la formación inicial como en la continua de los docentes es crucial para garantizar que los estudiantes estén adecuadamente preparados para las demandas y desafíos de un panorama global en constante evolución.

Conclusión

Para el desarrollo STEAM, se puede organizar sistemáticamente en tres enfoques distintos: pensamiento computacional, construcción y experimentación, y actividades de hágallo usted mismo, es importante resaltar que incluir matemáticas en una propuesta STEAM no garantiza automáticamente el aprendizaje matemático directo. Es fundamental que los profesores reciban la formación adecuada para poder implementar y gestionar eficazmente este tipo de actividades. En consecuencia, los autores nos incitan a considerar cómo los futuros docentes de Educación Infantil deberían estar adecuadamente preparados para satisfacer las demandas de unas aulas que dependen en gran medida de propuestas STEAM integradas.

Los desafíos que se enfrentan durante el proceso de cultivar habilidades STEAM impulsan a considerar métodos alternativos para enseñar como por ejemplo ciencias naturales, como adoptar un enfoque de aprendizaje basado en la investigación, lo cual introduce el uso de guías y el trabajo colaborativo como herramientas para apoyar la adquisición de conocimientos diversos y el logro de objetivos específicos. Este enfoque se desvía de los métodos tradicionales de enseñanza de memoria, ya que anima a los estudiantes a aplicar sus conocimientos a la resolución de problemas y la explicación de diversos fenómenos. Además de mejorar la formación inmediata de los estudiantes, cada uno de los temas cubiertos en el enfoque STEAM sirve como un valioso conjunto de herramientas que pueden utilizarse en su futura vida laboral y profesional.

Este enfoque tiene como objetivo cultivar personas críticas y reflexivas que posean las habilidades necesarias para responder eficazmente al mundo en constante cambio, adaptarse a nuevas circunstancias y proponer soluciones innovadoras. Estas habilidades son cruciales en la sociedad actual, que exige individuos creativos e innovadores con una amplia gama de conocimientos, competencias y habilidades personales y de comunicación efectiva. Estos aspectos se abordan exhaustivamente en esta propuesta a través de diversos medios como el trabajo en equipo, tareas desafiantes, presentaciones interactivas, la creación de herramientas prácticas y la exploración de temas relacionados con STEAM.

Los puntos antes mencionados resaltan la importancia de esta visión para fomentar el desarrollo de habilidades del siglo XXI. Esta posición presenta una multitud de oportunidades que abarcan varios aspectos, incluida la indagación, la investigación, la resolución de problemas, la colaboración y el pensamiento crítico. Al participar en estas actividades, las personas no sólo adquieren conocimientos sino que también cultivan habilidades esenciales que son indispensables en la era moderna. Estas habilidades incluyen la capacidad de analizar información, pensar críticamente, comunicarse de manera efectiva, trabajar en colaboración y encontrar soluciones innovadoras a problemas complejos. Por lo tanto, es evidente que este enfoque sirve como plataforma para que las personas mejoren sus habilidades y se adapten a las demandas del panorama en constante evolución del siglo XXI.

En conclusión, la educación STEAM no sólo ayuda al cultivo de habilidades del siglo XXI, sino que también sirve como recursos valiosos para los educadores. Estos recursos permiten una exploración integral de las ventajas y desafíos asociados con el enfoque STEAM, así como las teorías que lo sustentan. Por lo demás, proporcionan a los educadores una herramienta reflexiva para evaluar sus propias prácticas docentes y ofrecen una guía práctica paso a paso sobre cómo implementar el enfoque STEAM en el aula.

Bibliografía

- Asinc, E. y Alvarado, B., (2019). *Steam como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales (Conference)*. 5to Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Aprendizaje en la sociedad del conocimiento: modelos, experiencias y propuestas. Guayaquil, Ecuador.
<https://bit.ly/3iTwKsp>.
- Aguilar, M. (2018)., *El futuro de la educación de cara a los retos del siglo XXI*. Puebla: *Círculo de Lectores IBERO*. Recuperado de: <https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/3981/El%20futuro%20de%20la%20educaci%C3%B3n%20de%20cara%20a%20los%20retos%20del%20siglo%20XXI.pdf?sequence=1>
- Araujo, M. (2011). Las revisiones sistemáticas (I). *Revista Biomédica Medware* 11(11), e5220. DOI: 10.5867/medwave.2011.11.5220.
- Alonso, M. F., (2011). *Demostraciones experimentales sobre la caída libre*. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, (69), 99–112.

- Amor, E. (04 de abril de 2018). De STEM a STEAM: mucho más que la interacción del arte y la ciencia. En Educaweb. Recuperado de: <https://www.educaweb.com/noticia/2018/04/04/stem-steam-mucho-mas-interaccion-arte-ciencia-16384/>
- Ahn, C. (2015). Iniciativa EcoScience + art: Diseñar un nuevo paradigma para la educación universitaria, las becas y el servicio. *Diario STEAM*, 2(1), 1-12. DOI: 10.5642 / steam.20150201.11.
- Aliaga, I.M.C., Carhuaricra, J.C., Asencio, L.V.T., Piñas, L.C.R. (2018) Programa de robótica educativa para mejorar el aprendizaje significativo en estudiantes del cuarto grado del área de Ciencia y Ambiente de la institución educativa. *Revista EDUCA UMCH* 11, págs-147. Doi: <https://doi.org/10.35756/educaumch.v11i0.70>
- Barak, M. y Assal, M. (2018). *Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121-144. <http://dx.doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9>
- Becker, K., y Park, K., (2011). *Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. Journal of STEM Education*, 12(5), 23–38. <http://doi.org/10.1037/a0019454>
- Bounfour, A., (2016). *Digital Futures, Digital Transformation*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23279-9>
- Blikstein, P. (2013). *Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büchling (Eds.), FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.
- Beauchamp, G. (2016). *Computing and ICT in the Primary School: From pedagogy to practice*. Routledge.
- Chalmers, C., Carter, M. L., Cooper, T., y Nason, R. (2017). *Implementing Big Ideas to Advance the Teaching and Learning of Science , Technology , Engineering , and Mathematics (STEM)*. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(Suppl 1), 25–43. <http://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>
- Carmona-Mesa, J. y Villa-Ochoa, J., (2019). *Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM*. En, Serna, E. *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI (2da ed.)* (483-492). Colombia: Instituto Antioqueño de Investigación. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/14270/>
- Candanedo, A.A. (2012) La robótica educativa, un nuevo reto para la educación panameña. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* 13(2), 9-17.

- Cook, M., Wiebe, E. N., y Carter, G., (2008). *The influence of prior knowledge on viewing and interpreting graphics with macroscopic and molecular representations*. Science Education, 92(5), 848–867. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20262>.
- Coello, S., Crespo, T., Hidalgo, J., y Díaz, D. (2018). El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de física. Latin-American Journal of Physics Education 12(2), 2306-1 - 2306-8.
- Da Silva, E. y Azambuja, L., (2020). *Electronic Game Creation through Scratch Software: Creative and Collaborative Learning Fostering STEAM Practices*. Acta Scientiae, 22(3), 28-46. DOI:<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5535>
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., y Shouse, A. W., (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*.
- Díaz-Barriga, F., (2012). *Metodología de diseño curricular para la educación superior*. México: Editorial Trillas.
- de Jong, T., (2019). *Moving towards engaged learning in STEM domains; there is no simple answer, but clearly a road ahead*. Journal of computer assisted learning, 35(2), 153167.
- English, L. D. (2016). *STEM education K-12: perspectives on integration*. International Journal of STEM Education, 3(1), 3. <http://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- European Schoolnet, y University of Liège., (2013). *Survey of schools: ICT in education, benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools, final study report*. <https://doi.org/10.2759/94499>
- Fridberg, M., Thulin, S., y Redfors, A. (2017). *Preschool children's Collaborative Science Learning Scaffolded by Tablets*. Research in Science Education. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9596-9>
- Faulder, T. R. (2011). Technology Integration: A Research-Based Professional Development Program.
- Filipp, S., Ten, N., Shirokolobov, I., Fradkov, A. (2017) Teaching Robotics in Secondary School. ScienceDirect 50(1), 12155-12160.
- García-Mejía, R. y García-Vera, C., (2020). *Metodología STEAM y su uso en Matemáticas para estudiantes de bachillerato en tiempos de pandemia Covid-19*. Dominio de la ciencia, 6(2), 163.180. recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7491407>
- García, Y., Burgos, F. y Reyes, D. (2017). *Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI*. Diálogos educativos, (33), 35-46.

- Grandy, R., y Duschl, R. A., (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science and Education*, 16(2), 141–166. <http://doi.org/10.1007/s11191-005-2865-z>
- Higuera, D., Guzmán, J. y Rojas, A. (2019). Implementando las metodologías STEAM y ABP en la enseñanza de la física mediante Arduino, III Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil AmITIC 2019. Pereira – Colombia.
- Herrera, Y.C. H., Rincon, D.L. (2013) *Estado del arte de la robótica educativa en el ámbito mundial*. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/2396/TI_HerreraHuertasYudi_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., y Delacruz, G. (2017). *Co-Measure: developing an assessment for student collaboration in STEAM activities*. *International Journal of STEM Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0094-z>
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., y Sanmartí, N. (1999). *Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar*. *Enseñanza de Las Ciencias*, número ext(December 2015), 79–91.
- Jimoyiannis, A. (2010). *Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development*. *Computers & Education*, 55(3), 1259–1269.
- Jho, H., Hong, O., y Song, J. (2016). *An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1843–1862. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>
- Kim, H., y Chae, D. (2016). *The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925–1936. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
- Liu, S.-H. (2011). Factors related to pedagogical beliefs of teachers and technology integration. *Computers y Education*.
- López, P.A.R. y Andrade, H.S. (2013) *Aprendizaje con robótica, algunas experiencias*. *Educación* 37(1), 43-63.
- López, M., Córdoba, C. y Soto, J., (2020). *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*, 7(12002), s/p. Recuperado de:
- López-Simó, V., Couso, D., 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. RED. Revista en Educación a Distancia, 20 (62).
- López, V., y Pintó, R., (2017). *Identifying secondary-school students' difficulties when reading visual representations displayed in physics simulations*. International Journal of Science Education, 39(19), 1353–1380. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1332441>.
- López, M., Reviriego, E., Gutiérrez, A. y Bayón, J., (2017). *Programa Actualización del Sistema de Trabajo Compartido para Revisiones Sistemáticas de Evidencia Científica y Lectura Crítica*. España: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Recuperado de: <https://www.euskadi.eus/libro/actualizacion-delsistema-de-trabajo-compartido-para-revisiones-sistematicas-de-la-evidenciacientifica-y-lectura-critica-plataforma-flc-3-0//web01-a2justic/es/>
- Levinson, R., y Parrise Consortium. (2014). *Socio-scientific issue-based learning: taking off from STEPPWISE*. In J. Bencze (Ed.), Science & technology education promoting wellbeing for individual, societies & environments. Dordrecht: Springer Science + Business Media B.V.
- McAuliffe, M., (2016). *The potential benefits of divergent thinking and metacognitive skills in STEAM learning: a discussion paper*. International Journal of Innovation, Creativity and Change, 2(3), 71-82.
- Malbernat, L. (2008)., *Cambios institucionales para una nueva enseñanza en educación superior. Profesorado*. Revista de currículum y formación del profesorado, 12(2), 1-18. Recuperado de: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev122COL2.pdf>
- Márquez, J.E.D., Ruíz, J.H.F., (2014) *Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria*. Revista científica de opinión y divulgación DIM (10) 30, 1-11.
- Mataric M.J., Koenig, N., Feil-Seifer, D., (2007) *Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education*. Socially Assistive Robotics Group. Simposio de Primavera de AAAI sobre Robots y Lugares de Robots.
- Meza, H. y Duarte, E., (2020). *La metodología STEAM en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas*. (Conference). II Congreso Internacional de Educación: UNA nueva mirada en la mediación pedagógica. Costa Rica. <https://bit.ly/3foQulz>.
- Moraza, J.L. y Cuesta, S. (2010) *Campus de excelencia Internacional. El arte como criterio de excelencia. Modelo Ars: (Art: Research: Society)*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Mubin, O., Stevens, C.J., Shahid, S., Al-Mahmud, A., Dong, J. (2013) *A review of the applicability of robots in education*. *Technology for Education and Learning* 1, 1-7.

- Rychen, D. S., y Salganik, L. H., (2003). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. (D. S. Rychen & L. H. Salganik, Eds.). Málaga: Ediciones Aljibe.
- Osborne, J. (2014). *Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change*. Journal of Science Teacher Education, 177–196. <http://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2010). *Las Transformaciones de la educación superior de América Latina: identidades en construcción*. España: Revista Educación y sociedad nueva época. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000191731>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2008). *Conferencia Internacional de Educación. Cuadragésima octava reunión Centro Internacional de Conferencias “La Educación Inclusiva: El camino hacia el futuro”*. Ginebra, 25 a 28 de noviembre de 2008. Recuperado de: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Policy_Dialogue/48th_ICE/General_Presentation-48CIE-4_Spanish_.pdf.
- Ocaña, G.R. (2012) *Robótica como asignatura en enseñanza secundaria*. Resultados de una experiencia educativa. Espiral. Cuadernos del profesorado 5(10), 56-64.
- Pittí K.P., Curto, D.B., Moreno, V.R., Rodríguez, M. J.C., Rodríguez, J. F.A. (2014) Using Robotics as a Learning Tool in Latin America and Spain. IEEE revista iberoamericana de tecnologías del aprendizaje 9(4).
- Pintó, R. (2009). Choosing ICT: a matter of learning about learning Science. In P. Kariotoglou, A. Spyrtou, & A. Zoupidis (Eds.), *Πρακτικά του Συνεδρίου*. Florin (Greece): School of education, University of Western Macedonia.
- Prolongo, M. y Pinto, G., (2019). *La Educación STEM: Ejemplos Prácticos e Introducción al proyecto Europeo Scientix*. En, *Experiencias Didácticas en el ámbito STEM: Investigación y Didáctica en ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas* (pp.451460), Madrid: Santillana.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.
- Quesada S., M., Cedeño, M. y Zamora, J., (2001). *El diseño curricular en los planes de estudio: aspectos teóricos y guía metodológica*. Heredia, Costa Rica: Editorial Universidad Nacional EUNA.
- Romero, C., Nieto, J., Ochoa, C., (2014) *Revisión del estado del arte de las plataformas robóticas orientadas a la educación*. Journal of Engineering and Technology 3(2), 23-35.

- Rychen, D. S., y Salganik, L. H., (2003). *Las competencias clave para el bienestar personal, social y económico*. (D. S. Rychen & L. H. Salganik, Eds.). Málaga: Ediciones Aljibe.
- Salgado, M., Alsina, Á. y Filgueira, S. (2020). Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil. *Épsilon - Revista de Educación Matemática*, 104, 45-57. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Alsina_Angel/publication/342715363_Argumentacion_matematica_a_traves_de_actividades_STEAM_en_educacion_infantil/links/5f031bbca6fdcc4ca44ea89b/Argumentacion-matematica-a-traves-deactividades-STEAM-en-educacion-infantil.pdf
- Santillán, J., Cadena, V. y Cadena, M. (2019). *Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento*. *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 212-227. DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>
- Sánchez, E. (2019). *La educación STEAM y la cultura Maker. Padres y maestros*, 379, 45-51. DOI: 10.14422/pym.i379.y2019.008
- Saez, J., y Cózar, R., (2016). *Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria*. *Educar*, 53(1), 126–149.
- Santillán, J.P., Cadena V., Santos, R. y Jaramillo, E., (2020). *STEAM methodology, as a resource for learning in higher education* (Conference). Proceedings of INTED2020 Conference 2nd-4th March 2020, Valencia, Spain. <https://bit.ly/3efwR>.
- Suárez, A.Z., García, D.C., Martínez, P.A. D., Martos J.T., (2018) *Contribución de la robótica educativa en la adquisición de conocimientos de matemáticas en la Educación Primaria*. *Magister: Revista miscelánea de investigación* 30(1), 43-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6722243>
- Sjøberg, S. (1997)., *Scientific literacy and school science: arguments and second thoughts*. (Ed.). In S. Sjøberg & E. Kallerud (Eds.), *Science, Technology and Citizenship*. The Public Understanding of Science and Technology in Science Education and Research Policy (pp. 9–28). Norwegian Institute for Studies in Research and Higher Education.
- Simarro, C. y Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates, ¿qué?. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, (81), 49-56.
- Simarro, C., López, V., Cornellà, P., Perea, M., Niell, M., & Estebanell, M. (2016). Més enllà de la programació i la robòtica educativa : el pensament computacional en l' ensenyament STEAM a infantil i primària . *Ciències. Revista Del Professorat de Ciències d'Infantil, Primària I Secundària*, 32, 38–46.
- Straub, E. T. (2009). *Understanding Technology Adoption: Theory and Future Directions for Informal Learning*. *Review of Educational Research*, 79(2), 625–649. <https://doi.org/10.3102/0034654308325896>

- Tsurusaki, B., Tzou, C., Conner, L. y Guthrie, M., (2017). *5th - 7th Grade Girls' Conceptions of Creativity: Implications for STEAM Education*. *Creative Education*, 08(02), 255–271. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.82020>
- Tsybulsky, D., (2019). *Transformations and Emerging Implementations of Scientific Practices in the Digital Age*. *International History, Philosophy, and Science Teaching [IHPST] Proceedings*.
- Urriola, G. (2019)., *Tendencias globales en Educación. Prospectiva, visión y desafíos. Acción y reflexión educativa*. *Revista especializada*, (44), 1-13. Recuperado de: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/226/226955011/226955011.pdf>
- Valiente, O., (2010). *1-1 in Education: Current Practice, International Comparative Research Evidence and Policy Implications*. *OECD Education Working Papers*, 44, 20.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). *Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms*. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-0159581-5>.
- Werner, C. y Meneses, J., (2018). *Procesos metacognitivos en la enseñanza STEAM*. En, Greca, I. *Proyectos STEAM para la Educación Primaria fundamentos y aplicaciones prácticas*. España: Dextra Editorial
- Yakman, G. (2008)., *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. (Conference). En *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-15)*. Salt Lake City, USA.
- Zamorano, T., García, Y. y Reyes, D., (2018). *Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional*. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, (41). Recuperado de: <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Depósito Legal Nro. 202309860

ISBN: 978-612-5124-15-9



www.editorialmarcaribe.es

Contacto: +51932604538 / +5491127955080

LIMA – PERÚ



MAR CARIBE

EDITORIAL

TECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA DESARROLLAR LA METODOLOGÍA STEAM

LIBRO DE INVESTIGACIÓN

Depósito Legal N° 202309860