

RECIBIDO EL 5 DE NOVIEMBRE DE 2020 - ACEPTADO EL 4 DE FEBRERO DE 2021

Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares

Contribution of the Steam Methodology in the curricular processes

Diego Alexander Celis Cuervo¹

Ronald Andrés González Reyes²

Grupo de investigación Conciencia, Universidad Antonio Nariño.

RESUMEN:

El objetivo del estudio consiste en realizar una revisión sistemática de la literatura que permita la identificación de los aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares. Se aplicó el método PRISMA. Se identificaron un total de 50 documentos de carácter científico. Los resultados del análisis permitieron definir cuatro líneas de trabajo, a saber: fundamentación teórica STEAM en educación, métodos STEAM para la educación y aportes de la metodología STEAM tanto a la interdisciplinariedad curricular como a las competencias docentes. Se concluye que

la metodología STEAM permite la construcción de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar a través de metodologías activas que promueven el desarrollo del pensamiento crítico, creativo, reflexivo, lógico y sobre todo el desarrollo de los procesos cognoscitivos.

PALABRAS CLAVE:

STEAM, educación; procesos curriculares; metodología.

ABSTRACT

The objective of the study is to carry out a systematic review of the literature that allows the identification of the contributions of the STEAM methodology in the curricular processes. The PRISMA method was applied. A total of 50 scientific documents were identified. The results of the analysis made it possible to define lines of work, namely: STEAM theoretical foundation in education, STEAM methods for education,

¹ Magister en Educación (Universidad Antonio Nariño), Especialista en Gerencia y Proyección Social de la Educación (Universidad Libre de Colombia). Educador Colegio Distrital Luis Eduardo Mora Osejo I.E. Correo electrónico: dicelis23@uan.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9739-0129>

² Doctor en Ciencias Políticas y Sociales. Coordinador Licenciatura en Ciencias Sociales. Universidad Antonio Nariño. Facultad de Educación. Grupo de investigación Conciencia. Calle 22 sur # 12 D - 81. 111821, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: sigrodan@uan.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7910-2015>

contributions of the STEAM methodology to curricular interdisciplinary and teaching skills. It is concluded that the STEAM methodology allows the building of comprehensive, complex and interdisciplinary knowledge through active methodologies that promote the development of critical, creative, reflective, logical thinking and, above all, the development of cognitive processes.

KEYWORDS:

STEAM, education; curricular processes, methodology.

INTRODUCCIÓN

La sociedad en su constante evolucionar, se encuentra sumergida en una vertiente de transformaciones y avances tecnológicos que se enmarcan dentro de una globalización que constantemente exige la formación de individuos capaces y competentes para enfrentar estos avances de forma crítica, reflexiva, asertiva y de forma contextualizada (Urriola, 2019; Aguilar, 2018).

Al respecto, Zamorano, García y Reyes (2018), Sánchez (2019), y Ojeda y Agüero (2019) sostienen que el siglo XXI se caracteriza por grandes transformaciones estrechamente relacionadas con la tecnología y la ciencia, tal como se evidencia en la actualidad con la inteligencia artificial, la automatización, la hiperconectividad, la robótica, la cultura maker o la micro fabricación digital. Estas transformaciones han traído consigo un modo de vida más dinámico que lleva implícito nuevos retos y desafíos, requiriendo por tanto nuevas disposiciones pedagógicas. En tal sentido, la sociedad reclama del sistema educativo que se establezcan metodologías de enseñanza que promuevan unos conocimientos contextualizados y en concordancia con las competencias demandadas por el mundo actual (Malbernat, 2008).

En correspondencia con ello, como lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la educación juega un rol de gran importancia pues posibilita la transformación y construcción de conocimientos; de allí que sea en el ámbito educativo donde el individuo construye los saberes humanísticos, científicos y tecnológicos, así como, desarrolla las habilidades, actitudes y competencias que le permiten enfrentar y atender estas demandas sociales (UNESCO, 2010).

En este orden de ideas, Delors, en 1996, planteaba que la educación se encontraba sumergida en un letargo pedagógico en el que los procesos de enseñanza estaban orientados a la construcción de contenidos teóricos, dejando de lado los avances de la globalización, y ubicando al estudiante como un sujeto pasivo; en respuesta a ello, propone una transformación educativa basada en el desarrollo de competencias, que promueva una educación activa donde el estudiante se convierta en el protagonista de la construcción de su propio conocimiento. En este marco, la UNESCO (2008) planteó una serie de orientaciones pedagógicas entre las que se promovía el impulso de nuevos modelos y metodologías pedagógicas para lograr una enseñanza más contextualizada y con mejores resultados, los cuales deberían estar orientados a lograr la calidad educativa.

Con el propósito de atender las nuevas demandas educativas, se ha implementado actualmente un abanico de posibilidades basadas en la teoría constructivista, tal como sucede con el aprendizaje social planteado por Vygotsky o el aprendizaje significativo de Ausubel (Moreira y Greca, 2003), cuya finalidad ha sido mostrar que si se incorporan nuevas perspectivas al modelo tradicional es posible vislumbrar un cambio en los procesos de enseñanza y aprendizaje desde el nivel inicial hasta la educación superior (Serrano y Pons 2011), lo que ha derivado en

procesos de innovación educativa de diverso orden.

En este marco, uno de los modelos pedagógicos que promueve transformaciones en el proceso pedagógico es la metodología STEAM, cuyo acrónimo responde a las siglas en inglés de las disciplinas académicas: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática. Este modelo promueve una enseñanza dinámica, contextualizada, sistémica e interdisciplinaria, en la que se integran estas cinco áreas del saber, promoviendo así un conocimiento integral, en el que el sujeto construye su aprendizaje de manera activa (Sánchez, 2019). De esta forma, se retoman los planteamientos de Dale (1969), que en su teoría del triángulo de aprendizaje, señala que un estudiante retiene el 90% de lo que él mismo hace, resaltando la importancia de implementar una metodología donde el sujeto construya su conocimiento, para lograr un mejor y mayor aprendizaje.

Esta metodología surge en la década de los 90 como un proceso interdisciplinar desarrollado por The National Science Foundation (NSF) en Estados Unidos. Su primera acepción fue STEM (proveniente del acrónimo en inglés de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Sander, 2009), y la idea consistió en integrar estas 4 áreas de conocimiento con el objetivo de desarrollar un nuevo modelo de enseñanza, donde las mismas se combinaran de manera efectiva, permitiendo el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo para la resolución de problemas (Brown, 2016).

A medida que esta metodología tomaba auge en el ámbito educativo se impuso como modelo pedagógico de vanguardia, tal como lo demuestran los estudios realizados por Tsurusaki, *et al.* (2017), Santillán, *et al.* (2019) y Salgado, *et al.* (2020), llegando a ser una de las propuestas educativas de mayor aplicación en todos los niveles educativos, esto es desde la educación inicial hasta la educación superior

(García, Burgos y Reyes, 2017). Esta relevancia pedagógica ha traído consigo el enriquecimiento de la metodología, proponiendo un mayor ámbito de aplicación, lo que le ha permitido transformarse en lo que hoy en día se conoce como STEAM, que además de las disciplinas previstas en su origen incorporó el arte (Coello, Crespo, Hidalgo y Díaz, 2018). Esta inclusión es una apuesta por destacar la importancia de la formación artística y desarrollar las competencias creativas, abriendo la innovación a la cuarta revolución industrial mediante el impulso de un área que juega un papel fundamental en el ámbito científico (Amor, 2018).

Esta metodología, de acuerdo con los planteamientos de Sánchez (2019), permite desarrollar un conjunto de competencias, y dentro de ellas, de dimensiones que promueven el desarrollo de un ser integral a partir de la transformación de los procesos curriculares. Al respecto, es importante señalar que el significado etimológico de la palabra currículo se sustenta en el vocablo latín *curriculum* que significa *camino* o *curso de*, que se traduce como camino hacia una meta (Diccionario Etimológico Español, 2003). En correspondencia con ello, Campbell y Caswell (1935) definieron el currículo como el compendio de experiencias que un niño debería desarrollar en el contexto educativo y comprende por tanto todos los procesos que permiten su aprendizaje (Caswell, 1950, Alexander y Saylor, 1970); lo anterior, ha permitido asociarlo a cualquier acción, experiencia o hecho concreto-real que se lleva a cabo con el propósito de facilitar la educación (Robredo, s/f).

Zea y González (2015) y De Alba (1991) señalan que, el currículo es, entonces, una síntesis de todos los elementos de formación de un individuo, tal como lo son los conocimientos, valores, costumbres, creencias y hábitos que conforman una propuesta de política educativa diseñada como un elemento de integración disciplinaria

para la formación del individuo, el cual está conformado por elementos estructurales, procesales prácticos (contenidos teóricos, procedimentales y actitudinales), y dimensiones, tanto de carácter general como particular, con representación histórico-teórica expresada a través de diferentes niveles de significación. En este sentido, Doyle (1995) resume el currículo como un paradigma que nace de la escuela hacia la sociedad y se fundamenta en un proceso complejo de transformación por medio del cual las políticas curriculares son traducidas en métodos, herramientas y estrategias para usar en clase.

Es a estos procesos de implementación del currículo a los que se le ha denominado como *procesos curriculares*, los cuales se definen como una serie de pasos que reflejan el cómo debe llevarse a cabo el proceso educativo, de acuerdo con lo planteado en el currículo (Doyle, 1995). Los procesos curriculares, tienen un carácter continuo y sistemático, y toman en cuenta los elementos teóricos, procedimentales y actitudinales que debe desarrollar un individuo conforme a su etapa de desarrollo, y en función de los cuales se ha distribuido el currículo en los diferentes niveles educativos, que comienzan con la educación inicial y finaliza con estudios de cuarto nivel (Doyle, 1995).

Bajo esta concepción, se han establecido dos niveles de los procesos de enseñanza, así: un nivel institucional en el que se desarrolla tanto un currículo formal como uno abstracto, y un nivel de clase. El nivel institucional determina un dominio formal en el que las políticas curriculares son concebidas como métodos empleados en el proceso pedagógico, y, un dominio abstracto en el que se conciben un conjunto de teorías o modelos que permiten orientar el proceso curricular y termina describiendo el sistema escolar (conductista, constructivista). En definitiva, el nivel institucional captura los ideales y expectativas educacionales, así como

las formas y procedimientos de la educación. El nivel de clase, por su parte, hace referencia al proceso curricular como elemento práctico de desarrollo educativo y está enfocado en la construcción del conocimiento. En el mismo se concibe directamente la relación entre docentes y estudiantes (Doyle, 1995).

De acuerdo con Díaz y Barriga (2012) y Quesada, *et al.* (2001) los procesos curriculares se sostienen en los siguientes cuatro fundamentos: primero, epistemológicos, relacionados con la racionalidad y el conocimiento; segundo, axiológicos, referidos a los valores, los cuales sirven de referencia para validar y orientar las fases del proceso; tercero, teleológicos, orientados hacia el logro de fines, objetivos y metas, o en otras palabras hacia el cumplimiento del propósito educativo; y, cuarto, futuroológico, sustentado en la proyección de previsión a futuro, el cual se fundamenta en el análisis retrospectivo (la visualización del pasado) caracterizado por los conocimientos que ya posee el individuo, y se guía hacia la construcción de contenidos que se plantea en el presente para lograr una prospectiva (futuro).

Díaz y Barriga (2012) sostienen, además, que el proceso curricular se lleva a cabo a través de diferentes etapas como lo son el análisis previo, el diseño, la aplicación y la evaluación. Y, al respecto señalan que la estructura del proceso curricular es tan diversa como la concepción del currículo, por lo tanto, no sigue un planteamiento único, sino que requiere de adecuación en conformidad con las demandas contextuales.

En función de estos planteamientos, y considerando que el modelo STEAM se ha consolidado como un enfoque de carácter interdisciplinario, que ha sido implementado en diversos contextos demostrando su efectividad y adaptabilidad, y que en el caso del ámbito educativo, ha impulsado una gran variedad de experiencias que han generado gran impacto en los procesos curriculares por la vía de la

innovación y la transformación de la práctica pedagógica, se hace relevante indagar cómo la metodología STEAM ha influido en los procesos curriculares y los ha transformado, provocando un cambio en la praxis pedagógica.

En este sentido cabe resaltar que la metodología STEAM permite desarrollar todos los componentes del proceso curricular, planteados por Doyle (1995), como son: i) un objetivo o meta a ser alcanzado, ii) condiciones para llevarlo a cabo, entre las cuales se estiman la información, los recursos y las herramientas, iii) acciones involucradas en el andamiaje curricular (hoy en día conocidas como estrategias) y iv) el uso de los recursos para alcanzar los objetivos propuestos. Entonces, puede decirse que la metodología STEAM es, en sí misma un proceso curricular.

Al ser caracterizada de este modo, la metodología STEAM permite también el diseño de las etapas propuestas por Doyle (1996) para los procesos curriculares, las cuales son: (a) análisis previo o también llamado diagnóstico, que permite lograr un proceso curricular adecuado conforme a las necesidades y demandas del grupo de estudiantes, (b) diseño o planificación, que determina las concepciones teóricas que tomará en cuenta el proceso curricular, los componentes y elementos del currículo y las posibles metodologías de enseñanza, (c) aplicación o ejecución, correspondiente a la etapa de formación donde se cumplen los contenidos del currículo y se involucran los principales componentes de la acción curricular, y (d) evaluación, consistente en la medición de los alcances de los objetivos propuestos y los conocimientos construidos por los estudiantes.

De acuerdo con Sánchez (2019), la metodología STEAM promueve así el desarrollo de un conjunto de competencias que enaltecen los procesos curriculares debido a la amplitud de posibilidades que esta misma ofrece para llevar a cabo la práctica pedagógica y la construcción

del pensamiento de una manera integral e interdisciplinaria, que involucre diversos métodos y una enseñanza contextualizada y activa a través de la cual, el estudiante logre consolidar no sólo conocimientos teóricos sino un aprendizaje empírico que le servirán para enfrentar los retos de la vida real. Sin embargo, aún queda la inquietud de establecer los procesos curriculares específicos a través de los que esta metodología logra mejorar los procesos educativos.

La búsqueda de respuesta a esta interrogante, motivó la realización de la presente investigación, con el fin de determinar cuál es el aporte que ha hecho la metodología STEAM, en la mejora de los procesos curriculares en el ámbito educativo en función de los métodos, recursos y estrategias didácticas implementadas para el fortalecimiento de las competencias científicas, matemáticas, tecnológicas y artísticas de los estudiantes.

La relevancia académica de esta investigación, determina los elementos que fundamentan los procesos curriculares basados en el enfoque STEAM, y con ello se contribuye a la consolidación de un nuevo constructo teórico que detalle los procesos de implementación de esta metodología y sus alcances en el ámbito educativo. Por otro lado, la investigación reviste de significancia social porque evidencia el proceso curricular de construcción de conocimiento desde una mirada sistémica e interdisciplinaria, atendiendo a las demandas educativas de la sociedad actual (Ahn y Choi, 2015; Kim y Chae, 2016; Jho, Hong y Song, 2016; Herro, Quigley, Andrews y Delacruz, 2017; Barak y Assal, 2018; Ortiz y Oviedo, 2019).

De esta forma, en función de todo lo expuesto anteriormente, se formula como objetivo de la presente investigación, la realización de una revisión sistemática de la literatura que permita

la identificación de los aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares.

MATERIALES Y METODOS

La presente revisión sistemática, que en correspondencia con los planteamientos de Manterola, Astudillo, Arias y Claros (2003) consiste en “un artículo de síntesis de la evidencia disponible, en el que se realiza una revisión de aspectos cuantitativos y cualitativos de estudios primarios, con el objetivo de resumir la información existente respecto de un tema en particular” (p. 149), se fundamentó en el diseño propuesto por Araujo (2011) que comprende: (i) Formulación de la pregunta u objetivo de la revisión, (ii) Definición de las fuentes y del método de búsqueda; (iii) Definición y aplicación de criterios de selección de los estudios; (iv) Análisis crítico de los estudios; (v) Extracción y síntesis de los resultados de los estudios; y, (vi) Conclusiones e inferencias.

De igual manera, se sustentó en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) para el análisis de revisiones sistemáticas (Urrútia y Bonfill, 2010), que consiste en aplicar un conjunto de ítems para la selección y el análisis de los artículos a analizar. Estos ítems estaban enfocados en la terminología (palabras clave), las preguntas y los objetivos de investigación, la identificación de los artículos, la extracción de los datos, la calidad de las investigaciones y el riesgo de sesgo.

Así mismo, siguiendo los planteamientos del método PRISMA, se seleccionaron como criterios de inclusión y exclusión: (a) año de publicación: tomando en cuenta los artículos científicos publicados en los últimos 5 años, que comprende el período 2015 a 2020 debido a la actualidad de sus datos (b) idioma de publicación: se consideran artículos tanto en inglés como en español, para obtener mayor amplitud de documentos, (c) tipología de estudio: se toman

en cuenta estudios que aborden procesos curriculares a partir de la metodología STEAM en cualquier tipo de investigación, es decir, tanto cuantitativa como cualitativa. De la misma forma, se tomaron como criterio de exclusión: STEAM fuera del contexto y estudios de otras áreas académicas, es decir, en el campo de la economía o refiriéndose a la plataforma de videojuegos STEAM y, documentos que no fuesen artículos científicos o artículos no publicados en revistas académicas indexadas.

La estrategia empleada para la búsqueda de los documentos consistió en una búsqueda sistemática en las bases de datos SCOPUS, Dialnet, Informe Académico y ScienceDirect, y adicionalmente el motor de búsqueda Google Académico, utilizando como palabras clave en inglés “STEAM education” and “STEAM Methodology” y en español “educación STEAM” y “metodología STEAM”. Se empleó el Sistema Booleano AND que consiste en especificar que las premisas o términos seleccionados deben cumplirse obligatoria y simultáneamente, y se delimitó la búsqueda al título, el resumen y las palabras clave. De los artículos seleccionados se elaboró una base de datos tomando en cuenta autor, año, título, palabras clave, relación con el estudio y resultados. Esta base se exportó al software de gestor de referencias Zotero por medio del cual se eliminaron los documentos duplicados. Finalmente, se procedió a realizar una lectura a texto completo de los documentos en función de los objetivos (generales y específicos) propuestos en esta revisión sistemática.

A fin de establecer la validez y calidad metodológica de los estudios seleccionados, se procedió a realizar un análisis detallado de cada una de las investigaciones seleccionadas y a la elaboración de fichas de lectura crítica (López, *et al.* 2017) en las cuales se describieron elementos claves como el objetivo de la investigación, la

población objeto de estudio, las palabras clave, la metodología empleada, los resultados y las conclusiones.

RESULTADOS

Por medio de la búsqueda en las diferentes bases de datos se obtuvieron un total de 2570 artículos, de los cuales se eliminaron 1387 por estar repetidos o duplicados, quedando 1183 investigaciones; luego de la revisión de los mismos empleando los criterios de inclusión y exclusión aplicados al título, resumen, palabras clave y tipo de documento, se descartaron 965 artículos, quedando 218, y de estos, sólo fueron seleccionados 50 luego de una eliminación de 168 artículos tras realizar una revisión a texto completo y comprobar que los mismos no aportaban al propósito de la investigación.

Como parte de la caracterización se destacan elementos referentes al año, idioma, país de publicación, revista de publicación, nivel educativo del que trata, entorno en el que se implementó la investigación y tipo de estudio.

Se puede observar que el mayor número de artículos fue escrito durante el año 2016 (figura 1), lo que evidencia el auge contemporáneo de la metodología STEAM; previo a ello, solamente se encuentran 4 artículos, indicando que esta metodología apenas se comenzaba a implementar y aunque en los dos años siguientes el número de artículos encontrados fue menor, se observa que siguió siendo tema de interés en el ámbito pedagógico, repuntando nuevamente en el año 2019, con lo que se puede inferir que el STEAM como metodología pedagógica sigue siendo un referente en cuanto a procesos curriculares e innovación educativa debido a su flexibilidad, interdisciplinariedad e integralidad.

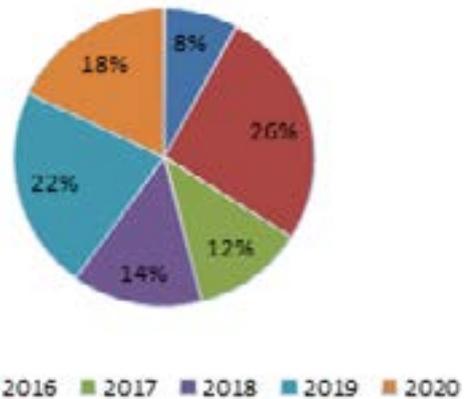


Figura 1. Distribución de los materiales por año de publicación

De igual manera se observa que los artículos considerados en el presente estudio han sido escritos en igual proporción en español o en inglés (50% en cada caso), lo que obedece al hecho que la metodología STEAM está siendo implementada en países como Australia, Brasil, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Japón, Colombia, Corea o España, y que sus bondades como metodología pedagógica están siendo estudiadas en diferentes entornos educativos, logrando así una contextualización de la misma y con ello un aprendizaje adaptado a las exigencias de los actores educativos.

Es importante resaltar que el país de habla española en donde más se ha publicado sobre este enfoque es España, que ha aumentado su innovación pedagógica en las aulas a partir de la implementación de la metodología STEAM; para el resto de los países de habla española si bien aún queda mucho por explorar e innovar, se encuentra que hay un interés creciente por esta metodología, por lo que conviene seguir indagando, aplicando, reflexionando y sobre todo innovando con el propósito de que este enfoque siga produciendo una transformación pedagógica que responda a las demandas de la sociedad actual y se ajuste a las exigencias de la cuarta revolución industrial. En general, se observa como en Latinoamérica apenas se están dando los primeros pasos para la

implementación de esta metodología, siendo que el país que más ha publicado al respecto es Colombia, por lo que puede señalarse que en la región es este país es el que lleva la bandera de innovación en STEAM en educación.

Si se examina la revista de publicación de los artículos analizados en este estudio, se encuentra la siguiente distribución: con seis artículos, la revista *Art Education*, *EURASIA* con 4 artículos, y con dos artículos el *Journal of Education and Training Studies*, la *Revista Internacional de Educacion STEM* y la *Revista Internacional de Tecnología y Educacion*. El resto de los 50 estudios analizados se distribuyen en revistas de las que solo se tomó un artículo.

En cuanto al enfoque se encuentra que mayor número de documentos ha sido escrito de forma general, es decir, que se ofrece información de la metodología STEAM de una manera holística, integrando los ámbitos económico, político, tecnológico, social y cultural, lo cual permite acceder a una gran cantidad de información que esclarece los elementos y fundamentos que permiten comprender esta metodología en la educación. Los estudios especializados en una parte del proceso o dimensión del acto educativo siguen siendo escasos en idioma español.

Los niveles o poblaciones con los que se desarrollaron las investigaciones examinadas fueron: población diversamente hábil (1), docentes (3), educación inicial (3), primaria (7), secundaria (7), educación superior (6), varios niveles (7) y sin especificación de nivel o población (16). Con respecto al tipo de estudio se encuentra: cualitativa (4), exploratoria (9), experiencia de innovación pedagógica (11) y teórica (26).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de esta revisión sistemática de la literatura demuestran que existe una gran cantidad de documentos que aportan información

importante sobre el empleo del enfoque STEAM como estrategia pedagógica; sin embargo, la mayoría de ellos alude a actividades prácticas de trabajos de grado y un pequeño número expone experiencias científicas con criterios validados, que son las que han sido tenidas en cuenta para este estudio. A partir de la revisión anterior, se ha logrado definir cuatro líneas de trabajo al respecto, las cuales se detallan a continuación:

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA STEAM EN EDUCACIÓN

La educación STEAM privilegia y promueve un conocimiento integrado y contextualizado a la realidad social del individuo, siendo asumida como una aproximación empírica a la enseñanza de las cinco disciplinas: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática (García, Burgos y Reyes, 2017). En todos los casos, se adopta un enfoque interdisciplinario, en donde se tratan los temas de diferentes asignaturas a partir de un currículo integrado, haciendo que las asignaturas busquen desarrollar conocimientos y habilidades de manera articulada, y en el que la rigurosidad de los conceptos científicos logra ser desarrollada mediante actividades didácticas donde no solo el estudiante tiene un papel activo, sino que además se involucran elementos de su entorno que permitan establecer una estrecha relación entre la comunidad, la escuela y la sociedad en general (Chiu, Price y Ovrhim, 2015; Leong, 2017). En este marco se inscribe la propuesta didáctica presentada a través del proyecto Europeo Scientix, en el que se aplicaron algunos problemas, casos experimentales y otras herramientas educativas llevando a cabo la integración de conocimientos sociales y académicos desde el nivel inicial al universitario (Prolongo y Pinto, 2019).

De acuerdo con Zamorano, García y Reyes (2018); Aguilar (2018); Carmona-Mesa y Villa-Ochoa (2019), y López, Córdoba y Soto (2020), la metodología STEAM contribuye a mejorar las habilidades de los estudiantes

desde la educación inicial hasta la educación universitaria, impactando de manera positiva en otros ámbitos de la vida cotidiana al facilitar la construcción interdisciplinar de aprendizajes por medio de la solución colaborativa de problemas; lo anterior, promueve la integración de diversas disciplinas que tradicionalmente se consideraban independientes como la matemática y el arte, permitiendo así desarrollar procesos metacognitivos como el autoconocimiento, la autorregulación o la autovaloración, los cuales resultan primordiales para los retos actuales (McAuliffe, 2016). La enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación (ECBI), el Proceso de Diseño en Ingeniería (PDI), la utilización de cuestionamientos, mapas conceptuales y la Uve de Gowin, son algunas de las estrategias didácticas implicadas en la metodología STEAM que resultan apropiadas para promover procesos metacognitivos (Werner y Meneses, 2018).

En este punto es preciso señalar que la metodología tiene como objetivo fundamental aprovechar los elementos análogos entre las distintas disciplinas del saber que contempla (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemática) con el propósito de desarrollar un proceso curricular interdisciplinar (García-Mejía y García-Vera, 2020). Por ello, se integran diversas herramientas que le permitan al estudiante desarrollar los siguientes procesos cognoscitivos: conocer, analizar e interpretar el entorno natural en el cual se desenvuelve (ciencia); lograr un mayor desarrollo de los procesos cognoscitivos consolidando el pensamiento lógico crítico y racional desde las áreas de tecnología y matemática; desarrollar el pensamiento lógico a través de la construcción de objetos o elementos bien sea por medio real o virtual empleando los fundamentos de la ingeniería; y, finalmente lograr desarrollar en el individuo las habilidades artísticas y creativas (Zamorano, *et al.* 2018 y Sánchez, 2019).

De allí que el enfoque STEAM desde el contexto educativo sea visto como una estrategia integral que permite potenciar la formación y capacidad creativa en las competencias tanto de niños como de docentes (López, Córdoba y Soto, 2020). Esta metodología brinda a los actores educativos la oportunidad de participar en actividades motivadoras e interesantes a través de las cuales se obtiene un aprendizaje significativo que parte de una investigación científica y conlleva un sentido interdisciplinar y complejo (Tsurusaki, Tzou, Conner y Guthrie, 2017). Además, se convierte en una estrategia de meta-análisis que permite abordar la realidad de los aprendizajes de manera más amplia y completa a través de procedimientos de resolución de problemas (Kim y Chae, 2016).

Por otro lado, el enfoque STEAM abarca de manera integral el proceso de enseñanza y aprendizaje permitiendo el desarrollo de determinadas competencias como: colaboración y la comunicación; autonomía y emprendimiento; resolución de problemas; conocimiento y uso de la tecnología; creatividad e innovación; y, diseño y fabricación de productos; que a su vez están relacionadas con diversas dimensiones del conocimiento humano que involucran el desarrollo de pensamientos específicos que se ponen en práctica de manera cotidiana como lo son el conocimiento científico, el cualitativo, el espacial y el computacional (Ortega, 2016 y Sánchez, 2019). Este último estilo de pensamiento involucra el desarrollo de procesos metacognoscitivos que permiten al estudiante estar consciente de su propia forma de aprendizaje y de actuar con criterio propio para lograr los mejores resultados académicos (Wing, 2006 y Simarro, *et al.* 2016).

Sánchez (2019) estableció la relación entre las competencias y un conjunto de dimensiones que se pueden desarrollar de manera integral en este enfoque, las cuales se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Competencias y dimensiones en el enfoque STEAM de acuerdo a Sánchez (2019).

Competencias	Descripción	Dimensiones
Autonomía y emprendimiento	Orientada al desarrollar un proyecto u objetivo de carácter personal	Aprender a aprender. Autonomía y desarrollo personal. Emprendimiento.
Colaboración y comunicación.	Orientada hacia alcanzar metas y objetivos, resolver situaciones, abordar problemas en grupo y compartir el conocimiento.	Expresión y comunicación Trabajo colaborativo.
Conocimiento y uso de la tecnología.	Dirigida a formar individuos tecnológicamente alfabetos que puedan entender y utilizar los recursos tecnológicos tomando conciencia de sus precauciones y consecuencias.	Cultura tecnológica Uso adecuado de productos tecnológicos
Creatividad e innovación.	Orientada al desarrollo del pensamiento creativo en los estudiantes a través de la búsqueda de soluciones a diferentes situaciones o problemas de manera original e imaginativa en un contexto específico.	Creatividad e innovación.
Diseño y fabricación de productos.	Promueve el diseño y la construcción de objetos y aparatos sencillos con un objetivo previamente planificado, empleando materiales, herramientas y componentes apropiados.	Diseño Fabricación Planificación Gestión.
Pensamiento crítico.	Orienta al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes y consiste en interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos y las acciones.	Pensamiento lógico Pensamiento sistémico
Resolución de problemas.	Orientada hacia la identificación, el análisis, la comprensión y la resolución de situaciones problemáticas.	Obtención y tratamiento de la información. Pensamiento computacional. Resolución de problemas.

Esta propuesta sobre las competencias y las dimensiones que se pueden desarrollar a través del enfoque STEAM, permite observar como a través de esta metodología se pueden desarrollar habilidades y capacidades en los estudiantes, iniciando con el desarrollo de los procesos cognoscitivos a través de competencias como el pensamiento crítico y la resolución de problemas; también incentiva la creatividad a través de la innovación, el diseño y la fabricación de productos; de igual manera ayuda a desarrollar las habilidades tecnológicas requisito indispensable en esta era; fomenta las habilidades sociales e incentiva la personalidad del sujeto, es decir, determina el actuar del individuo ante una determinada circunstancia de manera diferente. En definitiva, es una herramienta integral y como tal, permite un desarrollo íntegro de los estudiantes, haciéndolos cada vez más capaces de enfrentarse a los retos de la sociedad.

Finalmente se puede señalar que la metodología STEAM en el espacio educativo se describe como un modelo metodológico integral (López, 2019), interdisciplinar (Sánchez, 2019. Tsurusaki, 2017. Santillán, Cadena y Cadena, 2019) y complejo (Ortiz-Revilla, Greca y Arriasecq, 2018), que permite la integración de múltiples elementos (estrategias, metodologías, áreas, modelos de aprendizaje y recursos) para la construcción de un aprendizaje que nace desde el razonamiento a lo práctico, en el que el estudiante participa activamente y que lo lleva a consolidar competencias y dimensiones para enfrentar los retos del siglo XXI (Domínguez, Oliveros, Coronado y Valdez, 2019).

MÉTODOS STEAM PARA LA EDUCACIÓN.

Por ser un enfoque interdisciplinar (Sánchez, 2019; Tsurusaki, 2017; Santillán, Cadena y Cadena, 2019) y complejo (Kim y Chae, 2016), la metodología STEAM en el ámbito educativo se sustenta en diferentes modelos de aprendizaje que permiten el desarrollo pedagógico de

una manera dinámica y activa, y que además promueven el desarrollo de competencias, más que la construcción de conocimientos teóricos, en virtud de lo que plantea Sánchez (2019): se trata de pensar con las manos o aprender haciendo.

Entre los modelos propuestos por la metodología STEAM para el desarrollo del proceso curricular se encuentran: El Aprendizaje Basado en Proyectos (Salgado, Alsina y Filgueira, 2020; Diego, *et al.* 2018; Oksuz y Buyukakmanlar, 2019); el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) (Salgado, *et al.* 2020; Diego, *et al.* 2018; Oksuz y Buyukakmanlar; 2019) el TPACK (A Sinc y Alvarado, 2019), la etno-matemática y los juegos didácticos (A Sinc y Alvarado, 2019), el aprendizaje cooperativo (Simarro y Couso, 2018; Cheong y Boo, 2015; Da Silva y Azambuja, 2020); Robótica (Casado y Checa-Romero, 2020; Simarro, *et al.* 2016; Higuera, *et al.* 2019); aprendizaje por indagación de Suchman y modelos de entornos de aprendizaje constructivistas (EAC) (Casado y Checa-Romero, 2020); y también emplea herramientas virtuales como el Learning Management System (LMS) (Barak y Assal (2018). En el caso de las artes se proponen los modelos de la Cultura Maker y el Tinkering (Sánchez, 2019).

La integración de las artes en el enfoque STEAM a través de la Cultura Maker y el Tinkering, nos sitúa ante un nuevo marco de aprendizaje, donde a partir de problemas deseados, de las ganas de saber, la curiosidad se convierte en motor y guía del conocimiento, un punto de partida para la exploración de diferentes soluciones en una búsqueda permanente de la satisfacción personal, por tanto, este modelo de educación provee una aproximación interdisciplinar integrada conectada con el mundo real, y dirigida a la resolución de problemas (PBL) (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

En opinión de Sousa y Pilecki “las destrezas que las artes desarrollan influyen en la creatividad, la

resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comunicación, la autonomía (self-direction), la iniciativa y la colaboración” (2013, p.15). De hecho, muchos científicos, matemáticos e ingenieros cuando evalúan sus propias actividades *a posteriori* ven en “ciertas cualidades artísticas” la clave para el éxito, porque tras éste, encuentran de forma recurrente la curiosidad subjetiva, la observación precisa, la percepción de los objetos de un modo diferente y el trabajo efectivo con otros (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

En este contexto, las prácticas artísticas, y por extensión, las ligadas a la Educación Artística, pueden ser entendidas y valoradas en sentido propedéutico, como un ámbito previo de preparación para el aprendizaje efectivo, el entrenamiento de la capacidad de síntesis, o la canalización y desarrollo de diferentes saberes y conocimientos. En consecuencia, la aplicación efectiva de metodologías artísticas puede ir convirtiéndose en rasgo cualitativo esencial para la definición de criterios de excelencia metodológica, innovación, y desarrollo tecnológico (Moraza y Cuesta, 2010).

El Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) a través del STEAM busca explorar en el individuo la capacidad de análisis, reflexión y búsqueda de soluciones a una situación, pero de manera organizada e interdisciplinaria, promoviendo un razonamiento y un aprendizaje globalizado (Salgado, Alsina y Filgueira, 2020). El aprendizaje mediante experimentación en la metodología STEAM involucra activamente a los estudiantes en la ejecución, predicción, observación y recogida de datos para poder dar o aproximar una solución promoviendo el razonamiento científico y con ello el desarrollo del pensamiento lógico y crítico (Diego, García, Blanco y Ortiz, 2018). Estos señalamientos se confirman con los planteamientos de Oksuz y Buyukakmanlar (2019) quienes en su estudio demuestran que el aprendizaje a través de la resolución de problemas de la vida real mediante

la programación y las habilidades STEAM, tienen un efecto significativo en el rendimiento de los estudiantes.

El Aprendizaje Basado en Proyectos dentro del enfoque STEAM promueve la interdisciplinariedad de una manera organizada (Carmona-Mesa y Villa-Ochoa, 2019), a través del andamiaje de las diversas áreas del currículo y de acuerdo a unos postulados establecidos que permiten una estructura más lógica y objetiva que comprende objetivos, actividades, estrategias y un tema central (Higuera, Guzmán y Rojas, 2019).

El TPACK (Conocimiento de Contenido Tecnológico Pedagógico) en el STEAM está estrechamente relacionado con las competencias tecnológicas que desarrollan los docentes (A Sinc y Alvarado, 2019). La cultura Maker involucra a la metodología STEAM con el mundo real a través de un conocimiento que es propio del individuo (Sánchez, 2019). Otras actividades lúdicas como la etno-matemática y los juegos didácticos permiten la integración de manera divertida, pero generando un aprendizaje activo y dinamizador (A Sinc y Alvarado, 2019).

El aprendizaje cooperativo ayuda a promover la integración y el desarrollo de habilidades sociales (Simarro y Couso, 2018 y Cheong y Boo, 2015) pero para otros autores el aprendizaje cooperativo a través del STEAM va mucho más allá y promueve la autoestima y la efectividad (Da Silva y Azambuja, 2020). El STEAM a través de la Robótica promueve un aprendizaje activo e interactivo, con el que los jóvenes además de desarrollar las competencias informáticas, logran también las del área de ingeniería y la creatividad (Casado y Checa-Romero, 2020; Simarro, *et al.* 2016; Higuera, *et al.* 2019).

El Tinkering, refiere a una forma de trabajar a través del retoque, es decir, buscando la innovación o el mejoramiento de algo que ya está hecho a través del STEAM, esta herramienta

busca potenciar la innovación, los procesos mentales, la creación y establece la relación entre lo físico y lo virtual (Sánchez, 2019). Por su parte, Casado y Checa-Romero (2020) señala que dentro del STEAM los modelos de Entornos de Aprendizaje Constructivistas (EAC) y del aprendizaje por indagación de Suchman, se plantean como propuestas que se originan con el planteamiento de un problema o de una interrogante que incita al estudiante a buscar alternativas posibles para dar una solución o una respuesta a través de la indagación de sus conocimientos previos, la exploración y, posteriormente la construcción de nuevos conocimientos aplicando estos métodos a través del STEAM, se ofrece al estudiante diversos sistemas de interpretación a través del razonamiento. Finalmente, Barak y Assal (2018) propone que a través del Learning Management System (LMS), es decir, de diversos softwares de gestión de aprendizaje, se pueden desarrollar actividades que involucre STEAM con el propósito de que el estudiante desarrolle habilidades para administrar, distribuir y controlar las situaciones de aprendizaje en un entorno virtual.

Cómo se acaba de observar, todos estos métodos propuestos por los autores se sustentan en metodologías activas y están directamente orientadas al desarrollo de actividades prácticas bajo estrategias que promuevan el desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo, lógico y racional y de forma integral y contextualizada, de manera tal que los conocimientos sean construidos en función de lo que realmente es útil para el individuo y con recursos que sean de fácil acceso, explotando la creatividad del individuo y la conjugación de diversos conocimientos para lograr una cosmovisión (Tsurusaki, Tzou, Conner y Guthrie, 2017).

APORTES DE LA METODOLOGÍA STEAM A LA INTERDISCIPLINARIEDAD CURRICULAR

En cuanto a los aportes de la metodología

STEAM a la interdisciplinarietà curricular, Caplan y Aldana (2019) señalan que esta metodología promueve la potencialización de competencias tanto de docentes como de estudiantes en las áreas científicas permitiendo el desarrollo de habilidades para enfrentar las demandas y los retos del siglo XXI. Apoyando este criterio, Tsurusaki, *et al.* (2017) señalan que la metodología STEAM ha permitido cambiar la forma en que se perciben las ciencias y su aprendizaje, dando una orientación más didáctica a la misma y cambiando el temor y el rechazo que ha consolidado sobre ella, en otras palabras, esta metodología ha aportado un cambio en la cosmovisión científica. Por su parte, Sinc y Alvarado (2019) consideran que esta metodología contribuye a abordar diversos contenidos de manera sistemática y consecutiva, permitiendo y promoviendo la innovación en la práctica educativa, adecuándola a los contextos en que se construye el conocimiento y que permite un aprendizaje real.

Otros de los aportes de esta metodología, según los planteamientos de estos autores, es que la misma requiere de limitados recursos económicos por lo que se sustenta en la creatividad y en el uso de los recursos que se encuentran en el contexto, disminuyendo en gran medida los gastos que se generan o generaban para lograr un aprendizaje científico.

En otro orden de ideas, Higuera, Guzmán y Rojas (2019) sostienen que esta metodología promueve el desarrollo de hábitos de estudio y el desarrollo de la disciplina por parte del estudiante para lograr su proceso de aprendizaje y a nivel universitario se sustenta en el desarrollo de proyectos, lo que permite la puesta en práctica del método científico y con ello, mayor elaboración de artículos científicos y aprendizajes empíricos. Así mismo, Higuera, Guzmán y Rojas (2019) detallan que a través del STEAM los estudiantes obtienen grandes ganancias en el aprendizaje porque construyen un conocimiento duradero

y mejoran la comprensión conceptual de los diversos fenómenos y sus respectivas variables.

Otro de los aportes del STEAM, es que el mismo ayuda a mejorar significativamente las capacidades de aprendizaje de investigación, activa en los estudiantes e incrementa la motivación e intereses de los mismos promoviendo la cooperación, experimentación y el trabajo en grupo (Ahn y Choi, 2015).

Por su parte, para Santillán, Cadena y Cadena (2019) el aporte del enfoque STEAM al ámbito educativo, consiste en descubrir soluciones globales a los diversos problemas que surgen en la vida real del ser humano y en diversidad de circunstancias. Estas acciones permiten desarrollar el pensamiento complejo y promueve un cambio en el sistema educativo, a través de la activación de transformaciones curriculares necesarias para promover el pensamiento complejo. De igual manera, Santillán, *et al.* (2019) consideran que un aporte significativo del STEAM al proceso curricular es que permite la elaboración de programas sólidos.

En general, puede señalarse que el STEAM favorece la construcción de un aprendizaje más significativo, donde el estudiante construye su propio conocimiento a través de actividades de experimentación (Salgado, Alsina y Filgueira, 2020), favorece la capacidad creativa para la resolución de problemas (Casado y Checha, 2020), mejora la comprensión de los procesos cognoscitivos para la resolución de problemas (Kim y Chae, 2016) y posibilita la construcción de diversos conocimientos, relacionados con los principios educativos del currículo (Alsina, Filgueira y Salgado, 2020).

APORTES STEAM EN LAS COMPETENCIAS DOCENTES

Casado y Checha (2020) y Arabit y Prendes (2020) señalan que, aunque el enfoque STEAM ha aportado en gran medida al desarrollo de los

procesos curriculares aún quedan muchas cosas por evaluar, y entre ellas, las competencias docentes. En tal sentido y tomando las palabras de estos autores, para llevar a cabo esta metodología en los diferentes niveles educativos y lograr a través de ella la integración de las diversas áreas y una verdadera construcción del conocimiento por parte del estudiante a través de un aprendizaje activo y significativo, es necesario avanzar en la actual falta de capacitación de los docentes en el enfoque STEAM para lograr su correcta aplicación.

De esta forma, para asegurar un correcto desarrollo de la metodología STEAM en los procesos curriculares, es preciso que los docentes conozcan y reconozcan la metodología STEAM como una propuesta integradora que desarrolla competencias, favorece la comprensión de los contenidos, entornos y circunstancias de aprendizaje, diversifica los métodos de enseñanza-aprendizaje, induce a los estudiantes a participar en el aprendizaje y facilita la evaluación y la calificación individual (Kim y Kim, 2016; Hong, 2016; Kim y Bolger, 2017). En tal sentido, se plantean un conjunto de indicadores (ver anexo 1) que permiten a los docentes saber si realmente conocen la metodología y si la aplican correctamente en los procesos curriculares (Kim y Kim, 2016), sirviendo entonces como herramientas para evaluar la competencia docente en la educación STEAM y que permiten de este modo orientar un proceso de reflexión que permita mejorar el ejercicio docente (Don y Colleen, 2016).

A partir de lo anterior se destaca que una correcta aplicación del enfoque STEAM depende en gran medida de un diseño cuidadoso de la metodología del curso y especialmente de las tareas de los estudiantes en la clase; por ello, los docentes deben ser los primeros en desarrollar y construir conocimientos con este tipo de enfoque para que pueda ajustarlo a los requerimientos de los niños, además, deben

establecerse un conjunto de pasos que permita su adecuado desarrollo (Barak y Assal, 2018).

Confirmando este planteamiento se encuentra lo señalado por Herro y Quigley (2017) quienes a través de su estudio comprueban que con una adecuada formación (basada en la práctica de STEAM), los profesores aumentan su comprensión de esta metodología, lo cual se convierte en un paso efectivo para la transformación de la práctica pedagógica, al desarrollar habilidades para enseñar contenido de una forma dinámica como integración de contenidos de diferentes áreas, lograr la comprensión de los estudiantes a través de actividades contextualizadas, determinar el nivel de comprensión de los estudiantes, estimular las actividades de aprendizaje a través de la resolución de problemas y hacer cuestionamientos para inducir el pensamiento racional en el estudiante (Kim y Kim, 2016).

CONCLUSIONES

Al llevar a cabo la revisión sistemática de la literatura se lograron identificar diversos aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares, entre las que cabe señalar que la misma permite la construcción de un conocimiento integral, complejo e interdisciplinar a través de metodologías activas que promueven el desarrollo del pensamiento crítico, creativo, reflexivo, lógico y sobre todo el desarrollo de los procesos cognoscitivos.

A través de la revisión se pudo establecer la fundamentación teórica de la metodología STEAM en el ámbito educativo, concluyendo que esta permite: potenciar la formación y capacidad creativa en las competencias tanto de niños como de docentes; obtener un aprendizaje significativo que parte de una investigación científica y conlleva un sentido interdisciplinario y complejo; abordar los aprendizajes de manera amplia y completa a través de resolución de problemas (Costantino, 2018); el desarrollo

de competencias tanto de docentes como de estudiantes en las áreas científicas, otorgando un sentido más didáctico a las mismas; el abordaje sistemático y consecutivo de los contenidos; la innovación en la práctica educativa, así como los hábitos de estudio y el desarrollo de la disciplina por parte de los estudiantes; el aprendizaje a través del método científico y la promoción de artículos científicos; mejorar significativamente las capacidades de aprendizaje de investigación, activa en los estudiantes e incrementar la motivación promoviendo la cooperación, experimentación y el trabajo en grupo.

De igual manera se pudieron identificar los diferentes métodos del enfoque STEAM en el ámbito educativo entre los que se pueden mencionar el Aprendizaje Basado en Proyectos; el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL), el TPACK, la cultura Maker, la etno-matemática, los juegos didácticos, el aprendizaje cooperativo, la robótica, el tinkering, el aprendizaje por indagación de Suchman, los modelos de entornos de aprendizaje constructivistas (EAC) y el Learning Management System (LMS).

Así también se puede evidenciar que este enfoque se sustenta en metodologías activas y está directamente orientada al desarrollo del pensamiento crítico, reflexivo, lógico y racional, de manera integral y contextualizada (Santillán-Aguirre, *et al.* 2020), lo cual lleva a concluir que el STEAM emplea diversas herramientas y métodos que se ajustan a las necesidades de la población estudiantil y de las formas de enseñanza de los docentes.

La incorporación de las Artes en conjunto con otras ciencias en la metodología STEAM, tienen un horizonte único que consiste en crear un ambiente de experimentación, aprendizaje entre pares, trabajo en equipo y resolución de problemas (Agreda, Ortiz y Trujillo, 2016), bajo los principios de instrucción diferenciada y de Diseño Universal para el Aprendizaje

(UDL) (Kanari y Zoi, 2020), los cuales apoyan la importancia de promover políticas sobre la enseñanza apoyada en la práctica (Clapp y Jiménez, 2016).

Diversos estudios demuestran que tanto en estudiantes (Moon y Kang, 2017; Don y Colleen, 2016) como en docentes (Zambrano, 2017), la metodología STEAM ha causado un impacto positivo en su proceso formativo, lo que refuerza los diferentes aportes de la metodología STEAM en los procesos curriculares.

Finalmente, puede señalarse que el STEAM es una metodología abierta que permite tanto a docentes como a estudiantes aprender de manera integral, que respeta la individualidad, pero que como toda innovación requiere de procesos de adecuación y renovación pedagógica para ajustarse a las diferentes realidades y aplicarse así de manera efectiva y pertinente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A Sinc, E. y Alvarado S. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana, Edición especial*, 1 - 12. DOI: <https://doi.org/10.37611/IB0oI01 - 12>
- Agreda, M., Ortiz, A., Trujillo, J. (2016). Adquisición de competencias STEAM: propuesta didáctica en el Grado de Educación Primaria de las Facultades de Ciencias de la Educación de Jaén y Granada. En, Roig-Vila, R. (Ed.). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*, 23-31, España: Octaedro editores.
- 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/EI%20futuro%20de%20la%20educaci%C3%B3n%20de%20cara%20a%20los%20retos%20del%20siglo%20XXI.pdf?sequence=1>
- Ahn, H. & Choi, Y. (2015). Analysis on the effects of the augmented reality-based STEAM program of education. *Advanced Science and technology Letter*, 92, 125-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2015.92.26>
- 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
- Alexander, W. y Saylor, J. (1970). *Planeamiento del Currículo en la escuela moderna*. Buenos Aires: Troquel.
- Alsina, A. (2020.). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. *Revista iberoamericana de Educación Matemática*, 58, 168-190. Recuperado de: <http://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/69/30>
- Alsina, Á. y Salgado, M. (2018). Land Art Math: una actividad STEAM para fomentar la competencia matemática en Educación Infantil. Edma 0-6. *Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 1-11.
- Alsina, A., Filgueira, S. y Salgado, M. (2020). Argumentación matemática a través de actividades STEAM en educación infantil. *Epsilon: Revista de la Sociedad*

- Andaluza de Educación Matemática "Thales", (104), 45-57. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7488749>
- 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/>
- Arabit, J. y Prendes, M. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 57. DOI: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- Araujo, M. (2011). Las revisiones sistemáticas (I). *Revista Biomédica Medware* 11(11), e5220. DOI: 10.5867/medwave.2011.11.5220.
- Barak, M. & 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>
- Brown, J. (2016). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education*, 17(4), pp. 52–56.
- Campbell, D.S. & Caswell, H. L. (1935). *Curriculum Development*. New York: Book Company.
- Caplan, M. y Aldana, W. (2019). Experiencias STEAM en América Latina como metodología innovadora de educación. *Revista Internacional de Educación STEM*. 1-9.
- 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/>
- Casado, R. y Checa-Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 58, 51-69. DOI: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Caswell, H. (1950). Curriculum in Public School System. En Moulin, N. (1977) Concepto de currículum. *Revista especializada para América Latina y el Caribe*, 2(64), 1- 20.
- Cheong, L., y Boo, O. (2015). Elementary Pre-service Teachers and In-service Teachers' Perceptions and Demands on STEAM Education. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 8(1), 1–11. Recuperado de: <http://koreascience.or.kr/article/JAKO201515337344245.page>
- Chiu, A., Price, C., y Ovrhim, E. (2015). Supporting Elementary and Middle School Stem Education at the Whole-school level: A Review of The Literature. In NARST. Annual Conference.

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

- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014) Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*
- Clapp, E. P., & Jimenez, R. L. (2016). Implementing STEAM in maker-centered learning. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(4), 481–491. <https://doi.org/10.1037/aca0000066>
- 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.
- Costantino, T. (2018) STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education, *Arts Education Policy Review*, 119:2, 100-106, DOI: 10.1080/10632913.2017.1292973
- 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>
- Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching*. Third Edition. Nueva York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston.
- De Alba, Alicia (1991). *Las Perspectivas: Currículum: crisis, mito y perspectivas*. Distrito Federal – México: CESU UNAM.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: UNESCO–Santillana.
- Díaz-Barriga, F. (2012). *Metodología de diseño curricular para la educación superior*. México: Editorial Trillas.
- Diccionario Etimológico Español (2003). Currículo, p. 253.
- Diego, J., García, M., Blanco, T. y Ortiz, Z. (2018). Problemas en contextos reales para trabajar las matemáticas — Plataforma STEAMforYouth. *Sociedad de la Información*, (58), 29-38. Recuperado de: <http://www.sociedadelainformacion.com/58/stem.pdf>
- Domínguez, P., Oliveros, M. y Coronado, M. y Valdez, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación Educativa*, 19(80), 15-32. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v19n80/1665-2673-ie-19-80-15.pdf>
- Don, G. & Colleen W. (2016). The Art and Science of Looking: Collaboratively Learning Our Way to Improved STEAM Integration. *Art Education*, 69(6), 8-14. DOI: 10.1080/00043125.2016.1224822
- Doyle, W. & Carter, K. (1989). Classroom Research as a Resource for the Graduate Preparation of Teacher. En Woolfolk, A. (Ed.). *Research perspectives on the graduate preparation of Teacher*. Englewood Clif, New Jersey; Prentice-Hall.
- Doyle, W. (1983). Academic Work. *Review of Educational Research*, 53, 159-199.

- Doyle, W. (1995). *Los procesos del curriculum en la enseñanza efectiva y responsable*. IICE Revista de Investigaciones en ciencias de la educación.
- 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.
- 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>
- Gross, K. & Gross, S. (2016) transformation: Constructivism, Design Thinking, and Elementary STEAM, *Art Education*, 69(6), 36-43, DOI: 10.1080/00043125.2016.1224869
- Herro, D. & Quigley, C. (2017) Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators, *Professional Development in Education*, 43:3, 416-438, DOI: 10.1080/19415257.2016.1205507
- Herro, D., Quigley, C., Andrews, J., & 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>
- 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.
- Hong, O. (2016). STEAM Education in Korea: Current Policies and Future Directions. *Asian Research Policy*, 8(2), 92–102. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/328202165_STEAM_Education_in_Korea_Current_Policies_and_Future_Directions
- Jho, H., Hong, O., & Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1843–1862. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1538a>
- Kanari, C. & Zoi, A. (2020). Education of children with disabilities in no formal learning environments: a cross disciplinary approach of STEAM education in a technological museum in greece. *European Journal of alternative education studies*, 5(2), 1-34. Recuperado de: <https://www.oapub.org/edu/index.php/ejae/article/view/3188/5824>
- Kim, B. & Kim, J. (2016) Development and Validation of Evaluation Indicators for Teaching Competency in STEAM Education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2016, 12(7), 1909-1924 doi: 10.12973/eurasia.2016.1537a
- Kim, D., y Bolger, M. (2017). Analysis of Korean Elementary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans. *International Journal of*

- Science and Mathematics Education*, 15(4), 587–605. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-015-9709-3>
- Kim, H., & 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>
- Leong, J. (2017). *Teaching Through A STEAM Network*. Queensland University of Technology.
- Liao, C. (2016) From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education, *Art Education*, 69(6), 44-49,
DOI: 10.1080/00043125.2016.1224873
- Liao, C. Motter, J. y Patton, R. (2016) Chicas conocedoras de la tecnología: Aprendiendo habilidades del siglo XXI a través de STEAM *Creación de arte digital, Educación artística*, 69(4), 29-35,
DOI: 10.1080 / 00043125.2016.1176492
- López, M. (2019). Implementación y articulación del STEAM como proyecto institucional. *Latin American Journal of Science Education*, 6(12084), s/p. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/333878831_Implementacion_y_articulacion_del_STEAM_como_proyecto_institucional
- 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:
https://www.researchgate.net/publication/341909377_Educacion_STEMSTEAM_Modelos_de_implementacion_estrategias_didacticas_y_ambientes_de_aprendizaje_que_potencian_las_habilidades_para_el_siglo_XXI
- 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-del-sistema-de-trabajo-compartido-para-revisiones-sistematicas-de-la-evidencia-cientifica-y-lectura-critica-plataforma-flc-3-0//web01-a2justic/es/>
- 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>
- Manterola, C., Astudillo, P., Arias, E. y Claros, N. (2011). Revisiones sistemáticas de la literatura. Que se debe saber acerca de ellas. *Revista Cirugía Española*, 91(3), 149-155. DOI: 10.1016/j.ciresp.2011.07.009

- 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.
- Moon, S., y Kang, K. (2015). Trend of STEAM Education-related Domestic Studies Focusing on Physics-related Studies. *New Physics: Sae Mulli*, 65(12), 1199–1208. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/288887038_Trend_of_STEAM_Education-related_Domestic_Studies_Focusing_on_Physics-related_Studies
- 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.
- Moreira M. y Greca, I. (2003). Cambio Conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo. *Ciência & Educação*, 9 (2), 301-315.
- Ojeda, R. y Agüero, F. (2019). Globalización, Agenda2030eimperativodelaeducación superior: reflexiones. *Conrado*, 15(67), 125-134. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000200125&lng=es&lng=es.
- Oksuz, M. & Buyukakmanlar, H. (2019). Reflections on the talking cells project: a STEAM. Approach to Learning. *International Journal of Computer Science Education in Schools*. DOI:10.21585/ijcses.v0i0.49
- 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
- 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>
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. y Arriasecq, I. (2018). Construcción de un marco teórico para el enfoque STEAM en la Educación Primaria. En, Martínez, M. *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (823-828). España: Universidade da Coruña
- Ozkan, G., y Topsakal, U. (2017). Examining Students’ Opinions about STEAM Activities. *Journal of Education and Training Studies*, 5(9), 115–123. DOI: [10.11114 / jets.v5i9.2584](https://doi.org/10.11114/jets.v5i9.2584)
- Park, H. J., Byun, S., Sim, J., Han, H., y Baek, Y. (2016). Teachers’ Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science y Technology Education*, 12(7), 1739–1753.

- 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.451-460), Madrid: Santillana.
- Quesada S., M., Cedeño, M. y Zamora, J. (2011). *El diseño curricular en los planes de estudio: aspectos teóricos y guía metodológica*. Heredia, Costa Rica: Editorial Universidad Nacional EUNA.
- Quinnell, R. (2019). Shifting from STEM to STEAM - Reflecting on Academic Identity and Scholarship. *IJISME International Journal of Innovation in Science and mathematics education*, 27(7), 1-9. Recuperado de: <https://openjournals.library.sydney.edu.au/index.php/CAL/article/view/13797/12440>
- Robredo, J. (s/f). *El currículo como proceso*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.
- 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-de-actividades-STEAM-en-educacion-infantil.pdf
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura Maker. *Padres y maestros*, 379, 45-51. DOI: 10.14422/pym.i379.y2019.008
- Sanders, M (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. The Technology Teacher. *International Technology Education Association*. 20-26. Recuperado de: <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence>
- 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>
- Santillán-Aguirre, J., Santos-Poveda, R., Jaramillo-Moyano, E. y Cadena-vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en educación superior. *Polo del conocimiento*, 48(5), 467-492. DOI: 10.23857/pc.v5i8.1599
- Serrano, J. y Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>
- Simarro, C. y Couso, D. (2018). Visiones en educación STEAM: y las mates, ¿qué? *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, (81), 49-56. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6874927>
- Simarro, C., López, V., Cornellá, P, Peracaula, M., Niell, M. y Estebanell, M. (2016). Más allá de la programación y la robótica educativa: el pensamiento computacional en la enseñanza STEAM en infantil y primaria. *Ciencias*, (32), 38-

46. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ciencias.27>

Sousa, D.A. y Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Thousand Oaks. CA:SAGE.

Stenhouse, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata.

Tsurusaki, B., Tzou, C., Conner, L. & 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>

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>

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

Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Recuperado de: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

Zambrano, K. (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14, 39-52. DOI: <https://doi.org/10.21500/01235826.3796>

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>

Zea, A. y González, S. (2015). Los procesos curriculares y la formación del profesorado universitario. En. Peña, J. y González, S. (eds.). *Ciencias de la Docencia Universitaria*. Nayarit - México: ECORFAN. Recuperado de: https://www.ecorfan.org/proceedings/CDU_IV/CDUIV_10.pdf

ANEXO 1. Indicadores de la aplicación de la metodología STEAM en los procesos curriculares por parte de los docentes

Para determinar si los docentes conocen la metodología y si la aplican correctamente en los procesos curriculares (Kim y Kim, 2016) se cuenta con los siguientes indicadores que sirven como herramientas para evaluar la competencia docente en la educación STEAM y de este modo orientar un proceso de reflexión que permita mejorar el ejercicio docente (Don y Colleen, 2016):

1. Comprender el plan de estudios de las materias relacionadas con STEAM
2. Analizar y reorganizar el plan de estudios para las clases de STEAM
3. Comprender claramente el contenido
4. Organizar los contenidos para que se puedan conectar e integrar de forma natural
5. Seleccionar correctamente conceptos y contenidos importantes de la materias

6. Sugerir claramente los objetivos y contenidos educativos para aprender en términos de convergencia
7. Despertar la motivación de aprendizaje de los estudiantes sugiriendo situaciones concretas relacionadas con su vida real
8. Proporcionar actividades concretas relacionadas con los contenidos de aprendizaje, como experiencias y prácticas
9. Inducir la definición del problema por sí mismo
10. Seleccionar y utilizar correctamente varios métodos de enseñanza
11. Instruir basándose en la cooperación con otros profesores
12. Incrementar la comprensión de los estudiantes explicando y conectando concretamente los contenidos
13. Inducir el procedimiento de aprendizaje a través de preguntas y comentarios
14. Inducir la utilización de los conocimientos relacionados con STEAM en la resolución de problemas; Inducir la participación activa
15. Guiar claramente a los estudiantes a través del proceso
16. Inducir la comunicación entre pares
17. Construir una atmósfera de aprendizaje abierta para la resolución creativa de problemas
18. Estimular las actividades de aprendizaje; Inducir el desempeño de la tarea mediante la cooperación
19. Determinar el grado de cumplimiento de las tareas por parte de los estudiantes y dar retroalimentación
20. Verificar el nivel de finalización de la tarea
21. Diagnosticar los procesos de aprendizaje de los estudiantes
22. Descubrir los conceptos erróneos y aclararlos
23. Determinar constantemente el grado de participación de los estudiantes en clase, como su interés y actitudes, y
24. Desarrollar materiales de clase STEAM