

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE EDUCACIÓN



Acercamiento de STEM a la realidad curricular peruana en el nivel primario

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN
EDUCACIÓN

AUTOR:

KARLA BRIGITTE AGUILAR SOTELO

ASESOR:

LITA GIANNINA BUSTAMANTE OLIVA

Diciembre, 2018

RESUMEN

Esta tesina de carácter documental pretende dar a conocer la importancia de educar bajo una propuesta educativa como STEM (Science, Technology, Engineering y Maths) desde la formación escolar peruana. La pregunta de investigación que se responderá a lo largo del informe se expresa de la siguiente manera: ¿Cuáles son las posibilidades de aprendizaje que ofrece la propuesta STEM para el desarrollo de las competencias científicas, tecnológicas y matemáticas propuestas por el Currículo Nacional en los estudiantes de educación primaria? Para responder esta interrogante, situaremos la propuesta STEM desde el escenario social y escolar, tomando en cuenta los desafíos actuales que supone la globalización, el avance de la tecnología y las oportunidades de desarrollo de los ciudadanos en este campo. De la misma manera, esbozaremos la propuesta STEM y su relación con las competencias del Currículo Nacional del nivel primario, destacando su valor para el aprendizaje integral del alumnado. Este informe, además, que desarrolla el tema de la calidad educativa, tomará los resultados de las pruebas nacionales e internacionales, específicamente en áreas relacionadas a STEM para hacer una relación con la propuesta aquí presentada. Algunas investigaciones la dan conocer como aquella propuesta educativa que abarca aprendizajes, habilidades y dominios que serán necesarios ir incluyéndolos en las escuelas del siglo XXI. Dado ello, se explicará los distintos componentes de la propuesta que la refieren como oportunidad para educar de manera pertinente a los grupos de niños, niñas y jóvenes en estos últimos años incorpora la tecnología con mayor demanda.

Palabras clave: Educación primaria- STEM- Matemática- Ciencia- Tecnología- Ingeniería- Interdisciplinar- Competencias.

Índice

	Pág.
RESUMEN.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iv
Capítulo I PROPUESTA PEDAGÓGICA STEM.....	7
1. 1 STEM como respuesta a los desafíos actuales.....	7
1.1. 1 STEM frente a los retos de la educación que requieren las y los jóvenes de hoy.....	9
1.1.2 STEM frente al desafío de inclusión de las mujeres en carreras científicas.....	12
1.2 STEM como un enfoque para la escuela del siglo XXI.....	14
1.2.1 Conexión interdisciplinar para el desarrollo de proyectos	14
1.2.2 Formación en competencias STEM para el nivel primario.....	17
Capítulo II POSIBILIDADES DE APRENDIZAJE STEM EN LA REALIDAD CURRICULAR PERUANA.....	24
2.1 Panorama de la educación en Ciencias, Tecnología y Matemática en la educación primaria.....	24
2.1.1 Enseñanza de las ciencias naturales en primaria.....	24
2.1.2 Enseñanza de la tecnología en primaria.....	26
2.1.3 Enseñanza de las matemáticas en primaria.....	28
2.2 Desarrollo de habilidades en STEM.....	30
2.3 STEM como oportunidad de integración de las competencias curriculares peruanas.....	33
CONCLUSIONES.....	37
REFERENCIAS.....	39

Índice de tablas

Tabla 1: Competencias curriculares del MINEDU relacionadas a disciplinas STEM...34

Tabla 2: Articulación entre competencias del Currículo Nacional peruano e ítems de aprendizaje en STEM..... 335



INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el término STEM se ha relacionado a distintos rubros como el político, económico y educativo. Tal panorama evidencia la importancia que se le da al tema en la actualidad. En vista de que ha emergido la necesidad de hacer participe a la ciudadanía en temas tecnológicos y científicos, es importante que se promueva una educación dinámica y una alfabetización para el desarrollo de competencias relacionadas a estas áreas. En ese sentido la propuesta STEM se enfoca en acercar a los estudiantes a escenarios educativos que propicien una interacción directa con el conocimiento científico y tecnológicos que están incluidos de manera transversal en diversos aspectos sociales.

Con la constitución de estas siglas, se considera que la interdisciplinariedad es sustancial para construir soluciones y alternativas tecnológicas útiles para la sociedad. Es por ello, que en la actualidad se viene dando valor de la evolución tecnológica y mayor inversión para el desarrollo de innovaciones científicas. En ese sentido, estos campos del conocimiento tienen un significado importante para la sociedad. Esto, a largo plazo, genera una mejor calidad de vida para las comunidades.

En concordancia a lo mencionado, la formación escolar es fundamental para generar experiencias que promuevan habilidades y conocimientos en STEM. Asimismo, esta visión de cambio iniciado por el sistema educativo que propone adoptar una visión de la pedagogía que valore las competencias y habilidades de los alumnos es concordante con la propuesta pedagógica STEM, la cual se enfoca en promover capacidades, actitudes y permitir el desarrollo de un pensamiento más divergente desde la creación de proyectos en favor y beneficio de las personas de manera ética y responsable.

Por lo mencionado, esta investigación documental busca dar a conocer la propuesta pedagógica STEM y su pertinencia para la educación básica peruana. La motivación para realizar esta investigación partió del acercamiento previo en la enseñanza de talleres que promueven habilidades ingenieriles en niños entre 7 y 12 años. En base a esa experiencia se reflexionó sobre la relevancia de incluir espacios para la creación de

proyectos, diseños y entornos de aprendizaje activos en donde los estudiantes lideren sus propias iniciativas de solución a diversas problemáticas.

De esta manera, mediante la presente investigación se identificarán elementos que configuran un proceso formativo en áreas STEM en el marco del desarrollo de competencias propuesto por el Currículo Nacional del Perú, específicamente en el nivel primario. Por tal motivo, se formuló la pregunta de investigación de la siguiente manera ¿Cuáles son las posibilidades de aprendizaje que ofrece el enfoque STEM para el desarrollo de las competencias científicas, tecnológicas y matemáticas propuestas por el Currículo Nacional en los estudiantes de educación primaria? Para el análisis y reflexión es imprescindible conocer la propuesta educativa STEM y la situación actual de la educación.

Ciertamente, este tema viene teniendo acogida en diversos países a nivel de investigación y curricular. Sin embargo, todavía no es muy visible en América del Sur, por lo que, su difusión y estudios de casos en el territorio peruano queda como un pendiente para los investigadores en temas educativos. A la par, se espera que las bases de una educación STEM vayan en sintonía con los cambios trascendentes en la actualidad y se generen sociedades más sostenibles, capaces de involucrarse en temas científicos y estén predispuestos a participar activamente en las decisiones sociales.

Con la intención de lograr objetivos principales de la investigación, se presentará elementos que configuran la propuesta, el panorama de la enseñanza en áreas STEM, la relación de la didáctica en diversas áreas del acrónimo y la relación de las competencias con estas disciplinas. Estos objetivos a responder están divididos de la siguiente manera:

- Describir la propuesta pedagógica STEM (science, technology, engineering y maths)
- Explicar la importancia de la propuesta pedagógica STEM en el contexto nacional.

Capítulo 1

PROPUESTA PEDAGÓGICA STEM

En la primera sección se abordará la importancia de la propuesta STEM y cómo esta responde a los desafíos más asiduos y complejos de la sociedad, tales como los retos que afrontan las y los estudiantes en la educación universitaria y la situación de la desproporción en las posibilidades de inclusión que existe para las mujeres en carreras científicas. Posteriormente, se incluirá la perspectiva interdisciplinar que acoge el acrónimo y su vinculación al desarrollo de competencias.

1.1 STEM como respuesta a los desafíos actuales

La propuesta pedagógica STEM surge para responder a necesidad de alfabetización científica y tecnológica que la sociedad demanda en los ciudadanos del siglo XXI. Referirnos a STEM, supone aludir al desarrollo de competencias científicas, tecnológicas, matemáticas e ingenieriles necesarias en la actualidad. Estas siglas del acrónimo de STEM engloban los campos del conocimiento como Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática (Science, Technology, Engineering y Maths).

La importancia de promover la alfabetización STEM radica en que se fomenta su participación en decisiones que se toman a nivel político y social en cuanto a propuestas científicas o tecnológicas que se establecen para la comunidad. Tener un escenario como este, puede significar una mejora en la calidad de vida de la población porque se tomarían decisiones responsables a nivel social en un territorio con personas capaces de involucrarse con el conocimiento científico y comprender cuál es su rol en los cambios sin precedentes que viene generándose en diversos sectores.

Es conocida la utilidad de la tecnología moderna en nuestros días y aprender a crearla podría visionarse como una ventaja para romper con las barreras de acceso que algunos grupos mantienen sobre otros. De esa forma, se estaría logrando que comunidades se desarrollen bajo el mismo conocimiento que dominan los expertos en temas STEM haciéndolos acreedores de una autonomía en su condición de vida.

A la vez, se contribuye con el desarrollo y evolución de los rubros científico y tecnológico dirigidos por personas con aptitudes para desempeñarse en estos campos. Como primer paso para ir concretando esta visión, se necesita establecer bases desde la educación primaria. Es en esta etapa o nivel escolar se debe empezar a proponer experiencias que rete a los niños y niñas a pensar de manera crítica, usar sus habilidades y poner en práctica sus conocimientos en STEM.

Cuando las y los estudiantes llegan al último año del nivel secundario o a la educación superior, aparecen desafíos como el desconcierto en estos rubros, lo cual los aleja del éxito que podrían tener en estas carreras relacionadas a STEM o en todo caso, desisten en intentar obtener una vacante para alguna de estas disciplinas. Incluso, desde los niveles de primaria o secundaria, el hecho de no comprender matemáticas o ciencias (que también son parte del acrónimo) es sinónimo de obstáculo para el alumnado.

Esta situación se agudiza con el caso de las mujeres, quienes por años no han tenido la oportunidad de formar parte de estas carreras dado a una visión errónea y estigmatizada sobre sus capacidades. Sin embargo, nuevamente, si buscamos el origen a problemáticas como estas llegaremos a toparnos con la escuela como punto de partida y sobre ello, tenemos que empezar a cuestionarnos por el cambio de manera planeada y sostenida. En las siguientes líneas, se desarrollará las problemáticas mencionadas.

1.1.1 STEM frente a los retos de la educación que requieren las y los jóvenes de hoy

La escuela es la base fundamental para formar educandos que al terminar su educación básica puedan desenvolverse de la mejor forma en la sociedad. De esa manera, si se enfatiza en que esa sociedad se ha transformado debido a la globalización, el avance de la ciencia y la tecnología, entonces, ello denota que las escuelas tienen un panorama retador por abordar. En ese sentido, la responsabilidad que la escuela asume debe verse reflejada en el logro que obtienen los escolares al culminar la Educación Básica.

En algunos casos, cuando los estudiantes culminan la escolaridad, dado a las condiciones que los rodea, deben enfrentarse al mundo laboral, por lo que, sus habilidades y conocimientos deben ser garantes para lograr una inserción satisfactoria que lo dignifique. Por el mismo lado, en el caso de tener más oportunidades de acceso a la educación superior, el estudiante debe tener las capacidades suficientes para lograr una transición y permanencia satisfactoria en esa etapa.

Sin embargo, con una enseñanza que no alcanza a ser coherente con el panorama social por el que transcurre el desarrollo social, genera menos oportunidades para que los estudiantes puedan desenvolverse al terminar la escuela. De igual manera, sucede con la formación en STEM, la cual teniendo una didáctica tradicional en la actualidad, sin atender lo que realmente se necesita que los estudiantes aprendan de esos rubros. Ello, conlleva a que los estudiantes tengan limitaciones al optar por alguna disciplina STEM o para mantenerse, en el caso de los que ingresan.

En relación a ello, una propuesta poco congruente con las demandas educativas y formativas para los estudiantes en la actualidad dificulta la comprensión de las propuestas y políticas tecno-científicas que cada vez más toman presencia en diferentes ámbitos profesionales y sociales. Teniendo en cuenta esta situación, Bosch et al. (2011), destaca lo siguiente:

“La sociedad ha demostrado desde hace varias décadas su preocupación sobre la enseñanza de las ciencias y matemática, ya que cada vez hay más abandono por parte de la juventud de estudiar carreras de ciencias e ingeniería. La falta de ingenieros en el mundo es alarmante, la falta de matemáticos que elaboren junto con grupos interdisciplinarios modelos complejos de situaciones de la vida real, también es preocupante” (p. 133).

Esta situación debe replantear a los maestros la forma en la que se enseña estas áreas. Las mismas que en la práctica escolar se visualizan de manera desarticulada. Un ejemplo de ello es la matemática. En relación a ella, se piensa que solo permite el desarrollo de operaciones y cálculos pero también están inmersas en el arte, la música, las ciencias y en las demás disciplinas. Siendo esta una de las áreas catalogadas como las más complejas para el aprendizaje escolar.

En el informe de Avolio, Chávez, Vílchez-Román y Pezo (2018), mencionan los datos reportados por el SUNEDU. En este se evidencia que el número de universitarios matriculados en el 2016 fue de 1'370,558 en distintas carreras y las relacionadas a la ciencia y tecnología fueron un 32,9% del total, es decir alrededor de 450,395 universitarios. En ese mismo año egresó un 26% de estudiantes de las carreras de CTI. Ante una sociedad que necesita de profesionales y personas con habilidades en carreras STEM, estas cifras evidencian que los rubros de ciencia y tecnología no están entre las preferencias de las y los estudiantes.

Incluso, después de unos meses o años de estudios universitarios la cantidad de estudiantes continúa disminuyendo. Según Avolio, Chávez, Vílchez-Román y Pezo (2018), una de las responsabilidades de la deserción universitaria es la preparación pre universitaria, es decir, el periodo de la etapa escolar. Estos mismos autores mencionan que:

“Varios estudios concluyen que la convicción de los estudiantes acerca de su capacidad para la ciencia durante sus años escolares afecta las

decisiones que toman cuando ingresan a la universidad. Los estudiantes que creen que tienen habilidades para la ciencia están más propensos a elegir un currículo de ciencias en la universidad” (p. 71).

En ese sentido, esos desafíos por los cuales atraviesa el sistema educativo deben revertirse. Los estudiantes tienen que encontrar en la escuela las herramientas que promuevan su desenvolvimiento en sociedad, por lo tanto, la propia pedagogía escolar no puede ser el factor que limite los ideales de vida de los jóvenes que están terminando la escuela. De acuerdo a lo que acontece en la realidad, se necesita enfatizar en la difusión de una educación en STEM, que articula las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas para fomentar que los y las estudiantes descubran aspectos de una posible interrelación entre lo que se viene construyendo en el entorno.

Esta perspectiva de STEM no solo se orienta en la intervención del desarrollo cognitivo y académico de los escolares, sino también, en las actitudes, habilidades interpersonales y a nivel científico. En relación a lo mencionado, Bosch (2011), menciona que:

“[...] Existe la necesidad de que los estudiantes tengan una sólida preparación en los temas STEM, debido a que en el futuro necesitarán un sólido entendimiento de situaciones relacionadas con tecnología. Asimismo, se necesita implementar una educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática para preparar a los estudiantes a resolver los problemas y desafíos [...] del presente siglo” (p.133).

Bajo la misma línea, es impresionante conocer los cambios trascendentes que vienen desarrollándose en la sociedad dado a la globalización y la tecnología, sin embargo, todavía no hay una adaptación significativa de las escuelas a esa realidad. Así también, es una realidad en el Perú que todavía haya estigmas sobre las capacidades de las mujeres para asumir roles en la ingeniería, matemáticas o cualquier carrera científica, preservando una brecha de género y que limite las oportunidades de desempeñarse en estas carreras. Esta situación, forma parte también de otro desafío que se asume desde una enseñanza STEM, la cual se abordará en los siguientes párrafos.

1.1.2 STEM frente al desafío de inclusión de las mujeres en carreras científicas

El sistema educativo asume el desafío de brindar calidad en la educación; sin embargo, este compromiso no se puede concretar cuando hay vacíos y discordancia entre la educación que se ofrece y las necesidades educativas que deben de ser resueltas. Además, en la actualidad se sigue evidenciando las brechas de oportunidades en relación a las niñas y mujeres, limitándolas a que puedan desenvolverse en escenarios de investigación científica, trabajo de ingeniería, entre otros.

Esto continúa sucediendo porque todavía se cree que esas carreras y puestos de trabajo que derivan de ellas son para la población masculina. Según UNESCO (2017), una educación equitativa y pertinente, en sentido amplio promueve aprendizajes, favorece la experimentación, la creatividad y debe estar orientado a encontrar soluciones a problemáticas del entorno social.

Sin embargo, sucede que son parte del cotidiano cuestiones como “la segregación ocupacional y los estereotipos de género (estos) son reproducidos en gran parte durante la formación escolar, [...] haciendo que las niñas [...] se vean menos atraídas por estas disciplinas al momento de elegir una carrera técnica o profesional” (Comunidad Mujer, 2017, p.2) Por lo que, es necesario revertir los sesgos discriminatorios y las brechas de género que se refleja desde las prácticas educativas y continúan manifestándose en la sociedad.

En relación a lo anteriormente mencionado, un espacio que acoge al alumnado debe brindar experiencias de aprendizaje que valore las habilidades por igual. En ese sentido, una educación bajo la propuesta STEM genera ambientes de participación en igualdad de condiciones e invita a la construcción de proyectos ingenieriles y científicos a niñas y niños de manera conjunta sin desestimar la capacidades, motivándolos a desenvolverse desde el trabajo colaborativo.

Como se mencionó anteriormente, la matrícula de mujeres en las universidades para carreras STEM presenta una gran diferencia en comparación de los hombres. Dada esta afirmación, es importante resaltar que se ha hecho una investigación en el tema por parte del SUNEDU. A partir de la data recogida por Avolio, Chávez, Vílchez-Román y Pezo (2018), se analiza los resultados del estudio de las mujeres peruanas que logran tener un puesto en la educación superior para el rubro de ciencias. En ella se detalla que en el año 2016 hubo 1 370, 558 inscritos a la universidad y en ese año solo 131 345 fueron mujeres inscritas en carreras CTI. Asimismo, esta investigación analizó los datos del Reporte de Matrícula en Pregrado por Familia de carreras del SUNEDU y se detalla con cifras la diferencia que existe entre hombres y mujeres en los estudios de disciplinas STEM.

En relación a ello, en cuanto a la carrera de Ingeniería de la construcción sanitaria y arquitectura hay 56, 096 hombres más inscritos que mujeres, en Ingeniería industrial y de producción la diferencia es de 74, 495 en favor de los hombres, para Ingeniería de sistemas y telecomunicaciones se registra que faltarían 41, 743 mujeres para igual el número de hombres, para las carreras de Matemáticas y Estadística se evidencia una diferenciación de 1, 889 y en Ciencias físicas y químicas tendrían que haber postulado e ingresado 4, 726 mujeres más para poder alcanzar la cantidad de hombres que ingresaron a la carrera.

Así también, según Marín (2017), quien redactó una nota periodística para el diario El Peruano sobre mujeres que optaron por alguna carrera STEM, aseguró que menos del 10% siguen una carrera tecnológica. Además, en esta nota, se incluyen datos del INEI que dan cuenta que solo el 5.4% de estudiantes mujeres encuestadas sigue alguna carrera de ingeniería (industrial, la de mayor incidencia entre ellas). Desde hace unos años, esta situación es preocupación de la agenda política en la cual se logro fijar Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados al 2030. Entre uno de ello, está la meta número 5 que busca revalorar a la mujer en las sociedades de América Latina y el Caribe.

En suma, las estadísticas indican que hay trabajo por hacer desde la escuela y es imperativa la necesidad de abordar la educación bajo un enfoque de participación y colaboración que permita las mismas oportunidades de aprendizaje entre niños y niñas. En principio, la escuela debe generar confianza y seguridad a niñas y adolescentes para hacer frente estigmas erróneo que la sociedad conserva sobre sus capacidades. Para ello, es fundamental que desde el medio educativo se valoren sus fortalezas para que asuman sus responsabilidades desde cualquier área profesional las cuales vienen involucrando cada vez más conocimiento en STEM.

1.2 STEM como una propuesta para la escuela del siglo XXI

Las herramientas necesarias para poder enfrentar los desafíos expuestos deben ser favorecidas desde la escuela. Esta debe permitir llevar a cabo el proceso de aprendizaje bajo una propuesta integral que proporcione una práctica educativa basada en la construcción de proyectos integrados por STEM. Así también, esta debe favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas e interpersonales. A continuación, se explica los elementos de la propuesta señalada.

1.2.1 Conexión interdisciplinar para el desarrollo de proyectos

La diferencia entre el crecimiento exponencial de la tecnología en relación con la preparación de los ciudadanos para entender y actuar en un mundo que se percibe de esa manera es bastante amplia. Sin embargo, es gracias a las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas que ha lo largo de los años se ha obtenido algunos beneficios para la sociedad como medicinas, energía, máquinas, entre otros. Es por ello que estas son complementarias y esa característica es determinante para llevar a cabo grandes avances de ciencia y tecnología.

Por lo mencionado, es una deuda del sistema educativo pensar y proceder con una propuesta educativa que dote a los ciudadanos con habilidades eficientes y conocimientos oportunos para la realidad de hoy. Esto implica que el alumnado conozca que todo lo que aprende tiene una utilidad real y que sus habilidades tienen un alto valor en distintos rubros sociales.

De esa manera, es importante acercar a los escolares a la experiencia de creación de proyectos en donde tengan la oportunidad de involucrar su conocimiento y destrezas de forma vivencial. Para resolver un proyecto, es necesario partir del ingenio y la sinergia de ideas que se reúna en un equipo. Por lo que en la práctica se desarrollan procesos de autonomía, pensamiento crítico, argumentación y retroalimentación. Por el mismo lado, la propuesta pedagógica STEM favorece espacios de integración para dar protagonismo al actuar del alumno, de tal modo, que en su tiempo y posibilidades logre resolver alguna problemática de interés propio. Generando así, un espacio de trabajo colaborativo y permitiendo el diálogo constante entre los miembros del grupo para buscar alternativas que los ayude a concretizar su idea.

Además, es importante rescatar la apreciación de Gómez (2017), quien señala que la educación STEM al involucrar los principios del aprendizaje basado en proyectos, transforma el salón de clase en un espacio de coworking o trabajo cooperativo de alto rendimiento, donde se llevan a cabo proyectos enfocados a la solución de problemas y al estudio de casos. Es así como la propuesta educativa presentada busca promover aprendizajes integrales partiendo desde la autonomía que puede significar al estudiantado aprender mediante la construcción de proyecto.

Cabe señalar que las áreas STEM guardan relación entre ellas y esto se evidencia en la práctica cotidiana en donde constantemente se toman decisiones en base a conocimientos de ciencia, tecnología y matemáticas para el desarrollo de proyectos o programas. Asimismo, López y Carrión (2016) mencionan que la ciencia es una manera de pensar, además consiste en observar y experimentar, hacer predicciones, compartir descubrimientos, hacer preguntas y preguntarse cómo funcionan las cosas.

Asimismo agregan que la tecnología consiste en usar herramientas, ser inventivo, identificar problemas y hacer que las cosas funcionen. Así también, acotan que la ingeniería consiste en resolver problemas, usar una variedad de materiales, diseñar y crear, además de construir cosas que funcionan y finalmente, dentro del acrónimo, las matemáticas son el eje de conocimiento de todas las cosas en el universo.

Bajo la misma línea, estos campos STEM tienen una conexión transversal que generan que el estudiante vaya formando un pensamiento crítico y lógico sobre las ciencias y matemáticas, así como la construcción de un pensamiento divergente que no limite su capacidad de idear soluciones a las problemáticas identificadas desde una vía o un área, sino que sea capaz de integrar diversos conocimientos para resultados eficaces.

STEM como propuesta escolar busca cohesionar estos contenidos, capacidades y habilidades para formar alumnos con competencias útiles para toda su vida. Dado ello, Benjumeda y Romero (2017), mencionan que la creación de estos proyectos interdisciplinarios requiere de una planificación docente reflexiva y coordinada para tener finalmente productos de calidad a través de una secuencia estructurada, integradora y coherente de tareas que, a su vez, satisfagan las exigencias curriculares de las disciplinas STEM.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se encuentra la metodología de proyectos que respalda la intención STEM en el aula para beneficiar al alumnado en su aprendizaje autónomo y en el desarrollo de distintas habilidades que van logrando tácitamente desde esa interacción con la propuesta. En relación al progreso académico, la propuesta en STEM prioriza la articulación de contenidos para lograr competencias científicas y tecnológicas. Como se estipula en el acrónimo, STEM integra las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas con el objetivo de contribuir a una formación holística e integral de los escolares. De forma individual, cada una de estas disciplinas tiene un propósito y objetivos de aprendizajes que son necesarios en la sociedad.

1.2.2 Formación en competencias STEM para el nivel primario

STEM es una propuesta que tiene como intención fundamental propiciar alternativas didácticas para que el estudiante pueda ir desarrollando habilidades de análisis, diseño, creación y evaluación de proyectos mediante el proceso de pensamiento científico, computacional, ingenieril y matemático basado en la pedagogía del aprender haciendo y de la experiencia en esas áreas. Es también, parte del abordaje de STEM prodisponer a los estudiantes al desarrollo de habilidades como el análisis de problemáticas y proceso de ejecución de diseños en donde puede hacer uso de la tecnología para concretar el proyecto.

Es ese aspecto, el tratamiento del proceso ingenieril juega un rol importante en los procesos didácticos, porque genera una perspectiva novedosa tanto para la enseñanza como para el aprendizaje, dado que lo habitual en relación a materias STEM es ver en la escuela que se desarrollan las matemáticas y ciencias de forma individual. En relación a lo mencionado, Morán (s,f) añade que:

“Las relaciones de los beneficios de la enseñanza de la ingeniería a estudiantes K-12 van desde un mejor desempeño en temas relacionados, como la ciencia y las matemáticas, y el aumento del conocimiento tecnológico a la mejora de la asistencia y retención escolar, una mejor comprensión de lo que hacen los ingenieros[...].” (p. 23).

Uno de los principales propósitos que se plantea con la enseñanza de STEM desde la educación primaria, afirman Toma y Greca (2016), es que “la resolución de problemas reales puede ayudar a los niños a modificar su concepción y actitudes hacia la ciencia” (p. 5). En ese sentido, facilitar el aprendizaje a través de experiencias reales y experimentales, tendrá como consecuencia un distanciamiento de la concepción convencional de que las ciencias y las matemáticas son difíciles de comprender. En sintonía con lo mencionado, López y Carrión (2016) concluyen que:

“Los estudiantes deben conocer, utilizar e interpretar las explicaciones científicas del mundo natural. Deben entender las relaciones que existen entre los conceptos científicos centrales y utilizarlas para construir y criticar argumentos científicos. Se enfoca más en los conceptos y en los vínculos que hay entre ellos, que en hechos particulares. También [...] demuestra ser capaz de dar explicaciones científicas debería ser capaz de aplicar el concepto en otros escenarios. De ser capaz de reconocer cuándo se cuenta con la evidencia suficiente como para llegar a una conclusión y determinar qué tipos de datos adicionales se necesitan” (p.39).

Asimismo, cabe resaltar esta inclusión de las matemáticas en el acrónimo, pues es una materia escolar que según la prueba internacional PISA (MINEDU, 2017), se ha demostrado que en el Perú todavía necesita ser reforzada. Por lo tanto, se debe reflexionar y analizar nuevas estrategias, metodologías y modelos que puedan hacer énfasis en mejorar la calidad en la enseñanza. Acotando a la idea, López y Carrión (2016) mencionan que:

“La educación en matemáticas que recibe el niño [...] está orientada a la destreza en operaciones y en manejo de técnicas. El pensamiento matemático tiene que ver con contenidos, pero también con métodos generales (inductivo, deductivo, analógico), con relevamiento de propiedades, con el establecimiento de relaciones entre variables y cantidades. El pensamiento matemático es el fundamento del conocimiento” (p.14).

Sobre la base de las ideas expuestas, se concluye que una clase del siglo XXI debe procurar aprendizajes significativos a través de la construcción y formulación libre del propio conocimiento sobre el mundo real. Esto, mediante la combinación de metodologías activas guiadas por un enfoque que no vea a las disciplinas de aprendizaje como un campo cerrado e inconexo, sino que comprenda que las competencias tienen

relación unas a otras y gracias a ellas las personas elevan su potencial de conocimiento y desenvolvimiento en la sociedad.

1.3 Aplicación de la propuesta STEM en contextos educativos internacionales

En la siguiente subsección se presentará algunos programas STEM implementados en escuelas de diferentes partes del mundo. Cabe mencionar que en Perú existen empresas o centros educativos que ofrecen experiencias de aprendizaje en STEM de forma extracurricular o como talleres de verano, sin embargo, hasta el momento no hay investigaciones que demuestren su aplicación en escuelas, ni documentación de tales sesiones. Esto debido a que la propuesta STEM es todavía desconocida para países de América del Sur, es así que las aplicaciones encontradas están basadas en el contexto estadounidense de donde proviene los inicios de la propuesta.

Como se mencionó en líneas anteriores, la educación integrada bajo las áreas STEM se viene implementando dentro de los colegios de diversas partes del mundo con una intención de enseñanza extracurricular o en horario lectivo. Es preciso mencionar que la implementación de este enfoque en las escuelas es posible por el financiamiento de los gobiernos, así como de redes de apoyo o empresas privadas.

Un porcentaje mayor de aplicación de esta pedagogía se da en Estados Unidos, debido a que dentro de las políticas educativas de algunos estados se está incluyendo programas para difundir la enseñanza en STEM bajo un soporte estatal. Por ejemplo, el Ohio STEM Learning Network (OSLN) y el Tennessee STEM Innovation Network (TSIN) son redes de educación en STEM gestionadas por la compañía Battelle Memorial Institute y la organización Ohio Business Roundtable, ambas sin fines de lucro. Estas empresas, detallan en su página web que han recibido apoyo adicional de:

Battelle and the Ohio Business Roundtable – that joined hands with the Bill & Melinda Gates Foundation, the State of Ohio and dozens of other partners and stakeholders to create the nation’s first-ever statewide network for STEM education. In 2007, Governor Ted Strickland signed H.B.119, which allocated an unprecedented \$13 million to establish STEM schools and programs in Ohio. Inspired by the governor’s support, the Bill & Melinda Gates Foundation awarded a \$12 million grant to create a network of STEM hubs, hosts, platform schools and programs to infuse STEM literacy and disseminate knowledge throughout the state (párr. 2).¹

En relación con lo mencionado, el Ohio STEM Learning Network cuenta con más de cincuenta instituciones educativas afiliadas y el Tennessee STEM Innovation Network tiene en su red a más de diez. Entre las instituciones educativas que integran sus redes están universidades, colegios o centros de aprendizaje extracurricular.

Entre una de las escuelas que acoge el Ohio STEM Learning Network está la Bio-Med Science Academy que pasó de atender a estudiantes del nivel secundario a incluir al nivel primario. Esta institución educativa ha añadido a la Medicina como una disciplina más de aprendizaje dentro del acrónimo STEM. A través de la conexión de áreas curriculares, buscan demostrar la relación irrefutable que tienen todos los campos científicos y de la salud con con diversas áreas STEM. De tal forma, esta escuela estadounidense se perfila de la siguiente manera:

“Bio-Med Science Academy has expanded to included students in grades 6 through 12. Today, all students in our Lower Academy (grades 6 – 8) and our Upper Academy (grades 9 – 12) experience STEM learning

¹La Red de Aprendizaje STEM de Ohio tiene sus orígenes en dos entidades, Battelle y la Mesa Redonda Empresarial de Ohio, que se unieron a la Fundación Bill y Melinda Gates, el Estado de Ohio y docenas de otros socios y partes para la creación de la primera Red del estado del país. para la educación STEM. En 2007, el gobernador Ted Strickland firmó la HB119, que asignó \$ 13 millones para establecer escuelas y programas STEM en Ohio. Inspiración para el apoyo del gobernador, la Fundación Bill y Melinda Gates otorgó una subvención de \$ 12 millones para crear una red de centros STEM, anfitriones, escuelas de plataforma y programas para la alfabetización STEM y difundir el conocimiento en todo el estado.

within the framework of a balanced curriculum that integrates the arts, humanities and sciences. In addition, BMSA leverages our region's extensive scientific, medical, academic and business assets to engage students directly with practicing professionals" (párr. 1).²

Bajo la misma línea, la escuela The Dayton Regional STEM School también pertenece a la red Ohio STEM Learning Network. Esta es una escuela pública independiente y se solventa con donaciones económicas de voluntarios. Esta escuela especializada en campos STEM no solo lleva este curso de forma interdisciplinar, sino que también refuerza la enseñanza de los cursos independientes de "Maths", "Sustainability", "Engineering Enrichment", "coding" con metodologías de trabajo bajo proyectos guiados.

Añadido a ello, cuentan con los "centros de entrenamiento" que son espacios para exposiciones que realizan los alumnos en relación a sus trabajos de investigación y diseño. En estos centros los estudiantes se dirigen al público mediante discursos sobre el uso de los recursos STEM, hallazgos controversiales en sus indagaciones, o presentan sus propias creaciones tecnológicas. Ello requiere un costo de inscripción para el público, de esa forma recaban fondos que permite seguir dando educación gratuita a los estudiantes. En relación lo descrito, la escuela hace de conocimiento que:

"Our goal is to create an environment that encourages students to be active and committed students. We do this through a focus on project based learning where students approach "real world" problems as they learn critical content to be prepared for a successful future" (párr. 2).³

²La Academia de Ciencias Bio-Med se ha expandido para incluir a los estudiantes de los grados 6 a 12. Hoy, todos los estudiantes de nuestra Academia Inferior (grados 6 a 8) y nuestra Academia Superior (grados 9 a 12) experimentan el aprendizaje de STEM en el marco de un plan de estudios equilibrado que integra las artes, las humanidades y las ciencias. Además, BMSA aprovecha los amplios activos científicos, médicos, académicos y empresariales de nuestra región para involucrar a los estudiantes directamente con profesionales en ejercicio.

³Nuestro objetivo es crear un entorno que aliente a los estudiantes a ser estudiantes activos y comprometidos. Hacemos esto enfocándonos en el aprendizaje basado en proyectos donde los estudiantes abordan problemas del "mundo real" a medida que aprenden contenido crítico para prepararse para un futuro exitoso.

Un último ejemplo de escuelas estadounidenses que tienen como filosofía educativa la integración de campos STEM es la institución Jack Anderson Elementary que pertenece a la red de escuelas del Tennessee STEM Innovation Network. La institución enfatiza que su compromiso está dirigido a “enriching the lives of students by providing top-notch instruction with a STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) emphasis, empowering staff leadership, nurturing a collaborative culture with shared norms and values” (párr. 3).⁴ En esta escuela los estudiantes participan de conferencias, seminarios, exposiciones y otros eventos organizados por ellos mismos.

Según, la web de esta escuela, uno de los proyectos presentados en el seminario fue la creación de una estructura por la cual los carros puedan cruzar sobre el agua, lo que permite comprender conceptos como fuerza, tensión y noción de construcción de un puente. Otro de los ejemplos realizados por los estudiantes es el diseño de una máquina que pueda lanzar pequeñas calabazas hechas de plastilina lo más lejos posible aprendiendo, de este modo, conceptos de energía cinética y potencial.

Algo importante que conviene subrayar es la cantidad de aprendizajes que se obtienen de la elaboración de proyectos STEM, permitiendo el trabajo colaborativo, intercambio de ideas, sentido crítico y reflexivos en su procedimiento y capacidad para evaluar y determinar las mejores decisiones para lograr sus metas. A la par, a lo largo de ese desarrollo procedimental también se afianzan conocimientos relacionados a las áreas comprendidas en STEM, así como lenguajes, conceptos y marcos teóricos.

Ahora bien, en la educación peruana se necesita incorporar estos temas en la enseñanza porque, además de ser importantes para las decisiones políticas y sociales que configuran el ambiente de socialización de las personas, genera también sensibilidad en

⁴ (...) Se compromete a enriquecer las vidas de los estudiantes para brindar una instrucción de primer nivel con énfasis en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), potenciando el liderazgo del personal, fomentando una cultura de colaboración con normas y valores.

los niños hacia su entorno y fomenta el desarrollo de su capacidad crítica frente a problemáticas sociales.

Finalmente, es relevante resaltar que empresas privadas de Colombia, Chile, Reino Unido, Países Bajos, España y otros países han tomado la iniciativa de abrir espacios de capacitación para maestros que desean conocer los objetivos del STEM y desarrollen propuestas para aproximarse a enfoque dinámico para la enseñanza escolar. Lo cual, sería bastante favorable que acciones de esa índole sean replicadas en más escuelas que busquen mejorar la calidad de los aprendizajes de sus estudiantes y sobre todo, entablar relación con el contexto educativo peruano.



Capítulo II

POSIBILIDADES DE APRENDIZAJE STEM EN LA REALIDAD CURRICULAR PERUANA

En las siguientes líneas se presentará la relación entre las competencias y habilidades del MINEDU en áreas STEM con respecto a los campos de aprendizaje del acrónimo. Para ello, se añadirá un sección en donde se expone el panorama de enseñanza en ciencias, matemática y el área de tecnología que se aborda en las escuelas. Este desarrollo permitirá la posterior reflexión sobre la posibilidad de incluir la enseñanza de STEM en las escuelas peruanas, de manera específica, en el nivel primario.

2.1 Panorama de la educación en Ciencias, Tecnología y Matemática en la educación primaria

Es importante reconocer que una propuesta educativa es una base fundamental para el proceso de enseñanza. En ella debe evidenciarse procesos didácticos significativos que tengan como consecuencia el desarrollo integral de los estudiantes (MINEDU, 2016). En ese sentido, para lograr el proceso de enseñanza hay factores como la didáctica, el conocimiento teórico, propuestas de recursos, el manejo curricular y otros que intervienen previo a la elaboración de una sesión pedagógica. Por ello, es importante saber si estos son tomados en cuenta al momento de la enseñanza de las materias STEM, que incluso, parten de procedimientos específicos como el método científico o diseño de proyectos en casa de la ingeniería, entre otros que deberían formar parte del escenario de aprendizaje.

2.1.1 Enseñanza de las ciencias naturales en primaria

A través de la enseñanza de las Ciencias Naturales el estudiante va aprendiendo y reflexionando sobre lo que acontece en su entorno real y natural, comprende fenómenos físicos y los cambios ocurridos a largo del tiempo. Además, con la alfabetización en el campo de las ciencias, el estudiante puede tomar decisiones en base al conocimiento comprobado bajo estándares de rigurosidad, teniendo la oportunidad de comunicar sus

ideas relacionándolas al lenguaje científico. Sin embargo, desde la escuela, la enseñanza por transmisión sigue siendo el camino que se utiliza para el aprendizaje. En la misma línea, García y Orozco (2008), en su investigación mencionan lo siguiente:

“[...] durante las clases de ciencias no se vinculan los contenidos estudiados con los aspectos o con las experiencias que viven día a día los niños en su hogar y en su comunidad, como por ejemplo el tipo de alimentos que suele haber en su casa con respecto a los nutrimentos que debe consumir para una dieta balanceada, o la falta de agua en su colonia no la relacionan con la protección del ambiente y los recursos naturales, por lo que los niños no pueden ligar la ciencia escolar con su entorno” (p. 541).

En ese sentido, el entorno natural es un medio que facilita la comprensión de las ciencias. Sin embargo, no es un aspecto que se tome en cuenta en algunos contextos de enseñanza. Frente a ello, es necesario incluir elementos para generar conexiones entre los conocimientos previos y los nuevos saberes científicos. Entre estos se puede incluir actividades que fomenten el debate en torno a investigaciones científicas, puedan tomar posturas críticas, conocer la utilidad y cambios del saber científico, entre otros procesos.

Así también, se debe predisponer un entorno en el cual se promuevan prácticas de aprendizaje experimental y en donde el alumnado tenga la oportunidad de descubrir las ciencias desde la práctica. Así también, las experiencias en los laboratorios deben facilitar el trabajo mediante proyectos en donde los estudiantes compartan conceptos y lenguajes relacionados a esta área.

Cabe mencionar que el verdadero impacto de la enseñanza de las ciencias radica en su aplicación en la vida social y el conocimiento que se genera a partir de las investigaciones. Sin embargo, algunos espacios formativos para la ciencias, según Gil, et al (2002) mantienen todavía una visión aproblemática y ahistórica de la enseñanza de

las ciencias. Esto sucede porque el componente social y de análisis no está presente dentro de la secuencia didáctica.

Por lo que es necesario que en la práctica escolar de ciencias se identifiquen modelos científicos, se propongan proyectos en base al conocimiento científico, se conozcan las limitaciones en los experimentos, entre otros. Dado este panorama, es relevante además, replantear lo que se ha venido desarrollando en el campo de la enseñanza de las ciencias para y orientar los aprendizajes hacia la formación de un conocimiento avalado con respaldo científico, teniendo como resultado una visión más integral y holística en el desarrollo de competencias. Bajo la misma línea, Gil, et al. (2005)^b consideran lo siguiente:

“This absence of experimental work in science classes is in part caused by teachers’ lack of acquaintance with technology. Effectively, experimental work always requires the support of technology: for instance, to test the hypotheses, which guide a research, we are obliged to conceive and construct experimental designs; and to speak of designs is to speak of technological work. It is true that, as Bunge (1976) points out, experimental designs are based on theoretical knowledge: the conception and construction, for instance, of an ammeter demands a sound knowledge of electrical current”⁵ (p. 313).

Frente a ello, es importante analizar la forma en la didáctica de las ciencias en la escuela y cuáles son sus fortalezas y limitaciones. Pensar en ello, permite plantear diferentes estrategias, enfoques y propuestas que puedan ayudar a lograr una enseñanza que promueva mayor motivación y desarrollo de competencias en los estudiantes como es el caso de los pilares que se fomentan con STEM.

⁵ Esta ausencia de trabajo experimental en las clases de ciencias se debe en parte a la falta de conocimiento de los docentes sobre la tecnología. Efectivamente, el trabajo experimental siempre requiere el apoyo de la tecnología: por ejemplo, para probar las hipótesis, que guían una investigación, estamos obligados a concebir y construir diseños experimentales; y hablar de diseños es hablar de trabajo tecnológico. Es cierto que, como señala Bunge (1976), los diseños experimentales se basan en el conocimiento teórico: la concepción y construcción, por ejemplo, de un amperímetro exige un conocimiento sólido de la corriente eléctrica.

2.1.2 Enseñanza de la tecnología en primaria

En el país, la incorporación de la tecnología en las currículas escolares inició con la enseñanza del área de computación. Por lo que hasta hace unos años esta se dirigía a la comprensión del funcionamiento de equipos, hardware, programas de edición de documentos, entre otros. En relación a ello, Afemann (s.f), anuncia lo siguiente después de su estancia en el país:

“En las últimas semanas he visitado diversos colegios de Lima que disponen de microcomputadoras. La forma de enseñanza con estas máquinas es justamente la instrucción programada. Esta es restrictiva, no deja espacio para la creatividad y la improvisación[...]. Esto me parece puro adiestramiento [...] no educación en amplio sentido” (p. 4).

Sin embargo, en la actualidad la tecnología escolar no solo articula las ciencias de la computación y su aprendizaje conceptual en relación a los elementos y componentes de una computadora, sino que se ha incluido aprendizajes que configuran una alfabetización tecnológica. Esta consiste en promover la creación de nuevas herramientas tecnológicas haciendo uso de diseños e impresiones 3D, programación, uso de realidad virtual, entre otros. Es decir, el valor no debe estar actualmente en el conocimiento memorístico como única meta de enseñanza, sino en la interacción con entornos digitales, manejo de sistemas informáticos y conocer la relación de estos en los diversos campos profesionales.

Así también, es ineludible que en este siglo XXI los sistemas tecnológicos y las tecnologías de la información y comunicación (TICs) forman parte de la mayoría de ámbitos sociales y es una necesidad comprender sus potencialidades para seguir avanzando en el desarrollo de las metas comunes. En ese sentido, es una realidad que con este conocimiento se propicien los diseños de nuevos equipos y dispositivos de inteligencia artificial que ayudan en la cotidianidad a resolver las problemáticas que surgen. Bajo la misma línea, Borchardt y Roggi (2017), mencionan que:

“Las Ciencias de la Computación reúnen los principios básicos y fundantes de esta nueva alfabetización que los estudiantes, desde el nivel inicial hasta el nivel secundario, requieren para poder entender, por ejemplo, los principios algorítmicos sobre los que funciona el buscador que utilizan cotidianamente para relevar información o para decidir qué datos publican voluntariamente en las redes sociales en que participan y con quiénes están dispuestos a compartirlos. Comprender el modo de funcionamiento técnico de lo digital resulta clave para situarse en el mundo de manera crítica y, sobre todo, para aspirar a participar como ciudadanos plenos de su construcción” (p. 12).

En relación a lo mencionado, fomentar la enseñanza de los lenguajes de programación, el conocimiento digital, el dominio estratégico de redes, la gestión de la información por medio de la web, así como, comprender su uso de manera responsable y ética es un imperativo que debe incorporarse en la actualidad. Para Microsoft (s.f), actualmente es necesario tener un estudio sistemático de la computación, materia que, por tanto, debería ponerse al centro de las disciplinas escolares asociadas con STEM (como matemáticas o física) así como también en actividades extraescolares, y desde la realidad peruana se cuenta actualmente con un enfoque transversal sobre tecnología, desde el cual se puede integrar la tecnología con aspectos de investigación, diseño, análisis y evaluación de proyectos en las sesiones escolares.

2.1.3 Enseñanza de las matemáticas en primaria

Dentro de las áreas STEM, la matemática es la que más relevancia tiene en las escuelas. Incluso, se aplican pruebas a nivel nacional e internacional que se encargan de evaluar las competencias en esta área. Dado ello, las propuestas de enseñanza escolar deben considerar adaptar estrategias, objetivos, enfoques y otros componentes que configuran la didáctica hacia el desarrollo de un aprendizaje en competencias y con sentido

holístico, en donde los estudiantes puedan crear sus propias conjeturas, estrategias matemáticas, entre otros que los ayude en el progreso de sus habilidades.

Sin embargo, algunos panoramas educativos todavía se mantienen bajo estructuras tradicionales de enseñanza tal como se menciona en el estudio de Moreano y Asmad (2008), quienes se enfocaron en cuatro escuelas estatales ubicadas en zonas urbano marginales de Lima con docentes de sexto grado de primaria. Una de las ideas que se resalta es la siguiente:

“[...] la forma como estructuran la secuencia didáctica de sus sesiones pedagógicas, las cuales usualmente se inician con la motivación, seguida de la explicación del contenido y de la resolución de algunos ejercicios, y concluyen con un tiempo en el que los estudiantes deben resolver más ejercicios” (P. 317).

Siguiendo la línea de la investigación realizada en las escuelas peruanas, se determinó, además, que los profesores que fueron parte de la muestra limitaban la enseñanza de la matemática a tal punto de hacerla entender como la ciencia que depende de manera exclusiva de las fórmulas. Por lo que Moreano, Asmad, Cruz y Cuglievan (2008) refieren que:

“Los docentes participantes mostraron la tendencia a concebir la matemática como un conjunto de procedimientos. (...) Esta concepción corresponde con una visión instrumentalista de la matemática, es decir, se entiende a la matemática como un conjunto de resultados, en la cual se hallan reglas, procedimientos y herramientas sin una vinculación teórica ni práctica determinada” (p. 318).

Si bien es cierto que el abordaje didáctico es particular en cada aula, las metas como favorecer un aprendizaje activo, participativo, dinámico y reflexivo deben ser el punto

de partida que ayude a los docentes a replantear el esquema de enseñanza propuesto. De modo tal, que puedan favorecer la conexión de las matemáticas con las situaciones reales y cotidianas, en donde los alumnos puedan poner en práctica las habilidades adquiridas en el proceso aprendizaje de las matemáticas.

Como se mencionó anteriormente, partir de situaciones cotidianas genera que diversos conceptos como medida, altura, cantidad propios del lenguaje matemático tengan sentido para el estudiante al momento que se encuentren con contextos similares posteriormente. Desde una perspectiva más global, Aragón, Delgado y Marchena (2017) argumentan que “los estudiantes deben construir sus conceptos matemáticos sobre datos que se refieran a hechos reales, de su vida cotidiana para lograr la comprensión de las nociones matemáticas” (p.63) y no generar, por el contrario, prácticas de enseñanza que se basen solo en “[...] repetir y repetir rutinas que ocupan la mayor parte del aprendizaje matemático de los estudiantes y que más tarde apenas utilizarán” (Bracho, 2013, p.73).

Finalmente, si bien es cierto que la propuesta STEM necesita de estos aprendizajes teóricos y prácticos de las matemáticas así como el conocimiento de algoritmos, de fórmulas y conceptos propios del área, lo que se propone desde esta visión es que los estudiantes apliquen este conocimiento en un entorno útil y cercano, como en el caso de proyectos científicos, ingenieriles y otros relacionados a estas áreas. De esa manera, se afianza, a la par, sus habilidades matemáticas a través de un desempeño que se configura en un eje interdisciplinar.

2.2 Desarrollo de las habilidades en STEM

A lo largo de la investigación se ha resaltado la importancia de incluir a STEM como un enfoque de enseñanza en las escuelas peruanas, específicamente en el nivel primario. Esto, porque la educación desde edades tempranas tiene un impacto mayor en el logro de habilidades cognitivas, sociales y es importante para el proceso de desarrollo neuronal. Para ello, es indispensable que los estudiantes estén expuestos a entornos

científicos y tecnológicos para que, de esa manera, puedan establecer un vínculo con conceptos, procedimientos y sean capaces de desempeñarse de mejor manera ante problemáticas relacionadas a estos campos.

Es así que el aprendizaje articulado STEM necesita ser planificado desde el conjunto de competencias. En la actualidad, existe un marco de competencias propuesto por el MINEDU (2016) el cual es el Currículo Nacional. Este avala esta nueva visión de enseñanza en las escuelas la cual valora las habilidades y la facultad que tienen los alumnos para enfrentarse a diversas situaciones en contraposición a un versión memorística que proponían versiones anteriores de este documento. En ese sentido, en términos de aprendizaje STEM, el concepto símil a las competencias del MINEDU es la alfabetización, la cual, según Fundación Chile (2017) menciona que:

“La alfabetización STEAM⁶ comprende tres de estas alfabetizaciones (numérica, científica y TIC) y facilita el desarrollo de al menos dos competencias claves: el pensamiento crítico y la creatividad. El uso de metodologías experimentales, [...] promueve el desarrollo de la curiosidad, la iniciativa, la persistencia y la adaptabilidad” (p. 15).

En ese sentido, a través del desempeño en áreas STEM se fomenta el desarrollo de diversas competencias, tanto las que están relacionadas a esos campos como algunas más sociales, interpersonales e intrapersonales. Para esta investigación, se ha recopilado propuestas de diversos autores que enfatizan en las habilidades STEM que los estudiantes van desarrollando desde el ejercicio práctico.

⁶ La “A” es una acuñación actual a las siglas STEM que significa la integración de las artes como una nueva área disciplinar.

En relación a ello, Sen, Ay y Kiray (2018), mencionan que los alumnos van desarrollando habilidades para resolver problemas por medio de procesos como “planing, designing, constructing, and evaluating for a specific problem”⁷ (p. 85). En el desarrollo de la elaboración de los proyectos STEM que demanda identificar un problemática y saber cómo establecerla, buscar modelos de referencia o idear un plan por cuenta propia, tener respaldo científico que sustente lo que realizan, establecer un producto o una solución aplicable en la realidad y ser capaces de transmitir su proceso, es ineludible el despliegue de diversas habilidades científicas, matemáticas, ingenieriles y tecnológicas.

Otra de las habilidades que los estudiantes desarrollan a lo largo del aprendizaje en STEM es el desarrollo del pensamiento divergente. Esto es posible dado a que tienen mayor opciones de ir asociando una alternativa de solución para sus proyectos, pues tienen opción de partir por ejemplos científicos, modelos ingenieriles, estadísticas y otros que los predisponen a un contexto más amplio de disciplinas. De esa misma manera, mediante esa vía los estudiantes se involucran con diversos conocimientos de estas áreas lo cual conlleva:

“By relating STEM disciplines within themselves, students are able to understand the relationship and benefits among these disciplines rather than thinking that disciplines include a range of disjointed and isolated concepts and skills. In this way, students can be aware of the relationships for each discipline⁸” (Sen, Ay y Kiray, 2018, p.87).

Asimismo, habilidades como el análisis y evaluación del propio proceso de aprendizaje y de producción son parte del ambiente escolar STEM. Para Sen, Ay y Kiray (2018), “it is important to design well and create an effective model in creating realistic products

⁷ Planificar, diseñar, construir y evaluar para un problema específico.

⁸ Al relacionar las disciplinas STEM dentro de sí mismas, los estudiantes pueden comprender la relación y los beneficios entre estas disciplinas en lugar de pensar que las disciplinas incluyen una variedad de conceptos y habilidades inconexos y aislados. De esa forma, los alumnos pueden conocer las relaciones de cada disciplina.

(...) the created product must be tested in order to check the durability and operation of it” (p.89). Esta es una ventaja de la enseñanza STEM que permite dar un espacio al alumno para que reflexione sobre su propio trabajo y evalúe propuestas de mejora.

Bajo la misma línea, Vásquez (2014) menciona que el conocimiento en relación al pensamiento computacional genera impacto en la manera de interactuar con las personas, pues parte de la comprensión de los intereses que tienen las demás personas para, en base a ello, diseñar programas, plataformas, entre otros que permitan solucionar sus necesidades.

En suma, dentro de un ambiente de aprendizaje STEM se favorece el despliegue de conocimientos y habilidades en estos campos, los cuales, no solo son de utilidad en estos contextos, sino también se desarrollan capacidades que pueden ser aplicadas en diversas situaciones. Sin embargo, para establecer una conexión didáctica basada en el logro que deben alcanzar los estudiantes en cada etapa escolar, se debe pasar por una revisión de los objetivos curriculares. Estos se encuentran en el Currículo Nacional peruano y se mencionarán en el siguiente apartado.

2.3 STEM como oportunidad de integración de las competencias curriculares peruanas

El siguiente punto responde al segundo objetivo en la propuesta; por tal razón se dará a conocer las áreas temáticas relacionadas a las disciplinas STEM, así como los conocimientos y temáticas asociadas a cada una de ellas. Así también, se relacionará a las competencias del Currículo Nacional del Perú del nivel primario y a una competencia transversal que abarca la tecnología digital. Es así que presentar estos ítems de aprendizaje STEM permitirá que el docente pueda pensar en la forma de integrar a sus objetivos curriculares y las competencias curriculares con estos

componentes conceptuales permitiendo el desarrollo de habilidades STEM como las mencionadas anteriormente.

Para ello, es importante incorporar las competencias curriculares para conocer cuáles de las áreas STEM se abordan en la currícula peruana. En relación a ese aspecto, se puede reflexionar si estos contenidos de aprendizaje STEM podrían estar integrados dentro de un ambiente de aprendizaje escolar desde este territorio. A continuación se presenta la tabla 1.

Tabla 1

Competencias curriculares del MINEDU relacionadas a disciplinas STEM

<i>Área curricular</i>	<i>Competencias curriculares</i>
<i>Ciencia y Tecnología</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo (C21). - Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos (C20). - Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno (C22).
<i>Área de Matemática</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre (C25). - Resuelve problemas de forma, movimiento y localización (C26). - Resuelve problemas de cantidad (C23). - Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio (C24).
<i>Competencia transversal a las áreas</i>	
- Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC (C28).	

Nota de tabla: Tomado del MINEDU (2016)

Así también, cabe resaltar que se ha tomado parte del estudio realizado por Ruiz (2017) sobre la clasificación de los contenidos curriculares del documento normativo de educación de Valencia para demostrar la relación directa que existe entre cada uno de ellos con las áreas de aprendizaje en STEM. De la misma forma, es importante aclarar que se ha realizado una modificación (véase tabla 2) para incorporar la relación que existe de estos campos y sus contenidos con las competencias curriculares peruanas, específicamente las vinculadas al nivel primario.

Tabla 2:

Articulación entre competencias del Currículo Nacional peruano e ítems de aprendizaje en STEM

Ítems de aprendizaje en STEM	S	T	E	M	Competencias del Currículo Nacional peruano ⁹
Prevención de riesgos físicos por uso de las TIC	x	x			C20, C22, C28
Supervisión, evaluación y mejora del proyecto y del producto		x	x		C22, C28
Maquinas simples, compuestas y palancas	x	x	x		C23, C22
Maquinas compuestas, poleas y planos inclinados		x	x	x	C26, C23, C22
Componentes y aparatos eléctricos: diseño y montaje	x	x	x		C20, C22
Electricidad y magnetismo, conductores, aislantes	x	x	x		C20, C22
Investigación e inventos eléctricos y magnéticos	x	x	x		C20, C22

⁹Tomadas del Currículo Nacional del Perú (2016):

Competencia 23 (C23): Resuelve problemas de cantidad

Competencia 24 (C24): Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio

Competencia 25 (C25): Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre

Competencia 26 (C26): Resuelve problemas de forma, movimiento y localización

Competencia 20 (C20): Indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos

Competencia 21 (C21): Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos; materia y energía; biodiversidad, Tierra y universo

Competencia 22 (C22): Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno

Competencia 28 (C28): Se desenvuelve en entornos virtuales generados por las TIC

La ciencia y la sociedad, presente y futuro	x	x		C20, C28	
Uso de TIC para resolver problemas tecnológicos		x	x	C28	
Estados de la materia	x	x		C21	
La energía como consumo responsable y propuestas	x	x	x	C25, C22, C28	
Clasificación de materiales por propiedades	x		x	C23, C20	
Fuerza de rozamiento y velocidad			x	x	C23, C26, C22
Gestión de la información resultante de la actividad científica	x	x		C20, C28	
Representación de mapas (escala)			x	C26	
Desarrollo sostenible y puntos focales de contaminación	x		x	C20, C26	
Resolución de problemas de aleatoriedad de la vida cotidiana			x	C25	
Estimación de medidas básicas			x	x	C23
Medios de transporte y velocidad		x	x	x	C21, C22, C24
Interacción clima y actividad humana	x			C21	
Construcción de figuras planas en proyectos			x	x	C26, C22
Concepto de probabilidad y azar				x	C25
Alfabetización audiovisual: línea, punto, plano, forma, color, equilibrio, proporción	x	x	x	C20, C26, C22	

Nota de tabla: Esta información es una adaptación de Francisco Ruiz (2017, p. 293).
Elaboración propia.

Con esta propuesta se afirma la relación que existe entre los contenidos de aprendizaje STEM, y las competencias curriculares peruanas. Inclusive, se interrelacionan más de dos competencias por cada contenido de aprendizaje STEM que pueden ser incorporados desde proyectos generando una articulación incluso con otros competencias. Así también, como se había mencionado, las habilidades STEM van a ir desarrollándose a partir de la propuesta docente, en la cual deben evidenciarse los objetivos en relación a las competencias.

De esta manera, se resalta la importancia de formar sinergias entre campos STEM y las competencias curriculares nacionales en aras de formar ciudadanos competentes y con mayores posibilidades de alfabetización en conocimiento científico, tecnológico, matemático y con destrezas para solución de problemas en diversos contextos. Así también, estarán en mejores condiciones para seguir aportando al desarrollo de la cultura tecnológica con la que se convive a diario.

En esa línea, es importante empezar a solidificar las bases de aprendizaje con un enfoque interdisciplinario como STEM en las escuelas primarias, para generar las conexiones necesarias entre las habilidades STEM, el interés de los estudiantes por seguir aprendiendo e interesándose por temas de científicos de actualidad y que a la par, dispongan de suficientes herramientas para participar activamente en aspectos sociales.

En definitiva, con esta investigación se espera difundir las posibilidades de desarrollo que ofrece una educación basada en conexiones STEM. Es decir, es importante apostar por una línea interdisciplinar para lograr una transformación en la forma de enseñanza de las escuelas de Perú, una modificación en la calidad de aprendizaje de los alumnos y en la adaptación de los miembros de la comunidad peruana a los cambios impredecibles que se da de manera acelerada dado al avance científico y tecnológico necesarios para el desarrollo social y sostenible.

CONCLUSIONES

1. Frente a los desafíos que enfrenta la sociedad en relación a la reducida participación y conocimiento ciudadano sobre los campos de ciencia, tecnología y matemática, es necesario educar a las nuevas generaciones bajo un enfoque holístico STEM que engloba interdisciplinariamente el aprendizaje de esas materias con una proyección basada en la resolución de problemas sociales e incide en la alfabetización científica de las personas para asegurar la toma de decisiones comunes que impacten en el bienestar social y la sostenibilidad.
2. El enfoque STEM pretende generar oportunidades para que las mujeres accedan a carreras relacionadas a estas áreas, teniendo como consecuencia una menor brecha de desigualdades en este aspecto, así como la erradicación de estereotipos. Al igual que esta problemática social, existe una preocupación por los universitarios que cada vez más desertan de su elección por las carreras STEM. Esto, ocasionado por la insuficiente conexión en relación a estos campos que se ofrece desde la escuela. Por tal motivo, la aplicación del enfoque STEM debe estar claramente orientada desde la educación primaria, ya sea desde el ejercicio extracurricular que permita a maestros y a la escuela en general adaptarse a esa enseñanza o desde la integración curricular.
3. Implementar el enfoque STEM en escuelas peruanas puede ser una realidad factible de integrarse debido a la propuesta del currículo nacional peruano actual y a la factibilidad de vincular los aprendizajes STEM. De esa forma, se estaría generando una gran oportunidad para los estudiantes, permitiéndolos participar e involucrarse en la comprensión e invención de recursos científicos y tecnológicos, además de impactar en distintos escenarios no solo haciendo uso de los conocimientos STEM, sino también, generando impacto a nivel profesional.

REFERENCIAS

- Afemann, U (s.f). *Mitos, problemas y realidades de la informática en la educación*. Recuperado de <https://docplayer.es/17096647-Mitos-problemas-y-realidades-de-la-informatica-en-la-educacion-por-dipl-math-uwe-afemann.html>
- Aragon, E., Delgado, C., y Marchena, E. (2016). *Diferencias de aprendizaje matemático entre los métodos de enseñanza ABN y CBC*. *Psychology, Society y Education*. 9 (1), 61- 70. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/316621488_Diferencias_de_aprendizaje_matematico_entre_los_metodos_de_ensenanza_ABN_y_CBC
- Avolio, B., Chávez, J., Vilchez, C., y Pezago, G. (2018). Factores que influyen en el ingreso, participación y desarrollo de las mujeres en carreras vinculadas a la ciencia, tecnología e innovación. PUCP. Recuperado de http://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/factores_que_influyen_en_el_ingreso_participacion_y_desarrollo_de_las_mujeres_en_carreras_vinculadas_a_la_cti_0.pdf
- Borchard, M., y Roggi, I. (2017). *Ciencias de la computación en los sistemas educativos de américa latina*. Recuperado del libro online <http://www.tic.siteal.iipe.unesco.org/publicaciones/1859/cuaderno-ciencias-de-la-computacion-en-los-sistemas-educativos-de-america-latina>
- Batelle. (2018). *STEM Learning Networks*. Batelle Memorial Institute. Recuperado de <https://www.battelle.org/battelle-stem/stem-learning-networks>
- Benjumeda, F., y Romero, I. (2017). *Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria*. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 14 (3), 621-637. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92052652008.pdf>
- Bio-Med Science Academy. (s.f). *Grow along with the Academy*. Rootstown, Ohio. Impact Communications. Recuperado de <https://biomedscienceacademy.org/about-us/school-profile/>

- Bosch, H., Di Blasi, A., Pelem, M., Bergero, M., Carvajal, L., y Geromini, N. (2011). *Nuevo paradigma pedagógico para enseñanza de ciencias y matemática. Avances en ciencias e ingeniería*, 2 (3), 131-140.
- Bracho, R. (2013). Menos reglas y más sentido: alternativas metodológicas a los algoritmos de cálculo tradicionales para el desarrollo del sentido numérico en la educación primaria. Recuperado de <http://www.cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/301.pdf>
- ComunidadMujer. (2017). *Mujer y trabajo: Brecha de género en STEM, la ausencia de mujeres en Ingeniería y Matemáticas*. (42). Recuperado de http://www.comunidadmujer.cl/biblioteca-publicaciones/wp-content/uploads/2017/12/BOLETIN-42-DIC-2017-url_vf.pdf
- Fundación Chile. (2017). *Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento*. Recuperado de http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/Image/portal/documentos/STEM_FCh_digital.pdf
- García, M., y Orozco, L. (2008). *Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencias Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 7 (3), 539- 568.
- Gil, D., et al. (2002). *Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza*. Enseñanza de las ciencias, 20 (3), 477-488.
- Gil, D., et al. (2005)b. *Technology as 'Applied Science': A Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science*. *Science&Education*, 14, 309–320. Doi: 10.1007/s11191-004-7935-8.
- Gómez, L. (2017). *Cultura STEAM y la educación para el siglo XXI*. *Ruta Maestra* (18), 72 – 78. Recuperado de <http://www.santillana.com.co/rutamaestra/pdf/edicion-18/13.pdf>

- Jack Anderson Elementary. (s.f). *What is STEM*. Hendersonville. Sumner County Schools Recuperado de <http://www.jackandersonelem.com/index.php/stem/seminars>
- López, C., y Carrión, H. (2016). *El desafío del futuro que enfrentamos hoy*. Recuperado de http://www.santafe.edu.ec/files/Libro_STEM_ebook.pdf
- Marín, P. (30 de noviembre de 2017). Mujer, tecnología y cierre de brechas. El peruano. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia/61602-mujer-tecnologia-y-cierre-de-brechas>
- Microsoft. (s.f). *Enseñar Ciencias de la Computación: Creando oportunidades para los jóvenes de América Latina*. Recuperado de https://www.yopuedoprogramar.com/CS_Whiter_Paper_Latam.pdf
- Ministerio de Educación del Perú, (MINEDU) (2017). *El Perú en PISA 2015: Informe nacional de resultados*. Recuperado de http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro_PISA.pdf
- Ministerio de Educación, (MINEDU) (2016). Currículo Nacional. Recuperado de: <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-2017.pdf>
- Morán, C. (s.f). *La Educación en Ingeniería para niños y jóvenes(STEM K-12)*. Estado del Arte y Prospectiva de la Ingeniería en México y el Mundo. Recuperado de: <http://www.observatoriodelaingenieria.org.mx/docs/pdf/5ta.%20Etapa/2.Educaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa%20en%20M%C3%A9xico%20y%20el%20mundo.pdf>
- Moreano, G., y Asmad, U. (2008). *Concepciones sobre la enseñanza de matemática en docentes de primaria de escuelas estatales*. Revista de Psicología, Vol. XXVI (2), 2008, pp. 299-334 (ISSN 0254-9247)

Ohio STEM Learning Network. (2018). *History*. Z- AXIS creative. Recuperado de <https://www.osln.org/about/history/>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO) (2017). *Infancia, Ciencia y Tecnología: Un análisis de género desde el entorno familiar, educativo y cultural*. Recuperado de http://cdnvideo.dolimg.com/cdn_assets/4cb01dfd8d1726c4fc54a704fb288f5823d89cea.pdf

Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir de Curriculum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robotica Educativa*. (Tesis doctoral). Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia, España.

Ruiz, M., Cabrera, E., Valdez, B., y Schorr, M. (2016). *La motivación de las mujeres por las carreras de ingeniería y tecnología*. Entreciencias: diálogos en la Sociedad del Conocimiento. Entreciencias. 4 (9), 89-96.

Sen, C., Ay, Z., & Kiray, S. (2018). STEM skills in the 21st century education. *Research Highlights in STEM Education*, 81-101.

Selcen, S., Moore.T., y Harwell, M. (2016). *Building up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials*. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 6 (1), 11-29. Recuperado de <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>

The Dayton Regional STEM School. *Hello, from the superintendent*. Kettering, Ohio. Recuperado de <https://www.daytonstemschool.org/>

Toma, R., y Greca, I. (Junio de 2016). *Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria*. Universidad de Burgos. Simposio llevado a cabo en el 3er Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias, Burgos, España.

Vásquez, A. (2014). *Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación STEM para la media técnica en desarrollo de software*. (Tesis de Maestría). Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

