

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ
Facultad de Educación**



Aportes de STEAM en el aspecto curricular y la didáctica de la educación secundaria

Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Educación Secundaria con especialidad en Lengua y Literatura que presenta:

Adriana Margarita Turriate Guzman

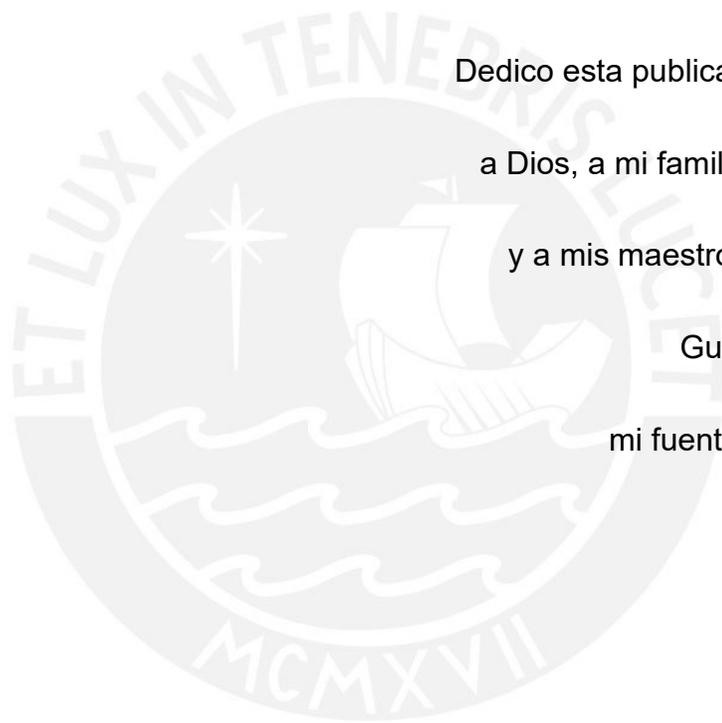
Asesora:

Veronica Milagros Castillo Perez

Lima, 2022

Dedicatoria

Dedico esta publicación académica
a Dios, a mi familia, a mis amigos
y a mis maestros, en especial a
Guadalupe Suárez,
mi fuente de inspiración.



Resumen

STEAM es un constructo en formación que agrupa los conocimientos de las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática. Suma la A para distinguir a las Artes, las cuales aportan la cuota creativa en el proceso de aprendizaje. Sus aportes en el ámbito educativo han sido estudiados por investigadores de países como China, Australia, EE. UU., España, México, Colombia, entre otros. En la presente investigación, se parte de la pregunta: ¿Cuáles son los aportes del enfoque STEAM a la Educación Secundaria, que se documentaron en artículos de revistas indexadas, entre los años 2011 a 2021? Asimismo, a través del enfoque cualitativo y la investigación documental, se describe la categoría “Aportes de STEAM”. Para la selección y revisión de las fuentes secundarias, se aplicó un muestreo selectivo, intencional o a juicio del investigador. Luego de revisar la información, se concluye que identificar los fundamentos de STEAM permite comprender su importancia. A su vez, identificar los aportes de STEAM a la didáctica permite conocer cómo se entrelazan los enfoques pedagógicos, metodologías activas y recursos didácticos. Finalmente, se muestra su rol catalizador en la comunidad académica y el amplio debate que se suscita para determinar su naturaleza y los aportes a la didáctica de la Educación Secundaria, en tanto se propone como un objetivo político que contribuye al cierre de brechas sociales y garantiza los aprendizajes en las áreas curriculares que componen STEAM.

Palabras clave: STEM, STEAM, Educación Secundaria, Metodologías activas

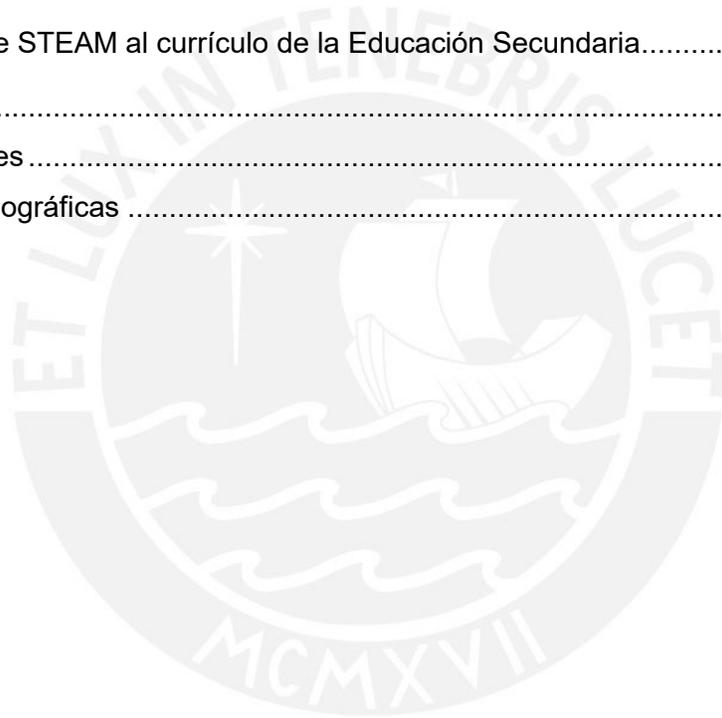
Abstract

STEAM is a construct in formation that groups the knowledge of Science, Technology, Engineering and Mathematics. Add the A to distinguish the Arts, which contribute the creative share in the learning process. His contributions in the educational field have been studied by researchers from countries such as China, Australia, USA, Spain, Mexico, Colombia, among others. In the present investigation, we start from the question: What are the contributions of the STEAM approach to Secondary Education, which were documented in articles of indexed magazines, between the years 2011 to 2021? Likewise, through the qualitative approach and documentary research, the category "STEAM Contributions" is described. For the selection and revision of the secondary sources, a selective, intentional or investigator's judgment sampling was applied. After reviewing the information, it is concluded that identifying the fundamentals of STEAM allows us to understand its importance. In turn, identifying the contributions of STEAM to didactics allows knowing how pedagogical approaches, active methodologies and didactic resources are intertwined. Finally, its catalytic role in the academic community and the broad debate that arises to determine its nature and contributions to the didactics of Secondary Education are shown, as it is proposed as a political objective that contributes to closing social gaps and guarantees learning in the curricular areas that make up STEAM.

Key Words: STEM, STEAM, Secondary Education, Active Methodologies

Índice

Introducción	6
Capítulo 1. Fundamentos de STEAM.....	15
1.1. Historia	15
1.2. Definición.....	18
Capítulo 2. Aportes de STEAM a la Educación Secundaria	21
2.1. Aportes de STEAM a la didáctica de la Educación Secundaria	21
2.2. Aportes de STEAM al currículo de la Educación Secundaria.....	32
Conclusiones	45
Recomendaciones	47
Referencias Bibliográficas	48



Introducción

STEAM es un constructo en formación, al cual la literatura especializada le atribuye la función de un catalizador. Esto ocurre en diversos ámbitos académicos, en los cuales se emplea su mirada integradora, el uso de la tecnología, su capacidad para la interdisciplinariedad y la inclusión del enfoque de sostenibilidad, así como el desarrollo de capacidades. STEAM agrupa los conocimientos de las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática, suma la A para distinguir a las Artes, las cuales aportan la cuota creativa en el proceso de aprendizaje. Al principio se le denominó STEM, nació para despertar las vocaciones científicas y motivar el estudio de las carreras de ingeniería. No obstante, luego de recibir críticas sobre la omisión de las disciplinas que contribuyen con la formación humana, se incluyeron a las artes. No obstante, en otros países, como Colombia, la A se cambió por H para ampliar el panorama e incluir a las Humanidades (Cano et al, 2020). Luego de una revisión exhaustiva de artículos científicos de revistas indexadas los estudios sobre experiencias educativas STEM arribaron a tres escenarios.

El primero se concentra en el ámbito político e impactó directamente sobre las propuestas del sector educativo. En este espacio, STEM se valora como objetivo político y su finalidad es contribuir con la Agenda 2030 de la ONU. En el segundo escenario, STEM evoluciona hasta CHEER, un espacio que agrupa diversas experiencias de trabajo educativo. Los resultados de las investigaciones publicadas en revistas científicas de las bases Scopus y Ebsco contienen propuestas enriquecedoras a nivel didáctico y recogen diferentes metodologías, técnicas y estrategias para que las competencias STEM/STEAM se desarrollen en el estudiante. En este aspecto, STEAM se caracteriza como un enfoque o metodología interdisciplinaria. El tercer escenario es impulsado por la empresa privada, la cual articula con diversos actores políticos y académicos. La iniciativa que más destaca se denomina Territorio STEM/ Territorio STEAM y es impulsado por la Fundación SIEMENS. En dicho ámbito, STEAM establece los lineamientos para la elaboración de recursos educativos y de actividades masivas para despertar el interés de la comunidad en la ciencia, mediante uso de kits electrónicos.

La discusión entre los académicos continúa. No obstante, la literatura especializada le brinda mayor atención al primer escenario, el cual considera el más idóneo para denominar a las iniciativas que buscan cerrar brechas y garantizar la formación de ciudadanos para el desarrollo sostenible. Bajo esta perspectiva, STEM o STEAM, exige que se apliquen cambios a nivel político, curricular y didáctico de acuerdo con el contexto local, el cual es diverso y puede contar con más de una brecha social. Asimismo, se aprecia la intención de STEAM por valorar el pensamiento científico, el cual encuentra al error como un motivador para arribar a futuros descubrimientos.

A su vez, considera la formación humana con visión sostenible, comprometida con el bienestar común y el desarrollo de capacidades. A ello, se suma la exigencia de la evaluación en todas las actividades educativas, las cuales deben garantizar el aprendizaje de algunas de las materias que componen STEM. Dichas condiciones validan la correcta integración a las políticas educativas y al currículo de un país. Por ello, la investigación se enmarca en la línea de Currículo y Didáctica, puesto que documenta la contribución de STEAM como objetivo político, enfoque y recurso educativo, en el nivel de Educación Secundaria y sus equivalentes en otros países.

Por lo expuesto, STEAM emerge como una oportunidad para despertar el interés del mundo académico. Su efecto catalizador como objetivo político, como enfoque y como recurso educativo en una sociedad cada vez más aferrada a la tecnología y a la interacción a través del ordenador es documentada por investigadores de países como China, Australia, EE. UU., España, México, Colombia, entre otros. Para sistematizar dichas experiencias, se formula el siguiente problema de investigación: ¿Cuáles son los aportes del enfoque STEAM a la Educación Secundaria, que se documentaron en artículos de revistas indexadas, en el periodo 2011 - 2021?

Para dar respuesta, se plantea como objetivo general:

- Describir los aportes de STEAM a la Educación Secundaria que se documentaron en artículos publicados, en revistas indexadas, del 2011 a 2021.

Asimismo, como objetivos específicos se plantea:

1. Identificar los fundamentos de STEAM que se documentaron en artículos de revistas indexadas, en el periodo 2011 - 2021
2. Identificar los aportes de STEAM a la didáctica en la Educación Secundaria que se documentaron en artículos de revistas indexadas, en el periodo 2011 - 2021
3. Detallar los aportes de STEAM al currículo de la Educación Secundaria que se documentaron en artículos de revistas indexadas, en el periodo 2011 - 2021

La metodología que orienta esta investigación está planteada desde un enfoque cualitativo. El cual permite interpretar los fenómenos sociales, ya que se concentra en el estudio de los hechos y actúa como una fotografía de la realidad en un momento y tiempo específico. Salgado (2007), citando a Jiménez-Domínguez (2000), señala que “los métodos cualitativos parten del supuesto básico de que el mundo social está construido de significados y símbolos”. Debido a ello, posee diversas formas de interpretación, ya que puede generar percepciones diferentes entre quienes se encuentran habitualmente involucrados y quienes se acercan a observar el escenario por primera vez. Conocer el origen de esta dinámica, sus causas, consecuencias y registrar su evolución es lo que convoca a los científicos sociales.

El método responde a una investigación documental, que implica la búsqueda, revisión e interpretación de datos secundarios en fuentes documentales electrónicas e impresas (Arias, 2016; Revilla, 2020). La información recolectada consolida investigaciones de las bases Ebsco y Scopus, lo cual permite sistematizar

“datos más dispersos” (Muñoz, 2018) y garantizar la calidad de los textos seleccionados para la presente investigación. Para el recojo de la información se emplea como técnica el análisis documental, puesto que es necesario extraer información para documentar la categoría “Aportes de STEAM” mediante la elaboración de fichas textuales y de resumen (Caballero, 2014). A su vez, el instrumento que se emplea es la matriz de análisis documental, la cual recolecta los datos sin alterar los resultados de los estudios.

Para la selección y revisión de las fuentes secundarias, se aplicó un muestreo selectivo, intencional o a juicio del investigador, “por sus posibilidades de ofrecer información profunda y detallada sobre el asunto de interés para la investigación” (Martínez-Salgado, 2012). Se realizaron cuatro búsquedas de información bajo el criterio de calidad y pertinencia (Arias, 2016). Al respecto, Hernández (2010) precisa que este enfoque permite al investigador “recolectar datos sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia”. Incluso, es factible concretar cambios en el transcurso de la investigación, ya que en el proceso se puede identificar si la unidad de análisis es pertinente o no. El proceso se detalla a continuación, en la Tabla 1.

Tabla 1

Proceso de búsqueda de información

N°	Base de datos	Criterios de búsqueda	Total de artículos	Criterios de exclusión	Artículos seleccionados
1	EBSCO	<p>Operadores Booleanos: STEAM and Education</p> <p>Ampliadores Buscar también dentro del texto completo de los artículos Aplicar materias equivalentes</p> <p>Limitadores Texto completo Fecha de publicación: 2011/01/01 – 2021/12/31</p> <p>Tipo de recurso Publicaciones académicas</p> <p>Idioma Spanish</p>	158	<p>Artículo de libre acceso</p> <p>Artículo en español</p> <p>Debe mencionar en el título, abstract o Keywords la palabra STEAM</p>	8

2	Scopus	(TITLE-ABS-KEY (steam) AND TITLE-ABS-KEY (education)) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Spain") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Chile") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Colombia") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Ecuador") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Peru") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Venezuela")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "STEAM") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Education") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "STEAM Education"))	18	Artículo de libre acceso Artículo en español o inglés Debe mencionar en el título, abstract o Keywords la palabra STEAM	6
3	MDPI	https://www.mdpi.com/ Search Parameters: Keywords = steam Article type = Article	1503	Artículo de libre acceso Artículo en inglés Debe mencionar en el título, abstract o Keywords la palabra STEAM Debe incluir investigaciones referidas a Educación Secundaria o sus grados equivalentes a nivel internacional	11
4	Referencias bibliográficas de artículos seleccionados			Artículo de libre acceso Texto en español o inglés Debe proceder de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados en la búsqueda 1, 2 y 3.	17

En las dos primeras búsquedas, se verificó que los textos pertenecieran a la base de datos Ebsco o Scopus, ya que reúnen investigaciones de revistas científicas reconocidas y que son revisadas por pares. De esta forma, se aplica el criterio de calidad. En sus páginas web, se encuentra la siguiente información:

“EBSCOhost ofrece artículos de alta calidad con licencia de editores de renombre y reconocidos por el sector bibliotecario, elegidos para satisfacer las necesidades específicas de los investigadores” (EBSCO, 2022). Por su parte, “...the content on Scopus comes from over 7,000 publishers that must be reviewed and selected by an independent Content Selection and Advisory Board (CSAB) to be, and continue to be, indexed on Scopus” (Elsevier, 2022)

Para la tercera búsqueda, se recurrió a MDPI, un conjunto de revistas de acceso abierto indexadas en Scopus. Se realizó ello, debido a que cuatro de las publicaciones seleccionadas en la búsqueda Scopus pertenecían a dicha organización editorial. Se revisaron todos los resultados y se escogieron solo aquellos que incluyeron la palabra STEAM en el título, el abstract o las keywords. Además, el artículo debía detallar una investigación sobre Educación Secundaria o en grados equivalentes. Sobre MDPI, su portal web señala:

MDPI is an academic open access publisher based in Basel, Switzerland, and was initially founded in 1996 to collect and preserve rare chemical research samples. To support the samples project, MDPI started the journal *Molecules* the same year. Since 1996, MDPI has grown into a publishing house with over 360 journals and with offices in Beijing and Wuhan (China), Barcelona (Spain), Belgrade (Serbia), Cluj (Romania), Manchester (UK), Tokyo (Japan), Craców (Poland), Toronto (Canada) and Singapore. MDPI is backed by more than 115,000 academic experts who support our mission, values, and commitment to providing high-quality service for our authors. (MDPI, 2022)

La cuarta búsqueda nació producto de una segunda revisión en las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con la finalidad de encontrar el origen de las fuentes citadas por los autores. La pertinencia se alcanzó al revisar el total de investigaciones que emergieron al concretar las cuatro búsquedas. Solo se retiraron los materiales duplicados y aquellos que no

presentaban la palabra STEAM en el título, *abstract* o *keywords*. Los *papers* seleccionados se dividieron en dos: documentos que permiten responder el objetivo específico 1 y documentos que permiten responder los objetivos específicos 2 y 3. En este último se consideró solo artículos científicos que relatan experiencias educativas del nivel secundario de Educación Básica Regular o de grados internacionales equivalentes.

Para el análisis de la información, se recurre a la técnica de reducción de datos. A su vez, la organización de la información se realizó mediante el proceso de categorización, codificación y representación. Al respecto, Rodríguez, Lorenzo y Herrera (2005), señalan lo siguiente:

(...) categorización es el proceso mediante el cual se clasifica conceptualmente una unidad, la codificación no es más que la operación concreta por la que se asigna a cada unidad un indicativo (código) propio de la categoría en la que se considera incluida (p.141).

A su vez, Sandoval (2002) señala que este proceso pasa por tres etapas. El inicio corresponde a la descripción y transcripción literal de la información, lo que permite acopiar las evidencias. Un primer aspecto del procesamiento de la información tiene que ver con la organización. Luego, se segmentan los datos y se crean categorías, así como subcategorías, las cuales surgen gracias a un proceso de inducción. Por último, se realizará la triangulación de los hallazgos con la finalidad de interpretar y presentar de forma sintética los resultados.

Los principios éticos que rigen la presente investigación concuerdan con el artículo 8, capítulo I De Los Investigadores, del Reglamento del Comité de Ética en la Investigación (PUCP, s.f). Por ende, la investigadora se compromete a cumplir con los lineamientos estipulados en el documento. Asimismo, declara que la producción del presente estudio se limita a un análisis documental de la literatura disponible sobre los aportes del enfoque STEAM en la Educación Secundaria, por lo que no incluye experimentación con animales, humanos o ecosistemas. A su vez, se garantiza un trabajo minucioso y responsable sobre la gestión de la información.

Finalmente, se declara que no existen conflictos de intereses que puedan afectar la investigación.

Los hallazgos de la investigación apuntan a servir como insumo para investigaciones cuantitativas y cualitativas, ya que representan una actualización, así como un consolidado de la información disponible en las bases de investigación Scopus y Ebsco. Es necesario enfatizar que STEAM se convierte en una de las alternativas para forjar talento capaz de aprender a aprender, de brindar soluciones a problemáticas que afectan el desarrollo humano y de garantizar la comunicación, así como el trabajo cooperativo con otros (Zamorano et al., 2018). Al respecto, Asinc & Benites (2019, p.7), citan a Perelejo (2018), para señalar que la educación integradora propone soluciones a las problemáticas actuales mediante la aplicación de un análisis holístico, en el cual se considera que la realidad no puede ser interpretada de una única manera. STEAM es un constructo que ha convocado a diferentes sectores de la comunidad educativa y actores políticos. Documentar estas experiencias permitirá conocer cuáles son sus aportes en cada ámbito en el cual ha sido aplicado.

El presente documento se divide en dos secciones. La primera describe los fundamentos de STEAM, lo cual permite comprender sus tres niveles de acción: político, enfoque y recurso educativo. La segunda consolida los aportes de STEAM a la Educación Secundaria, es decir, sistematiza las iniciativas que impactaron en el Currículo y en la Didáctica educativa de diversos países. En ambos capítulos se incluye el análisis documental de los resultados. Asimismo, la investigación incluye las conclusiones de la investigación para una mejor comprensión del potencial que encierra STEAM. En primer lugar, los fundamentos de STEAM permiten comprender su relevancia, los motivos que despertaron la polémica y el impacto que puede obtener una experiencia educativa STEAM. La información que se proporciona responde el objetivo específico 1, minimiza confusiones y permite delimitar el alcance de un proyecto académico o una investigación cuantitativa. En segundo lugar, se describen los aportes de STEAM al Currículo y a la Didáctica. Para ello, se sistematizan artículos científicos que detallan experiencias educativas de nivel

secundario o sus equivalentes en diferentes países del mundo. Entre los aportes, se detalla su rol catalizador en la formación de las competencias para el siglo XXI, mediante el uso de enfoques pedagógicos y metodologías activas. A su vez, se describe su rol catalizador para forjar alianzas y articular a la empresa privada con diferentes actores de la comunidad educativa, lo cual redundó en sendas bases de recursos educativos y proyectos de alto impacto como los Territorios STEAM/STEM de Perú, México y Colombia. Finalmente, se muestra su rol catalizador en la comunidad académica y el amplio debate que se suscita para determinar su naturaleza y aportes al Currículo Nacional, lo cual, de acuerdo con los especialistas, al posicionarse como un objetivo político contribuye al cierre de brechas sociales y garantiza los aprendizajes en las áreas que componen STEAM.



Capítulo 1. Fundamentos de STEAM

STEAM es un constructo que despierta el interés de la comunidad científica, debido a su naturaleza integradora. Las publicaciones en inglés y español que relatan los resultados de su aplicación se incrementan cada año. Debido a ello, y con la finalidad de documentar sus aportes a la Educación Secundaria, se originó la presente investigación. En este primer capítulo, se aborda el proceso histórico y la definición que los textos académicos otorgan al constructo.

1.1. Historia

STEAM representa una tendencia en la educación a nivel mundial y el debate sobre su naturaleza, utilidad y alcances se mantiene en la academia. Su nombre se compone de las disciplinas que pretende fortalecer: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Actualmente, su mayor representante es Georgette Yakman, quien inició sus investigaciones sobre STEAM en 2006 y continúa hasta la fecha a través de su consultora Steam Education. En su trayecto, observó que conectar las materias incrementaba la capacidad de adaptación de los estudiantes. Esto mejoró la respuesta a los desafíos que se les proponían (STEAM Education, 2015). En poco tiempo, la implementación del enfoque atrajo la atención del gobierno surcoreano, lo cual representó el punto de partida para despertar el interés de la comunidad científica sobre los resultados de integrar STEAM a la educación.

Antes de denominarse STEAM e integrar a las artes, el término era STEM y “fue acuñado por la Fundación Nacional para la Ciencia (National Science Foundation) de Estados Unidos en la década de los 90” (Gamboa, 2019; López et al., 2021). No obstante, para Wang et al. (2018) su origen se remonta a una propuesta del Consejo de Nacional de Ciencias en 1986. Su aparición responde a la necesidad de incrementar personal capacitado para desenvolverse en puestos laborales vinculados al desarrollo científico. Carmona et al. (2019), citando a Chesky y Wolfmeyer (2015), concluye que STEM se encuentra al servicio de las agendas políticas y económicas, ya que preparar ciudadanos competentes para enfrentar

escenarios de crisis y proponer soluciones aplicando la tecnología, así como la creatividad.

Ruiz (2017) señala que su masificación en Norteamérica se logró gracias a la renovación de la Ley Carl D. Perkins de Educación Vocacional y Técnica, en 2006, y al informe *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future* por Academias Nacionales de Estados Unidos, en 2007. Ambos documentos avalaron la inversión de fondos públicos y la inclusión del enfoque en las políticas gubernamentales. Al poco tiempo, ingresó a Corea del Sur (2007), China (2007) y Taiwán (2010), debido a que evidenció las falencias del sistema educativo y el desinterés de los jóvenes en carreras que podrían asegurar la competitividad del país. Según Ruiz (2017), dicha información fue una revelación del informe Pisa (Organisation for Economic Co-operation and Development, OCDE, 2007). Por este motivo, el gobierno surcoreano invita a Georgette Yakman, investigadora especialista en STEM, con la finalidad de que asesore la implementación de una estrategia nacional para fortalecer la educación. Es necesario mencionar que, según Ruiz (2017), dicha experiencia evidencia la viabilidad de aplicar la propuesta educativa y es uno de los puntos en los cuales el término evoluciona de STEM a STEAM. Por otro lado, su incorporación en las políticas europeas es consecuencia del informe de la Comisión Europea (2012). En dicho documento, se mostró el descenso de los titulados en carreras vinculadas a las Matemáticas, Ciencias y Tecnología, pues la cifra pasó del 24,4%, en 2001, al 21,4% en 2010 (Ruiz, 2017).

Aunque recibió comentarios positivos y mucha apertura, STEM también recibió cuestionamientos. En primer lugar, el proceso de implementación era confuso. No se logró establecer el mecanismo para conectar las asignaturas (Gamboa, 2019). Este aspecto generó controversia sobre los resultados, ya que se podrían concentrar esfuerzos en una sola materia o realizar una conexión parcial entre las disciplinas. Ruiz (2017) documenta que investigadores especializados encontraron deficiencias en la propuesta STEM, puesto que carecía de una guía para la enseñanza y de instrumentos para evaluar los resultados. Asimismo, se

evidenció la ausencia de un currículum capaz de alcanzar los logros de la sesión y que considerara factores como el nivel del estudiante, el tiempo de dedicación al estudio, el tiempo para el desarrollo de la clase, el dominio del docente, así como las características y las metodologías propias de cada disciplina (Juvera y Hernández, 2021; García-Carmona, 2020).

En 2008, a través del ensayo de Yakman, surge el constructo STEAM. Su propuesta consiste en dinamizar el aprendizaje mediante la creatividad y la flexibilidad que las artes aportan. “La idea de “the arts” utilizada por Yakman (2008) es un concepto muy amplio que abarca campos como las artes del lenguaje, las artes liberales o ciencias sociales y las artes físicas además de las que tradicionalmente se han considerado como las bellas artes.” (Ruiz, 2017). Serón y Murillo (2020), citan a Pérez Tudela (2015), para señalar que “el arte fomenta la innovación y el diseño, el desarrollo de la curiosidad, la imaginación y la búsqueda de soluciones diversas a un único problema”. Asimismo, Harris y Bruin (2017) señalan que “(...) Arts are a vast field that transform cognitive activity and action into creative and critical thinking experience”.

La inclusión de las artes reavivó el debate en la comunidad académica. Para algunos, la “A” representaba a la creatividad. Para otros, concentraba a todas las disciplinas artísticas. La investigación se amplió y, actualmente, se puede encontrar información sobre STEM, STEAM, STEM+, STEM+H. Los dos últimos acrónimos se refieren a la inclusión de las Tecnologías de la Información y a las Humanidades, respectivamente. Asimismo, gracias al apoyo de instituciones sin fines de lucro, como la Fundación SIEMENS y el instituto Apoyo, STEAM se extendió con rapidez en Latinoamérica. El trabajo articulado con universidades de gran prestigio y entidades gubernamentales, como municipalidades y ministerios permitió que nacieran los Territorios STEM o Territorios STEAM, puntos estratégicos de difusión. De esta forma, la investigación sobre los usos y alcances del constructo se incrementó.

Al 2021, la literatura especializada documenta dos hallazgos importantes sobre STEAM. En Taiwán, se abre la discusión sobre CHEER (colaboración, humanidad, empatía, ecología y renacimiento), una faceta que replantea STEAM agregando mayor fuerza en el aprendizaje basado en el diseño. Todo ello con la finalidad de atender las exigencias de la empresa y contar con egresados que ostenten un perfil alineado a las competencias del siglo XXI (Lin et al., 2021). El segundo es que el debate sobre la naturaleza de STEAM parece llegar a su fin. Investigadores españoles y colombianos documentan sus aportes en el currículo y en el cierre de brechas (Domènech, 2021; Domènech, 2020; Cano et al., 2020; Santillán et al., 2019). Debido a ello, se le considera como un objetivo político. Dicha denominación le permite funcionar como un sistema en el cual convergen enfoques pedagógicos, metodologías y recursos didácticos. Asimismo, bajo este marco, el constructo omite la exigencia de concentrar en una sola actividad pedagógica todas las áreas STEAM o de alcanzar, incluso si el logro esperado no lo amerita, la multidisciplinariedad (Domènech, 2021).

1.2. Definición

De acuerdo con la literatura revisada, STEAM es un constructo polisémico en el que concurren aplicaciones a nivel de currículo, de enfoque, metodología y recurso didáctico. Su finalidad educativa es construir aprendizajes significativos sobre las áreas STEM y desarrollar el compromiso con el bienestar común, lo cual entrega a la tecnología un sentido social y de desarrollo humano (Carmona et al., 2019; Serrón, 2020; Zambrano, 2017). Las investigaciones documentan experiencias educativas que involucran el uso de casuísticas sobre las consecuencias del cambio climático, la sobrepoblación, el desarrollo de enfermedades nuevas, así como la creciente inclusión de la tecnología en la vida diaria. A su vez, se destaca el uso de diversos enfoques pedagógicos, metodologías activas e inmersivas, los cuales redundan en una mejora en las habilidades blandas y duras (Santillán et al., 2019; Sánchez, 2019; Zambrano et al., 2018). Para Asinc & Benites (2019), STEAM “prepara a las nuevas generaciones para el mundo tecnológico que les tocaría vivir en el nuevo milenio, preparándolos, tanto para la

vida laboral, como para la personal y social... en una sociedad globalizada y cambiante”.

A nivel político, STEAM influye sobre la propuesta educativa de un país, ya que permite formar profesionales conscientes de su rol en la sociedad, del impacto ambiental de la actividad en la que se desenvuelven y que buscan “que la tecnología sea realmente un bien público” (Dominguez et al, 2019; Cabrera-Medina et al., 2020). Cano et al. (2020), citando a Doménech (2019), señala que el constructo orienta la labor de las autoridades educativas para establecer un diseño curricular que fomente:

Vocaciones y competencia profesional: Promover las vocaciones científico-tecnológicas y su capacidad para afrontar nuevos retos.

Inclusión: Corregir el sesgo de género y socioeconómico en el acceso a estas vocaciones.

Ciudadanía: Formar a una ciudadanía competente para participar en la definición de la agenda de innovación e investigación

Asimismo, favorece la inclusión de la comunidad educativa en actividades de investigación científica (Santillán et al., 2019). Además de los textos citados, se encontró la tesis Análisis de la Metodología STEAM a través de la percepción (Pastor, 2018) y el artículo La educación STEAM y la cultura “maker” (Sánchez, 2019). Ambos estudios revisan los aportes del STEAM en el currículo educativo y establecen las competencias que refuerzan en el estudiante.

A nivel de enfoque o metodología, STEAM “privilegia tratar las ciencias y las tecnologías de forma integrada, con énfasis en sus aplicaciones en el mundo real” (Zamorano et al.,2018). Establece que su finalidad es preparar a las nuevas generaciones para impulsar el desarrollo científico-tecnológico mediante la creatividad y la innovación, ya que “permite integrar otros gustos e intereses de estudiantes que, a priori, no optarían por un itinerario formativo científico-tecnológico. Este podría ser el caso, por ejemplo, de los creadores de videojuegos

o de los diseñadores industriales” (Sánchez, 2019). A su vez, Asinc y Benites (2019) señalan que el enfoque permite “afrontar las diversas necesidades educativas actuales y desarrollar el pensamiento de los estudiantes desde en (sic) entornos inclusivos”.

A nivel de recurso educativo, STEAM representa la tendencia educativa de incluir kits de robótica educativa, lenguaje de programación, aplicaciones educativas, software libre, entre otros. Su uso fomenta la motivación entre los estudiantes, por lo que en diversas investigaciones se registran resultados positivos al emplear recursos educativos STEAM (Román-Graván et al., 2020).

Por todo lo expuesto, identificar los fundamentos de STEAM que se documentaron en revistas indexadas del 2011 al 2021 permite reconstruir los momentos clave sobre el desarrollo del constructo y facilita su definición. Asimismo, sistematiza el rumbo que el debate sobre su naturaleza y alcance posee actualmente: STEAM como objetivo político, como enfoque o metodología y como recurso educativo. En el siguiente capítulo, se detallarán los aportes de STEAM a la didáctica y al aspecto curricular en la Educación Secundaria que se documentaron en artículos de revistas indexadas, en el periodo 2011 – 2021.

Capítulo 2. Aportes de STEAM a la Educación Secundaria

La presente investigación documenta los aportes de STEAM en la Educación Secundaria. Para ello, se realizó una búsqueda de información en revistas indexadas en las bases de datos EBSCO y Scopus. Después de aplicar los filtros y revisar que cumplan con los criterios de selección, se obtuvieron 42 publicaciones científicas. Su contenido permite determinar los aportes de STEAM en la didáctica y en el Currículo de educación Secundaria o sus grados equivalentes a nivel internacional. En las siguientes líneas, se describen los hallazgos.

2.1. Aportes de STEAM a la didáctica de la Educación Secundaria

De acuerdo con Carrillo (2018), la didáctica se define como “el arte de enseñar a través de técnicas y estrategias que permiten descubrir un mundo lleno de posibilidades, una manera de ir moldeando la práctica educativa”. Dicho constructo se hace visible cuando el docente elabora y facilita una sesión de clase que cumple con los objetivos o competencias establecidas en la Unidad didáctica. El éxito del profesional depende de su conocimiento teórico, de su experiencia práctica, del vínculo que establece con la comunidad educativa y de la empatía con sus estudiantes. De acuerdo con la literatura revisada, a nivel de enfoque o metodología, STEAM invita a los docentes a explorar nuevas formas para transmitir el conocimiento en áreas STEM. Para ello, con el apoyo de las artes y la creatividad, fomenta el uso de metodologías activas y de los enfoques pedagógicos (Celis y González, 2021). Todos ellos se revisan y se adaptan a las necesidades de la escuela. De esta manera, se logra que la sesión de clase se convierta en un espacio de trabajo donde la experimentación, el ensayo y error, así como la interacción constante entre estudiantes y maestros permite alcanzar los objetivos de la sesión (Zambrano, 2017).

2.1.1. Enfoques y Metodologías activas

STEAM, a nivel de enfoque, integra cualidades del pragmatismo de Dewey, el construccionismo y el constructivismo (Casado y Checa, 2020; Celis y González, 2021). Por ejemplo, se elaboran casuísticas a partir de problemáticas cotidianas, las cuales forman parte del entorno cercano de los estudiantes. Asimismo, se garantiza el compromiso del estudiante con el proyecto, puesto que la meta es generar el conocimiento a medida que se resuelven los desafíos. Además, se busca que los involucrados construyan su propio aprendizaje asumiendo roles y participando activamente en la resolución de los desafíos. Este es el caso de los estudiantes que implementan proyectos sociales y que buscan generar cambios dentro de una comunidad.

Los beneficios de integrar diversos enfoques son múltiples. En primer lugar, se producen mejoras en el rendimiento académico de los estudiantes, ya que “se aprende haciendo, desde la práctica pedagógica integral donde se trabaja en diferentes contenidos curriculares.” (Santillán et al., 2019). En segundo lugar, el enfoque STEAM se encuentra en un proceso de mejora continua. A la fecha, el nivel alcanzado en las investigaciones académicas es el interdisciplinar. Al respecto, Kim y Chae (2016), “diseñaron lecciones STEAM que permitieron a estudiantes de Educación Secundaria aprender sobre principios científicos, ingenieriles y tecnológicos al explorar las tradiciones musicales de Corea.” (Carmona et al., 2019). En tercer lugar, la automotivación y el interés en las materias STEAM se afianza en los estudiantes, ya que el aprendizaje se transforma en una experiencia divertida, práctica y creativa (Zamorano et al., 2018). Un ejemplo de ello radica en la investigación de Ozkan y Topsakal (2017), los autores “reportan como aspectos positivos la motivación, el compromiso y la aceptación que los estudiantes tienen por este enfoque interdisciplinario.” (Carmona et al., 2019). En cuarto lugar, las características del enfoque STEAM también fortalecen las estrategias didácticas y capacidades del docente. Debido a ello, el maestro logra “crear actividades y estrategias digitales en el marco de la cultura tecnológica y los proyectos educativos

que permitan superar las barreras de la fragmentación del conocimiento en el abordaje a los problemas de su competencia.” (Santillán et al., 2019).

De acuerdo con López et al. (2021), STEAM se vincula de forma efectiva con metodologías activas y colaborativas. Asinc & Benites (2019) citan a López (2005) para definir las como “un proceso interactivo basado en la comunicación profesor-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-material didáctico y estudiante-medio que potencia la implicación responsable de este último y conlleva la satisfacción y enriquecimiento de docente y estudiantes”. Su integración permite alcanzar el logro de la sesión y el desarrollo de competencias. Algunas de ellas son el aprendizaje basado en proyectos (ABP), Design Thinking, el Movimiento Maker, la Gamificación, entre otros. A continuación, se desarrollarán los principales conceptos.

2.1.1.1. El aprendizaje basado en proyectos (ABP). De acuerdo con Azcaray (2019), “el ABP es una metodología de aprendizaje con la que los estudiantes trabajan activamente y se les motiva hacia un aprendizaje donde están capacitados para idear y evaluar proyectos que tiene una aplicación en el mundo real”, lo cual permite adquirir aprendizajes significativos. Según Pecore (2015), el concepto de aprendizaje como medio para el desarrollo de procesos educativos se afianzó, en 1918, después de que se publicara el método de proyecto de Kilpatrick (Carmona et al., 2019). Desde entonces, se produjeron variantes en la propuesta inicial. Estos son conocidos como Aprendizaje Basado en la Investigación, Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje basado en el Diseño, Aprendizaje Basado en Retos, Aprendizaje Basado en el Lugar y Aprendizaje Basado en Actividades (Pecore, 2015; Duarte et al., 2016). Para Santillán et al., “el aprendizaje basado en proyectos es un método para que los discentes aprendan a través de proyectos, descubran y resuelvan situaciones por sí mismos, lo cual implica una mayor preparación activa y participación en el protagonismo educativo” (Santillán et al., 2019).

El protagonismo del estudiante en el proceso de aprendizaje, ya que, además de los conocimientos teóricos, fortalece habilidades como la colaboración, la

cooperación, el pensamiento crítico, la autorregulación, la competencia comunicativa y la creatividad (Santillán et al., 2019; Carmona et al., 2019). Esto se produce debido a que el estudiante recibe la consigna de resolver problemáticas no simuladas y proponer soluciones que puedan ser aplicadas en un entorno real (Aravena et al, 2020). Debido a ello, Carmona et al. (2019, p. 484) cita a Torrego y Martínez (2018) para señalar que este procedimiento también forma el “comportamiento social y democrático”.

Carmona et al. señala que la aplicación del ABP, debe considerar:

...la contextualización (los proyectos deben responder a necesidades del contexto e intereses de los estudiantes), problematización (los profesores y demás estudiantes cuestionan de forma continua la pertinencia de los desarrollos planteados y su uso para responder a la problemática), interacción con expertos (conocedores del contexto, especialistas en otras áreas y otros profesores participan en diferentes momentos del desarrollo de los proyectos) y el diálogo entre disciplinas (los conocimientos de otras áreas del conocimiento se deben reconocer, no subordinar y usarse acorde con las necesidades que emergen en el proyecto). (2019)

2.1.1.2. Design Thinking. De acuerdo con Azcaray (2019), el Design Thinking se concentra en “la resolución de problemas, priorizando en aquellos que aún están poco o nada definido, centrado en el usuario y con múltiples posibilidades para su solución”. Funciona bajo el enfoque de mejora continua y se compone de seis pasos, los cuales se repiten de forma cíclica. Entre ellos, se encuentran la definición del problema, la investigación y el estudio, la generación de ideas, la elaboración de prototipos, la presentación de prototipos y, finalmente, la evaluación y revisión (Zamorano et al., 2018).

2.1.1.3. El movimiento Maker. Se enfoca en la didáctica integral de Pestalozzi y busca formar a los estudiantes para adaptarse a los desafíos de vivir en una sociedad cambiante y que produce constantemente conocimiento (Asinc & Benites, 2019). Su principal objetivo es construir aprendizajes mediante el aprender

a hacer (Learning by doing), por lo que, en la actualidad, las impresoras 3D, los equipos de cómputo, así como los artefactos electrónicos son el principal recurso educativo para la experimentación. Para Sánchez, la cultura hacedora, desde el 2005, concentra “a informáticos, entusiastas de la tecnología, diseñadores, científicos, artistas y, en general, a personas interesadas en desarrollar proyectos de forma colaborativa y multidisciplinar” (Sánchez, 2019, p.49). Esta tendencia abrió paso a los espacios *tinkering* y *maker*, “pensados para idear y probar (...). Algunos de estos lugares pueden estar dirigidos o tutelados por expertos, pero lo habitual es aprender observando y preguntando a los demás” (Sánchez, 2019).

2.1.1.4. Gamificación. Implica la adaptación de elementos propios de los juegos en línea a una propuesta educativa con la finalidad de alcanzar aprendizajes. En dicho proceso, se relacionan motivadores, tales como recompensas y puntos, con la narrativa del juego; es decir, se incluye una misión, personajes, objetivos, recursos, desafíos, roles y tareas. Actualmente, la gamificación puede aplicarse en entornos online y offline (López et al., 2021).

2.1.1.5. Otras metodologías. El aprendizaje basado en problemas se centra en el descubrimiento guiado por el docente y en la resolución de problemas no simulados. La propuesta aborda situaciones desafiantes, propone múltiples soluciones para el mismo problema y se concentra en que el referente del desafío sea cercano al contexto de los estudiantes (Zamorano et al., 2018).

La propuesta educativa basada en inteligencia artificial (IA) consiste en acercar a los estudiantes al lenguaje de programación, al aprendizaje automático, al aprendizaje profundo, así como a la creación de redes neuronales artificiales, redes neuronales recurrentes, redes neuronales convolucionales o redes antagonicas generativas, entre otros (How y Hung, 2019).

La propuesta educativa basada en el uso de robótica educativa registra mejoras en el rendimiento académico, el interés y la motivación, las habilidades sociales y de trabajo cooperativo de los estudiantes, ya que genera un entorno de interacción constante con la finalidad de programar, construir y manipular

plataformas robóticas. En dicho proceso la creatividad es el eje principal porque facilita la resolución de problemas y el pensamiento inventivo (Casado y Checa, 2020). En la Educación Secundaria o grados equivalentes a nivel internacional, se implementaron metodologías y enfoques innovadores para la transmisión del conocimiento. Algunos casos son los presentados en la Tabla 2, que se muestra a continuación.

Tabla 2

Aportes de STEAM a la Didáctica en la Educación Secundaria o grados equivalentes a nivel internacional

Artículo	Autor (es)	Estrategia didáctica implementada	Resultados
How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-Efficacy and Motivation	Cathérine Conradty, Sofoklis A. Sotiriou and Franz X. Bogner	Matemáticas 4D: Actividad sobre arte y matemáticas para estudiantes de 12 a 13 años. Artes y Ciencias en toda Italia: Taller que entrelaza el arte y la ciencia. Se dirige a estudiantes de 14 a 18 años. Escape Malta: Taller con acertijos sobre ciencias, matemáticas y programación.	Fortalecimiento de la autoeficacia y la creatividad para viabilizar el aprendizaje de contenidos STEAM: La investigación relata la experiencia del proyecto Creations, financiado por la Unión Europea y aplicado en 10 países. Este consistió en intervenciones que involucraron teatro, fotografía, exposiciones sobre ciencia e investigación, entre otros. El análisis de la propuesta didáctica Creations evidenció que participar en actividades STEAM de forma creativa aumenta la autoeficacia de los estudiantes y como consecuencia directa los acerca a las carreras STEM. Asimismo, minimiza la aparición del estrés y la ansiedad.
Educating Thinking, Science, Technology, Engineering, Arts, and	Al-Meng-Leong How and Wei Loong David Hung	Propuesta educativa Al-Thinking: Consiste en detectar, analizar e interpretar patrones ocultos en los datos mediante el uso de	Fortalecimiento de capacidades para la resolución de problemas complejos, uso del análisis predictivo y simulaciones.

Mathematics (STEAM) Education		inteligencia artificial y el uso del software especializado Bayesialab version 8.0	
Brazilian and Spanish Mathematics Teachers' Predispositions towards Gamification in STEAM Education	Paula López, Jefferson Rodrigues-Silva and Ángel Alsina	Propuesta educativa basada en gamificación: Su aplicación se sugiere para simular entornos de riesgo.	Fortalecimiento de capacidades para la toma de decisiones: La gamificación otorga novedad al proceso educativo, asimismo, despierta la motivación y satisfacción de los estudiantes.
Conceiving Socioscientific Issues in STEM Lessons from Science Education Research and Practice	Silvia Alcaraz-Dominguez and Mario Barajas	Inclusión de temas sociocientíficos (SSI): Dicho constructo aún se encuentra en discusión por la comunidad científica. No obstante, en la literatura se le califica como un componente de las lecciones STEM que se relaciona con aprendizaje basado en la investigación y la discusión en grupo.	Fortalecimiento de la Educación ciudadana, el Razonamiento sociocientífico y la toma de decisiones, mediante la resolución de dilemas y casos.
Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave	José Manuel Diego Mantecón, Teresa F. Blanco, Zaira Ortiz Laso and Zsolt Lavicsa	Aprendizaje basado en proyectos con formato KIKS (Chico/as que motivan a chico/as en las STEAM): Propuesta didáctica que invita a los estudiantes de educación secundaria a proponer proyectos que viabilicen el interés en STEAM de estudiantes pares	Fortalecimiento de las competencias clave, tales como: Competencia multilingüe y competencia en lectoescritura Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería Competencia digital

Competencia personal, social y de aprender a aprender y competencia emprendedora

Competencia ciudadana y competencia en conciencia y expresiones culturales

Las experiencias educativas STEAM incluyen, de acuerdo con la revisión de la literatura, aprendizaje basado en proyectos, talleres de trabajo para aprender haciendo, gamificación, entre otros (Tabla 2).

2.1.2 Recursos educativos STEAM

Se denomina recurso para el aprendizaje o recurso educativo a “aquellos elementos que utilizan el docente y el estudiante para desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje” (Carrillo, 2019). Dichos materiales contribuyen con el logro de la sesión y con el desarrollo de la competencia. Además, aunque pertenezcan a ámbitos distintos, mientras se empleen en contextos educativos, pueden considerarse como recursos educativos. Por ejemplo, es común observar extractos de películas, fragmentos de obras literarias, entre otros como parte de una sesión de clase.

En la actualidad, es factible dividirlos en recursos convencionales y en recursos de soporte informático. Los primeros reúnen a los afiches, los dioramas, los retablos y otros que se confeccionan para la sesión de clase. Los segundos son todas las actividades que se programan mediante el uso de la tecnología, por ejemplo, los juegos lúdicos como Kahoot o las tarjetas gráficas en Nearpod. En el caso de las sesiones educativas con enfoque STEAM, los recursos involucran productos relacionados con la robótica y el Minecraft (Gamboa, 2019). Es necesario señalar que recursos didácticos se considerarán “útiles solo si contribuyen al cumplimiento del objetivo del programa STEAM... Si no se justifica el uso de una herramienta determinada, el docente es libre de escoger o diseñar otra por cuenta propia” (Zamorano et al., 2018).

Debido a la naturaleza especializada de los recursos didácticos STEAM, se hizo necesario pedir el apoyo de distintos actores de la comunidad educativa. En algunas oportunidades, el desarrollo de los materiales se realiza con ayuda de estudiantes universitarios de las carreras STEM. En otras, se recurre al trabajo articulado con la empresa privada, las cuales, mediante sus programas de responsabilidad social, fundaciones o instituciones sin fines de lucro colaboran con la implementación de ambientes de trabajo, laboratorios, kits de robótica, plataformas educativas, servicios de Internet, capacitación, entre otros.

Un primer ejemplo recae en Siemens Stiftung, una organización sin fines de lucro que opera desde el 2008. Actualmente, impulsa proyectos educativos articulados, las cuales concentran recursos educativos para docentes y estudiantes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú. Por ejemplo, la Plataforma Experimento es un foro educativo, en el cual se comparten experiencias educativas, se registran buenas prácticas y se establece una red de contactos para actividades. Asimismo, Educación STEM para la Innovación concentra una red de proyectos educativos (14) que busca fortalecer la educación, la cual se vio afectada tras la llegada del COVID-19. Además, el Centro Recursos Educativos Abiertos – CREA es una gran base que incluye más de 1000 recursos didácticos y la cual se actualizará con los resultados de los 14 proyectos educativos mencionados anteriormente. A todo ello, es necesario mencionar que Siemens Stiftung impulsa la creación de los Territorios, espacios de articulación entre actores del gobierno, sociedad civil organizada y la empresa privada. A la fecha, Chile, Perú, Colombia y México son Territorios STEM.

Un segundo ejemplo es el Instituto Apoyo, el cual opera desde 1989 y, a la fecha, ofrece tres programas de formación para docentes de Educación primaria: Matemáticas para todos, Ciencias para Todos y Emprendimiento para todos. Asimismo, es el responsable de la organización del Foro STEAM y del Seminario STEAM, espacios en los que actores de la comunidad educativa articulan esfuerzos para que el sector educativo responda a las exigencias del siglo XXI. En dichas sesiones, se forman mesas de trabajo, se presentan buenas prácticas y se exponen

los avances de las instituciones gubernamentales, como municipalidades y ministerios. Finalmente, también cuentan con un banco de recursos educativos para docentes, los cuales incluyen videos, guías de aprendizajes, entre otros.

En la Educación Secundaria o grados equivalentes a nivel internacional, se pueden detallar las siguientes experiencias enfocadas en el uso de recursos educativos. Tal como se señala en la Tabla 3.

Tabla 3

Recursos educativos STEAM empleados en la Educación Secundaria o grados equivalentes a nivel internacional

Artículo	Autor (es)	Recurso educativo	Resultados
Enhancing Computational Thinking through Interdisciplinary STEAM Activities Using Tablets	Lubomíra Valovičová, Ján Ondruška, Lubomír Zelenický, Vlastimil Chytrý and Janka Medová	Tablets Aplicación SmartMeasure Programa Excel	El estudio cuantitativo evidenció que el uso de las tabletas para la resolución de problemas matemáticos y de física contribuye con el desarrollo del pensamiento computacional de estudiantes de 11 a 14 años. Los investigadores aplicaron la prueba de simetría McNemar con corrección de Yates y el programa STATISTICA 13.3
Is It Possible for Young Students to Learn the AI-STEAM Application with Experiential Learning?	Ting-Chia Hsu, Hal Abelson, Natalie Lao and Shih-Chu Chen	Sitio web Personal Image Classifier (PIC) Plataforma de programación MIT App Inventor	El estudio cuantitativo experimental se aplicó a una muestra de 38 estudiantes en Taiwán. Se evidenció una mejora en los aprendizajes relacionados a la electromecánica y el reconocimiento de imágenes. A su vez, la plataforma educativa, el diseño instruccional y los recursos educativos impactaron de forma positiva en el aprendizaje de los estudiantes, especialmente en aquellos con niveles altos de autoeficacia.
A STEAM Practice	Shereen El Bedewy,	GeoGebra	El estudio exploratorio, de naturaleza mixta, relata la experiencia de usar la aplicación

Approach to Integrate Architecture, Culture and History to Facilitate Mathematical Problem-Solving	Zsolt Lavicza, Ben Haas and Diego Lieban	GeoGebra AR	Geogebra en Austria. Aunque la investigación se concentra en los docentes, se logró documentar la experiencia de trabajo con una docente de secundaria y sus 35 estudiantes de 15 a 16 años. Ellos lograron fortalecer sus conocimientos sobre geometría al emplear la aplicación educativa.
Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills	Nuria Aris Lara Orcos	Kits de robótica de las marcas BQ® , LEGO® Mindstorms® y Robotics KidsLab®	La investigación cuantitativa correlacional evidenció que los estudiantes de secundaria valoraron de forma positiva la inclusión de la robótica educativa (RE), ya que les permitió desarrollar su competencia tecnológica.
El ingeniero de inclusión y el lenguaje Scratch en el aprendizaje de la matemática	Jaime Cabrera Medina, Irlesa Sánchez Medina and Ferley Medina Rojas	Diseño de videojuegos con Scratch	La investigación mixta de corte experimental, que se aplicó sobre estudiantes de secundaria en Colombia, evidenció la relevancia del asesor STEAM, denominado ingeniero de inclusión. El profesional contribuyó con el desarrollo y facilitación de las sesiones de capacitación en Scratch.

Los aportes de STEAM en la didáctica de Educación Secundaria es variada. En primer lugar, motiva a los docentes a replantear sus enfoques y metodologías de enseñanza. Debido a ello, de forma creativa, se integran el pragmatismo, el constructivismo, el construccionismo, las metodologías activas y la gamificación. De acuerdo con las experiencias educativas documentadas, la aplicación de un enfoque o una metodología depende del contexto de la comunidad educativa. En segundo lugar, establece un criterio para el uso de los recursos electrónicos a los cuales convierte en la principal herramienta para generar los aprendizajes. Este es el caso de las investigaciones que evalúan los aportes de incluir laptops, códigos de programación, kits de robótica y aplicaciones educativas en las sesiones de trabajo académico.

2.2. Aportes de STEAM al currículo de la Educación Secundaria

De acuerdo con Bernabé (2018), el currículo es “la construcción colectiva de aspiraciones educativas de un grupo social y cultural en un momento determinado”. En dicho marco, se institucionalizan y articulan las propuestas educativas para formar estudiantes con valores, conocimientos, habilidades y capacidades que respondan a las demandas del mercado laboral y que contribuyan con el bienestar de su comunidad. Bajo dicha premisa, STEAM orienta la construcción de un currículo que prepara al estudiante para desenvolverse en la Sociedad del Conocimiento y actuar en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. A continuación, se detallará la labor de STEAM como catalizador para el cierre de brechas sociales, el panorama de la Educación Secundaria en Perú y los lineamientos que la academia propone para concretar una Educación STEAM.

2.2.1. STEM o STEAM como objetivo político

El currículo educativo se construye en concordancia con las tendencias educativas, las recomendaciones de organismos internacionales especializados y las políticas educativas. De acuerdo con Suárez (2018), este último constructo forma parte las políticas sociales y reúne a “los lineamientos, principios, objetivos y fines que dirigen la acción educativa”. Actualmente, existen dos tendencias educativas que orientan el sistema educativo a nivel mundial. El primero de ellos es el Enfoque por Competencias y el segundo es la Educación para el Desarrollo.

A ellos se suma STEAM, constructo que abrió el debate en el ámbito educativo por su impulso de las áreas STEM. En la literatura revisada para esta investigación, se observan diferentes niveles de alcance. STEAM aparece como recurso didáctico, como enfoque o metodología de enseñanza y como influencia positiva para la elaboración de un currículo que responde a los desafíos del siglo XXI. Es necesario mencionar que las investigaciones más recientes coinciden en que el aporte más relevante del constructo STEAM es su capacidad para contribuir con el cierre de las brechas sociales, especialmente, la ausencia de mujeres en

carreras STEM, tal como lo refiere Domènech (2020). Asimismo, su capacidad para enfocarse en las problemáticas locales, como la seguridad alimentaria, el cambio climático, la industrialización, entre otros. Debido a ello, Domènech (2021), tras evaluar los alcances de STEAM en sus investigaciones, señaló que STEAM es un objetivo político, ya que su ámbito de influencia convoca a la academia, a las autoridades, a la sociedad civil y a las empresas con la finalidad de construir una educación con valores, inclusiva, comprometida con el bienestar común y que busque construir aprendizajes significativos en las áreas STEM.

2.2.1.1. El debate sobre las competencias STEM / STEAM. La aparición del COVID 19 evidenció la escasa capacidad del mundo para enfrentar lo inesperado. La lenta respuesta gubernamental, la carencia de personal preparado, así como una ineficiente infraestructura para atender a las víctimas de dicha enfermedad ha originado el deceso de 201,733 personas, solo en el Perú, al 17 de diciembre de 2021. A pesar de que el presente siglo, se caracteriza por la “hiperconectividad, el desarrollo de la inteligencia artificial, la robótica y la automatización” (Zamorano et al., 2018), no se logró dar una respuesta inmediata para frenar el impacto del mal. A la fecha, muchos pacientes fallecen por la falta de oxígeno y de respiradores mecánicos. A su vez, el contagio se produce de forma masiva por la ausencia de políticas acordes a la realidad social de cada país. Por este motivo, surge la necesidad de implementar propuestas educativas que concuerden con la Agenda 2030 de la ONU y que apuesten por multidisciplinariedad, así como por la transdisciplinariedad. En ese sentido, STEAM se convierte en una de las alternativas para forjar talento capaz de aprender a aprender, de brindar soluciones a problemáticas que afectan el desarrollo humano y de garantizar la comunicación, así como el trabajo cooperativo con otros (Zamorano et al., 2018). Al respecto, Asinc & Benites (2019), citan a Perelejo (2018) para señalar que la educación integradora propone soluciones a las problemáticas actuales mediante la aplicación de un análisis holístico, en el cual se considera que la realidad no puede ser interpretada “de manera unidireccional”.

STEAM es singularmente importante desde el punto de vista estratégico para el desarrollo de las competencias digitales y el conocimiento sostenido en todas las disciplinas del saber científico-académico, lo cual atrae a su aplicabilidad educativa, por el impacto en las diferentes formas de abordar la realidad con la participación activa de los actores multidisciplinares, que se integran y amplían las oportunidades de mejora en lo social, económico, cultural y formativo como beneficio que aporta nuevos elementos, escenarios, recursos, talentos del equipo humano y competencias, destinadas al foco de atención a los problemas inherentes al contexto real, dinámico y cooperativo de los aprendizajes que puede adaptarse a todos los niveles y modalidades educativas. (Santillán et al., 2019).

Por lo expuesto, y de acuerdo con el contexto actual, STEAM abre oportunidades para la formación de los estudiantes, así como de los futuros profesionales. Su inclusión en el currículo educativo originará diversos beneficios, así como la invitación para profundizar la investigación sobre la conexión y utilidad de los aprendizajes que surgen en las distintas etapas del sistema educativo cuando se aplica.

De acuerdo con la literatura revisada en la presente investigación, STEAM desarrolla diversas competencias. Por ejemplo, para Domènech (2018), se fortalecen la Competencia científica y la Competencia tecnológica; mientras que, Sánchez (2019) considera que se favorece el desarrollo de siete competencias y 16 dimensiones, las cuales se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4

Competencias y dimensiones STEAM

Competencias STEAM	Dimensiones
Autonomía y emprendimiento	Aprender a aprender
Acometer y llevar adelante un proyecto o propósito por propia iniciativa	Autonomía y desarrollo personal
	Emprendimiento
Colaboración y comunicación	Expresión y comunicación
Alcanzar metas y objetivos, resolver situaciones, abordar problemas en grupo y compartir el conocimiento	Trabajo colaborativo

Conocimiento y uso de la tecnología	Cultura tecnológica
Ser tecnológicamente cultos. Entender y explicar los productos tecnológicos y saber utilizarlos, siendo conscientes de la precauciones y consecuencias de su uso	Uso de productos tecnológicos
Creatividad e innovación	Creatividad e innovación
Resolver de forma original e imaginativa situaciones o problemas en un contexto dado	
Diseño y fabricación de productos	Diseño
Diseñar y construir objetos y aparatos sencillos con una finalidad previa, planificando la construcción y usando materiales, herramientas y componentes apropiados	Fabricación Planificación y gestión
Pensamiento crítico	Pensamiento lógico
Interpretar, analizar y evaluar la veracidad de las afirmaciones y la consistencia de los razonamientos	Pensamiento sistémico
Resolución de problemas	Obtención y tratamiento de la información
Identificar, analizar, comprender y resolver situaciones problemáticas en las que la estrategia de solución no resulta obvia.	Pensamiento computacional Proceso de resolución de problemas

Nota. Fuente: Sánchez (2019)

Sánchez (2019) señala que la Educación STEAM desarrolla competencias relacionadas a la tecnología, la creatividad, la resolución de problemas, entre otros. El autor español en su artículo “La educación STEAM y la cultura «maker»” realiza una síntesis para orientar a los docentes sobre cómo aplicar este constructo en clases y responder a los requerimientos de calidad educativa establecidos en España por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). Una muestra de ello se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 5

Competencias STEAM en el currículo

Tarea	Aspectos curriculares	Áreas
Creación de imágenes con un editor gráfico	Utilizar las nociones geométricas de paralelismo, perpendicularidad, simetría, geometría, perímetro y suficiente para escribir y comprender situaciones de la vida cotidiana	Matemáticas Educación Artística

Creación con Scratch de narraciones audiovisuales	Producir a partir de modelos dados, textos literarios en prosa o en verso, con sentido estético y creatividad: cuentos, poemas, adivinanza, canciones y fragmentos teatrales	Lengua Educación Artística
Diseño, construcción y programación de dispositivos: semáforo, barrera para coches, puente, catapulta	Analizar las partes principales y las funciones de algunas máquinas facilitadoras de la actividad humana, de forma individual y en equipo, para confeccionar un objeto o aparato sencillo a partir de la lectura, interpretación y seguimiento de instrucciones o de la imaginación, con la aplicación de algunos conocimientos matemáticos y tecnológicos básicos, mediando el empleo responsable de materiales y herramientas y evitando estereotipos sexistas	Ciencias naturales
Diseño, construcción de maquetas. Fabricación de objetos. Montaje de exposiciones	Desarrollar la curiosidad por conocer las formas de vida humana en el pasado, valorando la importancia que tienen los restos para el conocimiento y estudio de la historia y como patrimonio cultural que hay que cuidar y legar	Ciencias sociales

Nota. Fuente: Sánchez (2019)

Asimismo, para Domínguez et al. (2019), el egresado de un programa de Educación STEAM cuenta con atributos que aportan al desarrollo de los estudiantes, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Perfil del egresado STEAM

Competencias STEAM
Solucionadores de problemas
Innovadores
Inventores
Autosuficientes
Pensadores lógicos
Alfabetización tecnológica

Nota. Fuente: Domínguez et al. (2019)

2.2.1.2. STEAM y el programa curricular de Secundaria en el Perú. En la literatura revisada para la presente investigación, no se encontraron casos documentados, en revistas indexadas en las bases de Scopus y Ebsco, sobre los aportes de STEAM a nivel de enfoque, metodología, recurso educativo u objetivo político en Perú. Sin embargo, debido a la gran cantidad de iniciativas (Territorio

STEM/Territorio STEAM) y actores involucrados (municipalidades y universidades), es factible que en breve se sumen publicaciones académicas sobre el impacto de STEAM en la política educativa peruana. A la fecha, se puede apreciar una gran cercanía entre la definición propuesta por Domènech sobre STEAM y el Currículo Nacional. El marco normativo:

...ha considerado su consonancia con las demandas globales ligadas a la ciudadanía responsable y el mundo del trabajo, la inclusión del castellano como segunda lengua, la ampliación de la enseñanza de inglés desde primaria y el incremento de horas de Educación física, Arte y cultura, así como de tutoría para el acompañamiento socioafectivo de los estudiantes (Minedu, 2022)

La coincidencia radica en la relevancia que el Currículo Nacional peruano le otorga a la ciudadanía, la inclusión, así como a la vocación y la competencia profesional (Domènech (2019). Dichos constructos representan los componentes de STEAM a nivel de objetivo político. Asimismo, la inclusión de los enfoques transversales evidencia la preocupación del Estado peruano por formar ciudadanos que contribuyan con el desarrollo sostenible del país y en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

2.2.1.3. Lineamientos para implementar una educación STEAM. De acuerdo con Domènech (2021), alcanzar una educación STEAM es posible si se toma en cuenta su aporte como objetivo político, es decir su rol transformador en la escuela y su contribución al cierre de las brechas sociales. Para ello, es necesario establecer un marco de referencia que permita promover cambios coherentes en los documentos marco o normas del sector educativo. Dicho referente debe evaluar que todo programa, proyecto o iniciativa educativa garantice la formación en ciudadanía, valores, inclusión y aprendizaje de las materias STEM. En la tabla 8, se sintetiza la propuesta del autor.

Tabla 7

Lineamientos de trabajo para experiencias educativas STEAM

Eje de trabajo	Capacidades	Enfoques educativos	Ejemplo de aplicación
Ciudadanía	<p>Asume su rol como ciudadano.</p> <p>Comprende la ciencia y la tecnología.</p> <p>Emplea marcos éticos, sociales y políticos para la toma de decisiones.</p> <p>Decide y actúa con espíritu crítico, posicionamiento ético y/o el conocimiento de palancas de actuación social</p>	<p>Educación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad)</p> <p>Innovación e Investigación Responsable (RRI)</p>	<p>Experiencia educativa “Contenedores”</p> <p>Experiencia educativa <i>Citizen Science</i></p>
Valores	<p>Analiza desde una perspectiva sostenible y de bienestar común el impacto de la Tecnofilia ciega a los valores.</p> <p>Plantea, analiza y discute de manera crítica en forma de Controversia Socio-Científica las problemáticas sociales</p>	<p>Educación para el Desarrollo y la Paz</p> <p>Design Thinking</p> <p>Cultura Maker</p>	<p>Actividad Dieta, Saludable, Justa y Sostenible</p>
Inclusión	<p>Participa y promueve actividades que se enmarcan en el enfoque de derechos y de equidad.</p>	<p>Aprendizaje basado en proyectos</p>	<p>Actividad Cracking the code</p> <p>Actividad <i>Home</i></p>
Aprendizaje: problematización e interdisciplinariedad	<p>Comprende, analiza y aplica en forma eficiente los conocimientos científicos, tecnológicos o matemáticos.</p>	<p>Tinkering</p>	<p>Actividades que se enfocan en la problematización de las áreas STEM.</p>

Nota. Adaptado de Domènech (2021)

Asimismo, otros especialistas sumaron sus aportes para brindarle un marco referencial a STEAM y establecer parámetros que garanticen la articulación entre el Currículo y el diseño de una sesión de clases. Bajo la mirada de objetivo político, STEAM puede convocar diferentes enfoques, modelos educativos, metodologías y recursos sin perder la finalidad educativa: construir aprendizajes significativos y para la vida. Es importante destacar que los contextos en los cuales STEAM se aplica son diversos y cada uno posee distintas limitaciones. Al respecto, Lopez Gamboa et al, (2020) señalan que:

Es de suma importancia que, antes de iniciar un proceso de educativo mediado por la educación STEM/STEAM, se realice un minucioso estudio y análisis del contexto educativo, de la comunidad donde esta (sic) ubicada la institución educativa e inclusive del contexto familiar de los estudiantes. Además de un proceso de sensibilización y de articulación con todas las partes involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que no solo son los docentes y estudiantes, se debe tener claro, a los demás actores, que son los demás miembros de la comunidad educativa (directores, coordinadores, asistentes, conserjes, etc.), familiares de los estudiantes y demás miembros de la comunidad.

Por ende, desde esta perspectiva no se exige que STEAM evidencie interdisciplinariedad o transdisciplinariedad en los contenidos educativos, puesto que podría derivar en una meta inalcanzable o en la transmisión de información superflua. Al respecto, la investigación de Domènech et al (2019), que evaluó las propuestas ABP STEM de 82 docentes de secundaria, sugiere que “es necesario ser cautelosos con la asunción generalizada de que la interdisciplinariedad redunde por sí misma en un mayor valor competencial de las actividades de enseñanza y, en particular, del ABP”.

Como objetivo político, se concentra en desarrollar aprendizajes significativos en las áreas STEM. A su vez, se aboca a construir sesiones de clase acordes a los requerimientos y necesidades de la comunidad educativa, ya sea en el ámbito urbano o rural, en el sector privado o público, con enfoques pedagógicos tradicionales o actuales, con metodologías que incluyan recursos tradicionales o digitales. Por lo tanto, la responsabilidad de sintetizar todo lo mencionado, adaptarlo a su audiencia, así como establecer la coherencia entre el Currículo, el programa educativo de la escuela y el logro de la sesión recae sobre el docente. El o la docente es el encargado de crear sesiones que permitan alcanzar el objetivo STEAM (Domènech, 2019).

El diseño de la sesión de clases o plan de clases es una guía estructurada que forma parte del proceso de planificación educativa. En dicho instrumento, se incluye el logro de la sesión, los momentos para el desarrollo de las actividades, los

tiempos, los métodos de evaluación, así como los indicadores que deben completarse durante la jornada académica. Su elaboración responde a los contenidos de la programación curricular y del sílabo del curso, así como al resultado que se pretenda lograr en el proceso de evaluación. En el caso de las lecciones STEAM, el nivel de interacción y participación del estudiante aumenta. Por este motivo, suele aplicarse un diseño instruccional que enfatiza “la clase invertida y el método de instrucción por pares” (Gamboa, 2019, p.5). Al respecto, se presenta la Tabla 9, en la que Zamorano et al. (2018, p.12) brinda algunas recomendaciones para la construcción de propuestas didácticas STEAM:

Tabla 8

Lineamientos de trabajo para elaborar sesiones educativas STEAM

Lineamientos
Se articula en torno a un tópico central vinculado con el mundo real y cercano al contexto de los estudiantes.
Se orienta a la resolución de un problema, que se orienta hacia la creación de un objeto por parte de los estudiantes.
La adquisición y desarrollo de habilidades para el siglo XXI es priorizada por sobre los contenidos.
Las áreas (o disciplinas) que componen STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) se presentan integradas de manera interdisciplinar y en conexión con el tópico central o problema. Sobre este punto es importante precisar que no se trata de cantidad o incluir todas las áreas a la vez.
El estudiante es protagonista de la mayor parte del programa, mientras que el docente actúa como guía u orientador.
Los estudiantes trabajan colaborativamente la mayor parte del tiempo.
Se procura que el programa sea motivante para el estudiante y que aumente su confianza e interés hacia áreas STEAM.
De manera general, es posible identificar tres etapas en la totalidad del programa: contextualización, diseño creativo y toque emocional.
Las actividades se basan predominantemente en la metodología de educación a través del diseño y en una o más de sus respectivas etapas.
Se incorpora el uso de tecnología y la creación artística como herramientas.
La propuesta finaliza con la presentación y evaluación de un objeto prototipo diseñado por los estudiantes.

Nota. Zamorano et al. (2018)

Estas recomendaciones se pueden ver enriquecidas con el aporte de Carmona et al. (2019), quien con la finalidad de garantizar la inclusión de STEAM en las lecciones de clase, empleó la rúbrica ABPMap, un instrumento diseñado por Domènech, en 2018. Su estructura permite analizar la inclusión de STEM y la aplicación del ABP en el plan de clase, así como el nivel de interacción entre las materias que componen el acrónimo (interdisciplinariedad) y la posibilidad de alcanzar la transdisciplinariedad. A continuación, en la Tabla 10, se puede observar la rúbrica a la que se hace mención.

Tabla 9

Rúbrica ABPMap ajustada

Componente	Nivel de componente			
	1	2	3	4
Contexto	El proyecto solo tiene sentido dentro del aula. No incorpora formatos ni elementos del mundo real. Contexto como pretexto	Se incorporan materiales o voces del mundo real (noticias, formatos...). Contexto y rol del alumnado no verosímil	El proyecto tiene sentido en el mundo real, del que emerge e incorpora elementos. Contexto y los roles del alumnado son verosímiles	El proyecto impacta en el mundo real, en el que tiene sentido y utilidad. El contexto y roles del alumnado son reales.
Conflicto	El conflicto para resolver no instrumentaliza los contenidos. Podría resolverse con contenidos distintos sin ningún problema.	Los contenidos están en la periferia del conflicto. Una gran parte de ellos se encuentra fuera y se trata de refilón	Los contenidos están en el núcleo del conflicto y son esenciales para resolverlo. Una parte del conflicto debe resolverse con otros elementos.	Contenidos y conflictos están identificados los unos con el otro.
Discurso	La actividad de los estudiantes es de juego, búsqueda y reproducción de información, sin ningún proceso STEAM específico	Se aplican de manera pautada para la obtención de datos procesos y formatos propios de las áreas STEAM (diseñar experimentos, hacer prototipos, hacer conjeturas)	Se aplican procesos y formatos propios de las áreas STEAM para argumentar a partir de datos y construir conocimiento.	Se aplican dinámicas epistémicas propias de las áreas STEAM para la evaluación y validación de conocimiento.

Contenidos	Los contenidos son transmitidos o reproducidos	Los contenidos son aplicados y desarrollando de forma parcial e informal	Los contenidos son y construidos y desarrollados de forma parcial y formalizados activamente	Los contenidos son construidos y desarrollados de forma completa y formalizado
Apertura	El proyecto consiste en una sucesión de tareas completamente cerradas.	Los estudiantes pueden tomar alguna decisión dentro de las tareas y participan en la evaluación a partir de criterios preestablecido.	Los estudiantes planifican la consecución de los objetivos, deciden productos y evaluación	Los estudiantes deciden temáticas y planificación del proyecto
Integración	Monodisciplinar: predomina una disciplina y la integración aparece como un pretexto	Multidisciplinar: es la yuxtaposición de disciplinas, y los conceptos conservan su identidad original	Interdisciplinar: es explícita en los enlaces entre las diferentes disciplinas	Transdisciplinar: trascendente y es transgresora. Su integración fomenta nuevos marcos metodológicos y teóricos

Nota. Fuente: *Carmona et al. (2019)*

La rúbrica ABPMap se aplicó para evaluar si las sesiones de clase podrían incluir de forma adecuada la propuesta educativa STEAM. Tras el análisis de los resultados, la investigación determinó que existen dos principales desafíos: la capacitación de docentes y la articulación de las áreas STEM. La aplicación del instrumento de evaluación fue efectiva, ya que permitió detectar los puntos de mejora para aplicar STEAM. Asimismo, según Carmona et al. (2019), emplear la rúbrica “en diferentes contextos permitirá ampliar la evidencia empírica de los tipos de proyectos que son diseñados por los profesores y potenciar los procesos de formación en diferentes contextos”.

Por todo lo expuesto, se puede apreciar que los autores apuntan a construir un marco de referencia para que STEAM motive a la comunidad educativa a pensar en una educación más cercana al estudiante, más ligada a fomentar el compromiso con las problemáticas sociales y a comprender el valor de la ciencia y la tecnología como factores que contribuyen en el bienestar común. En la literatura revisada, se pueden encontrar investigaciones sobre Educación Secundaria o grados equivalentes a nivel internacional que abren el debate sobre el panorama de STEAM y su aporte al Currículo educativo.

Tabla 10

Aportes de STEAM al Currículo en la Educación Secundaria o grados equivalentes a nivel internacional

Artículo	Autor (es)	Problemática detectada	Propuestas
The Status Quo and Ways of STEAM Education Promoting China's Future Social Sustainable Development	Xingwei Wang, Wenwen Xu and Liang Guo	Solo el 22.88% de los centros educativos STEAM que participaron en el estudio (1000) logran desarrollar investigaciones y elaborar materiales didácticos de forma independiente. Un 60 % recurre a contratación externa. Aún persiste el desconocimiento sobre el significado de la educación STEAM, el hardware es, en algunos lugares, deficiente y el contenido de los programas informáticos no es coherente con el currículo de estudios	STEAM se implementó en la Educación china desde 2007. Al lado del modelo de educación Maker, ambas generaron cambios positivos en la política y el Currículo educativo. Para impulsar mejoras y acelerar el proceso de la implementación de STEAM en la educación estatal, el equipo de investigación propone lo siguiente: Iniciar un proceso de capacitación masivo y en cascada con profesionales en áreas STEM, así como en I+D Elaborar propuestas educativas que articulen las demandas del mercado laboral, las tendencias de desarrollo regional y responda a las características de una población diversa Establecer mecanismos de cooperación entre la academia y las empresas de alta tecnología para transformar y actualizar constantemente los planes de estudio Evaluar permanentemente las propuestas educativas con la finalidad de aplicar análisis de datos y verificar su efectividad. Asimismo, coordinar con las escuelas para realizar el monitoreo y obtención de los datos
From STEAM to CHEER: A Case Study of Design Education Development in Taiwan	Chinlon Lin, Jianping Huang and Rungtai Lin	Se encontró una fuerte brecha de género que minimiza la participación de las mujeres en carreras STEM. Asimismo, se encontraron deficiencias en el presupuesto de las escuelas, la preparación de los	Taiwán implementó la educación STEAM desde el 2010 y contribuyó en el desarrollo del currículo escolar de las escuelas secundarias. Con el apoyo de la empresa privada, la academia y organizaciones sin fines de lucro se desarrollaron espacios de educación no formal, por ejemplo, cursos en línea y fuera de línea. Asimismo, se proporcionó equipo especializado como software de código abierto, kits de robótica, entre otros. A ello, se sumaron capacitaciones para docentes sobre

docentes y los recursos didácticos.	educación interdisciplinaria. Actualmente, Taiwán maneja el constructo CHEER (colaboración, humanidad, empatía, ecología y renacimiento), la cual fusiona los principios de STEAM y del enfoque educativo basado en el diseño (Design Education). Estos avances redundaron en el incremento de la participación de las mujeres en las carreras STEM.
-------------------------------------	--

Finalmente, la presente investigación logró describir los aportes de STEAM a la educación Secundaria que se documentaron en artículos publicados, en revistas indexadas, del 2011 a 2021. La información fue sintetizada y agrupada de acuerdo con los alcances que actualmente posee el constructo: a nivel político, enfoque o metodología y como recurso educativo. Dicho panorama dividió los capítulos en aportes a la didáctica y aportes al currículo. En todos los casos, se aprecian avances favorables para el desarrollo de las áreas STEM, la labor de los docentes para facilitar una sesión de clase que capte la atención de los estudiantes, la inclusión de herramientas tecnológicas para motivar la participación e investigadores que buscan establecer un marco de acción para el constructo. Por ello, es necesario continuar con estudios cualitativos y cuantitativos que permitan determinar el impacto de STEAM en las localidades donde se aplica.

Conclusiones

La presente investigación, permite llegar a las siguientes conclusiones:

- Los aportes de STEAM son diversos y positivos en el ámbito educativo. De acuerdo con el alcance que se le brinde podrá impactar en la mejora de los aprendizajes de los estudiantes de Educación Secundaria, ya que puede actuar en tres niveles. Como objetivo político, puede movilizar cambios significativos en el Currículo y contribuir con el cierre de brechas sociales. Como enfoque o metodología, fortalece y dinamiza enfoques educativos a partir de la aplicación de metodologías activas, como el Aprendizaje basado en proyectos, la Gamificación, el Design Thinking, entre otros). Como recurso educativo, se convierte en una herramienta educativa que contribuye en la formación de docentes y estudiantes. Además, permite la socialización de buenas prácticas y se convierte en un registro de lo que la creatividad, así como el trabajo cooperativo entre diferentes actores de la sociedad pueden lograr.

Con relación al objetivo específico 1, se concluye que es relevante conocer los fundamentos de STEAM para comprender su naturaleza y el aporte que otorga en los tres niveles en los que se aplica. Así, la evolución de STEM en STEAM, STEM + H y CHEER evidencia que de acuerdo con las necesidades educativas de un país el constructo se adaptará con la finalidad de despertar el debate, buscar el trabajo conjunto de los actores sociales y emprender nuevas formas de mejorar la educación de los estudiantes. Aunque en un principio, STEAM generó confusión y escasos parámetros para ser definido como modelo, enfoque o metodología, actualmente, se puede reconocer como un objetivo político. Como tal, es capaz de concentrar la flexibilidad y el interés descritos.

Con relación al segundo objetivo específico, se puede apreciar que STEAM impactó positivamente en la didáctica de la Educación Secundaria, ya que despertó el interés de maestros y estudiantes al incluir estrategias lúdicas, metodologías activas y recursos educativos interactivos. Por un lado, a nivel de enfoque, se

incrementó el debate sobre su naturaleza integradora, flexible y abocada a la resolución de problemas de la vida real, ya que otros enfoques como el de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) se desarrolla en Argentina y España con notable éxito desde hace más de 10 años. Al respecto, es importante señalar que a nivel de enfoque o metodología STEAM contribuyó en despertar el interés de la comunidad y reavivó el debate sobre el aporte de los enfoques tradicionales y su capacidad para responder a un contexto urbano o rural. A su vez, sumó a las metodologías activas, las cuales impregnaron de interactividad las sesiones de clase. Por otro lado, a nivel de recurso educativo incentivó que la empresa privada, la sociedad civil organizada, la academia y el gobierno se concentraran en la elaboración de sendas bases de datos con la finalidad de transmitir buenas prácticas, establecer redes de trabajo cooperativo y, sobre todo, superar las limitaciones que originó la pandemia al sector educativo (guías de trabajo, materiales interactivos, videotutoriales, capacitación para estudiantes – docentes, etc).

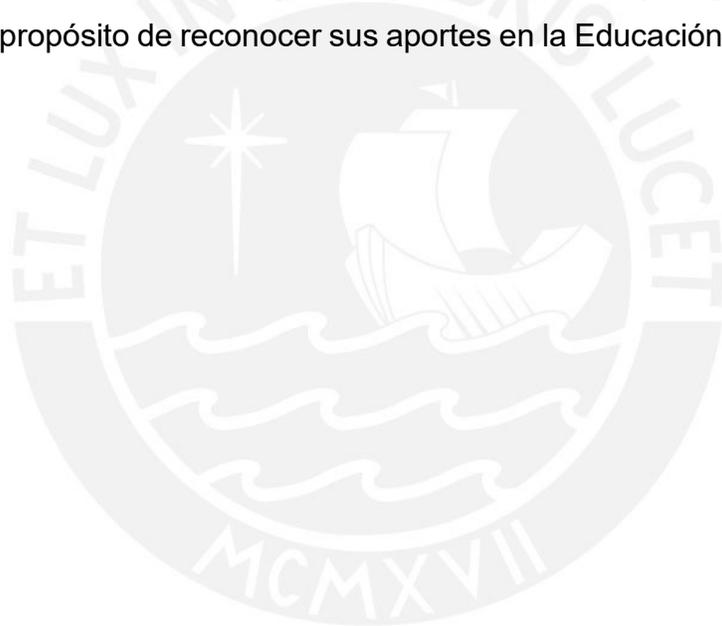
Con relación al tercer objetivo específico, STEAM ha logrado cambios significativos en el Currículo de la Educación Secundaria. Es necesario mencionar que en su rol de objetivo político generó cambios en las políticas educativas, así como en las normas que rigen los estados. Como tal, amplió el debate sobre cuáles debían ser las competencias y el perfil que los estudiantes debían poseer para responder a los desafíos del siglo XXI. Asimismo, despertó el debate sobre las iniciativas gubernamentales que buscan atender la Agenda 2030 de la ONU y el enfoque de desarrollo de capacidades. Por ende, en este aspecto en particular, se propone establecer mecanismos de evaluación que permitan garantizar los aprendizajes en áreas STEM, ya que sin ello no se garantizaría su sostenibilidad.

Recomendaciones

Se sugiere seguir monitoreando los cambios del constructo STEAM y establecer los parámetros para reconocerlo como objetivo político, mediante investigaciones cuantitativas y cualitativas en el país.

Se sugiere revisar las bases de datos y aplicar nuevos criterios de búsqueda, ya que durante el período de tiempo en el que se realizó la presente investigación no se ubicaron textos sobre experiencias educativas peruanas.

Sería interesante sistematizar las experiencias STEAM que se están desarrollando en las diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales del país, con el propósito de reconocer sus aportes en la Educación Básica Regular.



Referencias Bibliográficas

- Alcaraz-Dominguez, S., & Barajas, M. (2021). Conceiving Socioscientific Issues in STEM Lessons from Science Education Research and Practice. *Education Sciences*, 11(5), 238. doi:10.3390/educsci11050238
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 7ma. Edición. Ediciones El Pasillo 2011.
- Arís, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills. *Education Sciences*, 9(2), 73. doi:10.3390/educsci9020073
- Asinc, E., & Alvarado, S. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, 1 - 12. <https://doi.org/10.37611/IB0ol01-12>
- Azcaray Fernández, JK. (2019). *Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular STEAM a través del uso de las nuevas tecnologías creativas* [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/125704>
- Bernabé, C. (2018). *Planificación Curricular*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Caballero, A. (2014). *Metodología integral innovadora para planes y tesis*. México D.F. Cengage Learning Editores, S.A.
- Cabrera-Medina, J., Sánchez-Medina, I., & Medina-Rojas, F. (2021). The inclusion engineer and the scratch language for the learning mathematics. [El ingeniero de inclusión y el lenguaje Scratch en el aprendizaje de la matemática] *Informacion Tecnologica*, 31(6), 117-124. doi:10.4067/S0718-07642020000600117
- Cano, L., Montes Bermúdez, D., & Díaz Arango, V. (2021). Experiencias STEM+H en instituciones educativas de Medellín: factores que prevalecen en su implementación. (Spanish). *Sociology & Technoscience*. *Sociología y Tecnociencia*, 11(Extra ,1), 1–22.
- Carmona-Mesa, Jaime Andrés; Arias-Suárez, Juliana; Villa-Ochoa, Jhony (2019). Formación inicial de profesores basada en proyectos para el diseño de lecciones STEAM. En Serna, Edgar (Ed.), *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI (2a ed.)* (pp. 483-492). Medellín: Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.
- Carrillo, R. (2018). *Didáctica General*. Pontificia Universidad Católica del Perú

- Casado Fernández, R., & 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. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Celis Cuervo, D. A., & González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279–302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>
- Cilleruelo, L., & Zubiaga, A. (2014). *Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología*. <https://bit.ly/2OJtbYO>
- Conradty, C., Sotiriou, S. A., & Bogner, F. X. (2020). How Creativity in STEAM Modules Intervenes with Self-Efficacy and Motivation. *Education Sciences*, 10(3), 70. doi:10.3390/educsci10030070
- Cruz, K. J. Z. (2017). Fortalecimiento de las matemáticas a través de las STEAM en la Tecnoacademia de Neiva/Academic strengthening of mathematics by using STEAM in the Tecnoacademia in Neiva. *Revista Ciencias Humanas*, 14(1),39. <https://link.gale.com/apps/doc/A568974446/IFME?u=anon~3fe5ce28&sid=googleScholar&xid=990117cc>
- Díaz, M. A., Rodríguez, M., & Barria, L. (2020). Caracterización de las habilidades STEM en procesos de etnomodelado con alumnos/as trabajadores/as migrantes haitianos/as de la ciudad de Talca/Characterization of STEM skills in ethno modeling processes with Haitian migrant workers from the city of Talca. *Estudios Pedagógicos*, 46(2), 397. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000200397>
- Diego-Mantecón, J. -, Blanco, T. -, Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. [Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave] *Comunicar*, 29(66), 34-43. doi:10.3916/C66-2021-03
- Domènech Casal, J. (2020). Diseñando un simulador de ecosistemas. Una experiencia STEM de enseñanza de dinámica de los ecosistemas, funciones matemáticas y programación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(3), 3202.
- Domènech Casal, J. (2021). Sintonizando STEAM en el eje de coordenadas de la Escuela. *Cuadernos de pedagogía*, 519, 107-111. <https://app.box.com/s/7wb7o3okv0etz0zadc5rwjetv0mf6s44>

- Domènech-Casal J. (2019). STEM: oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis*, Monográfico 2019, 155-168. DOI: 10.17345/ute.2019.2.2646
- Domènech-Casal J., Lope S. y Mora L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(2), 2203. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Domínguez Osuna, P. M., Oliveros Ruiz, M. A., Coronado Ortega, M. A., & Valdez Salas, B. (2019). Retos de ingeniería: enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. (Spanish). *Journal Educational Innovation. Revista Innovación Educativa*, 19(80), 15–32.
- EBSCO (2022) *¿Por qué utilizar EBSCOhost para la investigación?* <https://www.ebsco.com/es/products/plataforma-de-investigacion-ebscobhost#:~:text=EBSCOhost%20es%20una%20plataforma%20intuitiva,%C3%A1pidamente%20la%20informaci%C3%B3n%20que%20necesitan.>
- El Bedewy, S., Lavicza, Z., Haas, B., & Lieban, D. (2021). A STEAM Practice Approach to Integrate Architecture, Culture and History to Facilitate Mathematical Problem-Solving. *Education Sciences*, 12(1), 9. doi:10.3390/educsci12010009
- Elsevier (2022). *Unparalleled and continuous access to critical research output from around the world.* <https://www.elsevier.com/solutions/scopus/how-scopus-works/content>
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista De Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- Harris, A., & de Bruin, L. (2017). Steam education: Fostering creativity in and beyond secondary schools. *Australian Art Education*, 38(1), 54–75.
- How, M.-L., & Hung, W. L. D. (2019). Educing AI-Thinking in Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) Education. *Education Sciences*, 9(3), 184. doi:10.3390/educsci9030184

Hsu, T.-C., Abelson, H., Lao, N., & Chen, S.-C. (2021). Is It Possible for Young Students to Learn the AI-STEAM Application with Experiential Learning? *Sustainability*, 13(19), 11114. doi:10.3390/su131911114

Instituto Apoyo (2021). Página institucional. <https://institutoapoyo.org.pe/>

Juvera, J., & Hernández López, S. (2021). STEAM en la infancia y la brecha de género: Una propuesta para la educación no formal. (Spanish). *EDU REVIEW: International Education & Learning Review / Revista Internacional de Educación & Aprendizaje*, 9(1), 9–25. <https://doi.org/10.37467/gkarvedu.v9.2712>

Lin, C., Huang, J., & Lin, R. (2021). From STEAM to CHEER: A Case Study of Design Education Development in Taiwan. *Education Sciences*, 11(4), 171. doi:10.3390/educsci11040171

López Gamboa, Marco & González, Carlos & Soto, José. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*. 7. 12002. http://www.lajse.org/may20/2020_12002.pdf

López, P., Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2021). Brazilian and Spanish Mathematics Teachers' Predispositions towards Gamification in STEAM Education. *Education Sciences*, 11(10), 618. doi:10.3390/educsci11100618

Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3),613-619. ISSN: 1413-8123. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63023334008>

Minedu (2017). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-de-la-educacion-basica.pdf>

MDPI (2022). *Information for Editors*. <https://www.mdpi.com/editors>

Muñoz, C. (2018). *Metodología de la Investigación*. *Ciencias Sociales*. Editorial Progreso S.A

PUCP (s.f) *Reglamento del Comité de Ética en la Investigación* <https://bit.ly/3o8GHWI>

Revilla, D. (2020). El método de investigación documental. En A. Sánchez (coord.), *Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación*. 7-22. Maestría en Educación. Escuela de Posgrado PUCP. <https://bit.ly/3wpOxyH>

- Rodríguez, C., Lorenzo, O., & Herrera, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM, XV(2)*, 133-154. ISSN: 1405-3543. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65415209>
- Román-Graván, P., Hervás-Gómez, C., Martín-Padilla, A. H., & Fernández-Márquez, E. (2020). Perceptions about the Use of Educational Robotics in the Initial Training of Future Teachers: A Study on STEAM Sustainability among Female Teachers. *Sustainability, 12(10)*, 4154. doi:10.3390/su12104154
- Ruiz, F.(2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. Alfara del Patriarca (Valencia): Universidad CEU Cardenal Herrera, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación, Departamento de Ciencias de la Educación.
- Salgado, A. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit, 13(13)*, 71-78. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272007000100009&lng=es&tlng=es.
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres Y Maestros / Journal of Parents and Teachers, (379)*, 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Santillán, J. P., Cadena Vaca, V. del C., & Cadena Vaca, M. (2019). Educación Steam: entrada a la sociedad del conocimiento. *Ciencia Digital, 3(3.4.)*, 212-227. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.847>
- Serón Torrecilla, F. J. (2020). El enfoque STEAM: Diseño participativo en una experiencia de ciencia ciudadana. *AusArt, 8(1)*. <https://doi.org/10.1387/ausart.21474>
- Serón Torrecilla, F. J., & Murillo Ligorred, V. (2020). Arte contemporáneo y STEAM en la formación de maestros de educación primaria: Intersecciones arte y ciencia. *AusArt, 8(1)*. <https://doi.org/10.1387/ausart.21462>
- Siemens Stiftung (2021). Página institucional. <https://educacion.stem.siemens-stiftung.org/>
- Soto, J., Martínez, M., Gámez, J. & Alcalá, J. (2017). *El uso de Ciudades Inteligentes y el paradigma STEAM como metodología de aprendizaje basado en proyectos y desarrollo de competencias*. 412 – 418. <https://bit.ly/33IFJ76>

Suárez, G. (2018). *Las políticas educativas en Planificación y Gestión de la Educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú

Valovičová, L., Ondruška, J., Zelenický, L., Chytrý, V., & Medová, J. (2020). Enhancing Computational Thinking through Interdisciplinary STEAM Activities Using Tablets. *Mathematics*, 8(12), 2128. doi:10.3390/math8122128

Wang, X., Xu, W., & Guo, L. (2018). The Status Quo and Ways of STEAM Education Promoting China's Future Social Sustainable Development. *Sustainability*, 10(12), 4417. doi:10.3390/su10124417

Zamorano, T., García, 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*. <https://bit.ly/2YbUmyF>

