

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
FACULTAD DE EDUCACIÓN



**PUCP**

**Características del proceso de enseñanza orientado al enfoque  
STEM en el laboratorio de Innovación en el aula de 5to de primaria de un  
colegio particular de Lima**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA  
EN EDUCACIÓN CON ESPECIALIDAD EN  
EDUCACIÓN PRIMARIA**

**AUTOR:**

Aguilar Sotelo, Karla Brigitte

**ASESOR:**

Valdivia Cañotte, Sylvana Mariella

2021

## RESUMEN

La presente investigación tiene como principal objetivo analizar cómo el enfoque de las clases del curso de Innovación de un colegio privado de Lima está orientado a desarrollar aprendizajes en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) de los estudiantes de quinto grado de primaria. Se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, a partir de la observación de sesiones escolares a lo largo de cuatro semanas y es complementada con la revisión del documento de planificación de una sesión. La importancia de esta investigación radica en la necesidad actual que existe de revalorar la enseñanza de las disciplinas STEM desde los componentes epistémicos, procedimentales y operatorios, y reflexivos, dado que estas áreas son clave para resolver diversos problemas sociales que exigen sustento científico. De esa manera, un escenario de enseñanza STEM persigue un fin real y práctico en la sociedad, pretendiendo que el aula se convierta en un espacio interactivo en donde se permita compartir un conocimiento construido y universalizado. En el estudio se identifica que la intención de las sesiones es que los estudiantes conozcan cómo es un sistema electrónico y cómo este permite hacer funcionar un dispositivo específico evidenciando así que deben enfrentarse a la problemática de elaborar un sistema de programación comprendiendo su importancia y aplicación en la realidad. Con el seguimiento se corrobora una orientación hacia la promoción de aprendizajes STEM guiando la secuencia didáctica bajo los rasgos de una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos y el desarrollo del contenido desde un carácter procedimental.

**Palabras claves:** STEM, Aprendizaje basado en proyectos, curso de Innovación, proceso formativo, competencias, metodología de enseñanza

## ABSTRAC

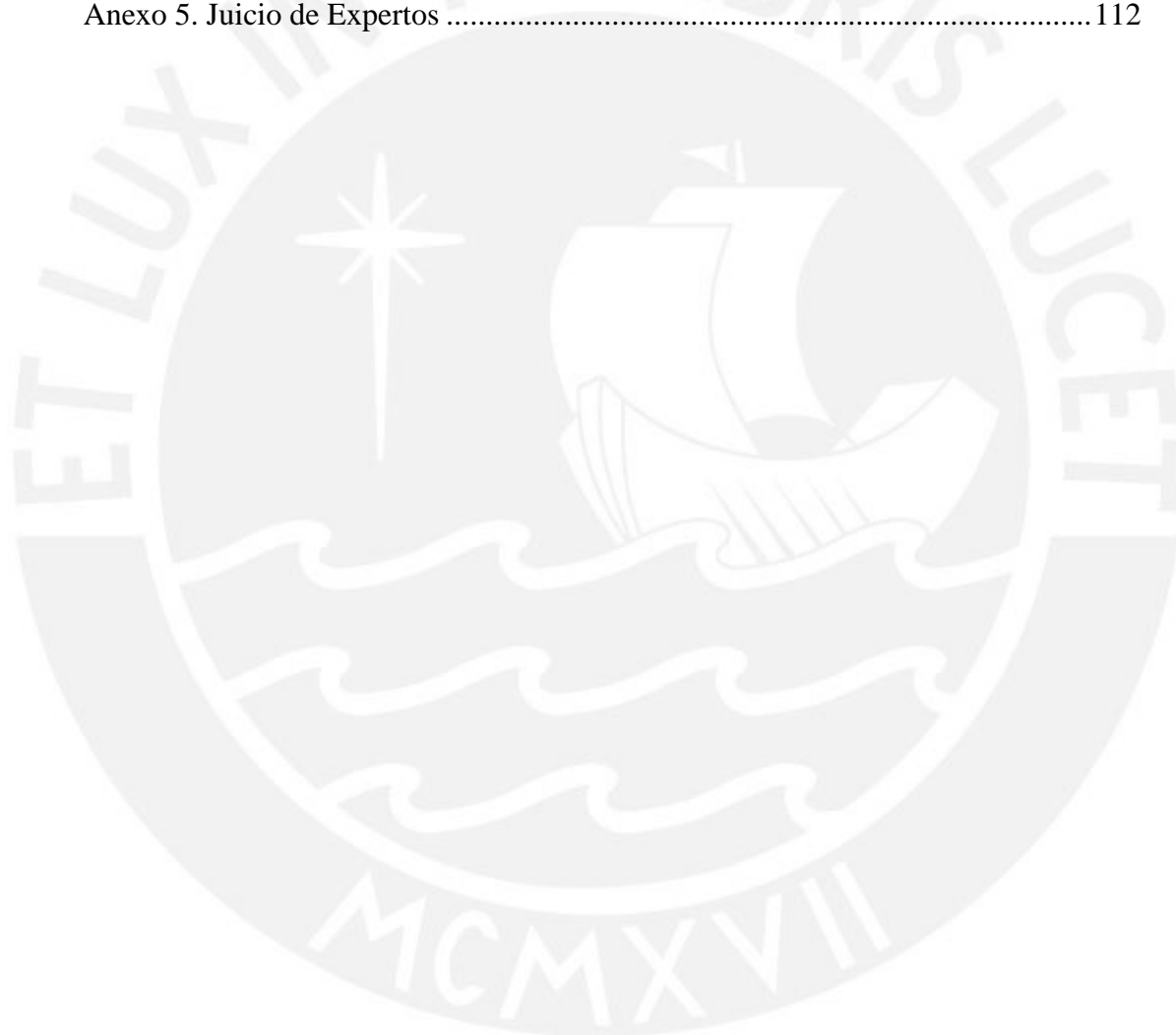
The main objective of this research was to analyze how the focus of the classes of the Innovation course of a private school in Metropolitan Lima is oriented to develop learning in STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) of fifth grade students. The qualitative information has been obtained by observing school sessions over four weeks and has been complemented with the review of the class session planning document issued by the observed teacher. The importance of this research lies in the current need to incorporate STEM into the classroom in an articulated way, since these areas require interdisciplinary management to be able to solve, identify or analyze the various problems that exist in society related to the scientific field. In this way, a STEM teaching scenario pursues a useful, real and practical end in society, pretending that the classroom becomes a space to understand, debate, investigate, execute projects and deepen reflections related to the fields of knowledge in this STEM line. Through observation, it was possible to identify that students should know what an electronic system is like and how it allows a specific device to function, thus showing that they had to face the problem of developing a programming system, understanding its importance and application in reality. With the follow-up, it was possible to corroborate an orientation towards the promotion of STEM learning, guiding the didactic sequence under the Project-Based Learning methodology and the content was directed from a procedural deployment.

**Keywords:** STEM, Project-based learning, Innovation course, training process, didactic components, teaching methodology

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I: HACIA UNA TRANSFORMACIÓN STEM EN LA EDUCACIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1    Acercamiento a la perspectiva formativa STEM .....	10
1.2    Objetivos STEM en el rubro educativo.....	16
1.3    Panorama de las áreas STEM en el Perú.....	20
<b>CAPÍTULO II: APROXIMACIÓN A LA PRÁCTICA EDUCATIVA STEM...25</b>	
2.1    Desarrollo de competencias en áreas STEM.....	25
2.2.1    Desarrollo del conocimiento a nivel procedimental .....	27
2.2.2    Desarrollo del conocimiento a nivel conceptual y epistemológico .....	29
2.2    Metodologías que promueven un enfoque STEM.....	33
2.3    Estrategias interactivas en un ambiente de aprendizaje STEM.....	37
2.4    Recursos para desarrollar STEM en el aula .....	40
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>44</b>
3.1    Objetivos .....	45
3.2    Enfoque de la investigación .....	45
3.3    Tipo de investigación.....	46
3.4    Categorías y Subcategorías .....	46
3.5    Técnicas e Instrumentos de recojo de información.....	47
3.6    Procedimiento para asegurar la Ética.....	49
3.7    Organización y procesamiento de la información.....	49
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....</b>	<b>52</b>
4.1    Contexto de la Observación .....	52
4.2    Proceso Formativo del Curso de Innovación del Nivel Primario.....	55
4.3    Componentes Didácticos del Curso de Innovación del Nivel Primario.....	61

<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
Anexo 1. Documentación de la libreta de campo .....	84
Anexo 2. Documentación fotográfica .....	92
Anexo 3. Matriz de Análisis de Datos .....	98
Anexo 4. Consentimiento Informado.....	110
Anexo 5. Juicio de Expertos .....	112



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Disciplinas STEM.....	17
Tabla 2. Perspectiva de competencias desde el enfoque STEM y el MINEDU .....	25
Tabla 3. Experiencias didácticas que se relacionan con el desarrollo del conocimiento conceptual y epistemológico en áreas STEM.....	32
Tabla 4. Características del aprendizaje Basado en Proyectos en el escenario educativo.....	35
Tabla 5. Proceso práctico del Design Thinking .....	36
Tabla 6. Recursos educativos para la enseñanza de STEM .....	42



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han incorporado estudios científicos y se ha desarrollado nuevos términos en el lenguaje de las áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) específicamente, en el marco del desarrollo de las tecnologías emergentes. Esta inmersión de la tecnología viene desencadenando cambios en la sociedad, y le ha tocado a la ciudadanía convivir e interactuar con ello. Es conveniente mencionar que se está aprovechando el potencial tecnológico, ya que este impulsa a que el desarrollo social sea progresivo en base a prácticas innovadoras.

En esa misma línea, Protosaltis & Chaimala (2016), afirman que el crecimiento y desarrollo de recursos, herramientas y proyectos de este carácter tecnológico tiene mayor auge en algunos países como España, Estados Unidos, Reino Unido. Sobre todo, este panorama forma parte del estilo de vida de países que tienen un alto despliegue de tecnología emprendida por los mismos ciudadanos. Lo anterior permite que existan mayores oportunidades para continuar indagando y expandir el desarrollo en este rubro, lo cual va a permitir que se logren innovaciones cada vez más avanzadas y válidas para los entornos sociales cambiantes.

De acuerdo con lo mencionado, existe una pieza clave que es el puente el cual impulsa a los ciudadanos a seguir construyendo y desarrollando nuevas herramientas útiles para la sociedad. Según Orrego (2016), esta es la capacidad para innovar que parte desde los antepasados. Cabe indicar que, si bien se necesita de las oportunidades del entorno para ponerla en práctica, la cuestión operatoria que va en sintonía también con el ingenio y la capacidad innovadora de la persona faculta que se desarrolle los cimientos de una nueva idea que le permita continuar con la cadena de cambios.

En ese sentido, el espacio educativo debe permitir desarrollar a los estudiantes habilidades de acción y reflexión entorno a las disciplinas STEM, las cuales son artífices para que se logren más investigaciones, proyectos y construcciones en campos de la ciencia y tecnología e incluso en más áreas transversales a estas.

Por tal motivo la presente investigación se planteó el objetivo de analizar cómo el enfoque de las clases del curso de Innovación de un colegio privado de Lima Metropolitana promueve el aprendizaje en STEM de los estudiantes de quinto grado de primaria. Primero, se describe los aspectos del proceso formativo que se plasman desde la planificación de la primera sesión y después a partir de los datos obtenidos en la observación se determina los componentes didácticos que estructuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to grado.

En tal sentido la presente investigación se distribuye en cinco capítulos. En el primer capítulo, se presenta el marco teórico donde se brinda un acercamiento a la perspectiva formativa STEM, los objetivos y el panorama de las áreas STEM en el Perú. En el segundo capítulo, se explora una aproximación a la práctica educativa STEM, en las cuales contemplan el desarrollo de competencias en áreas STEM; el desarrollo del conocimiento a nivel procedimental; el desarrollo del conocimiento a nivel conceptual y epistemológico; las metodologías que promueven un enfoque STEM; las estrategias pedagógicas que promueven las experiencias de aprendizaje STEM y los recursos pedagógicos para desarrollar STEM en el aula.

El tercer capítulo contiene la metodología utilizada donde se plantean los objetivos de investigación y se hacen referencia al enfoque, diseño y sujetos de investigación, así como categorías y subcategorías, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procedimiento para asegurar la Ética. En el cuarto capítulo, se contempla el análisis de los resultados y la discusión de los mismos en relación a los objetivos propuestos. Finalmente, en el quinto capítulo, se presentan las conclusiones que se llegan de la presente investigación.



## **CAPÍTULO I**

### **HACIA UNA TRANSFORMACIÓN STEM EN LA EDUCACIÓN**

#### **1.1 Acercamiento a la perspectiva formativa STEM**

El marco de desarrollo actual de la educación exige una revaloración de los criterios universales que dan forma a la ciencia como disciplina que es producto de la constante actividad y construcción humana. De esa forma, se pretende acercar a la comunidad a un interés por temas científicos, tecnológicos y a las cuestiones dialógicas en ese sentido, así como, facilitar herramientas logísticas para un mayor despliegue en el desarrollo operatorio, explicativo, reflexivo y posteriormente sistemático de las áreas comprendidas desde el propio campo de acción individual.

Es imprescindible resaltar que a través de los años las bases de las ciencias se han ido sustentando en una racionalidad y criterios que devienen como consecuencia de la exploración y experimentación del ambiente, de ahí que es importante reconocer su carácter operatorio, procedimental, epistémico, universal y unificador que permite disponer a los científicos de herramientas para continuar construyendo conocimiento y explicaciones sustentadas, y; por lo tanto, replicables.

Desde un corte histórico, los primeros pobladores actuaban creando estrategias que les permitieran tener un mayor manejo de los entornos desconocidos a los cuales se acercaban. De ese modo, se puede decir que el desarrollo de la innovación estaba sujeto a la interacción y experiencias directas del ser humano con las condiciones del medio. De acuerdo con ello, Zamorano, García y Reyes (2018), separan la historia del avance tecnológico y científico en cuatro grandes revoluciones a lo largo del tiempo.

De esa forma, Zamorano, García y Reyes (2018), señalan que uno de los grandes precedentes sociales ocurre en los márgenes de la edad contemporánea con la primera revolución industrial. Durante ese periodo se llevó a cabo la transición del manejo de la agricultura al uso de la energía generada por el vapor. Lo anterior favoreció uno de los mayores auges en la creación de medicinas, herramientas y diversos materiales, los cuales se distribuían y generaban un mayor nivel de comercio. Todo ello siendo posible por la continuación y ampliación del legado científico que albergaba modelos sistematizado y esquematizados con antelación.

Años más tarde, alrededor del siglo XX, la electricidad reestructura el estilo de vida, debido a que las máquinas surgen como piezas importantes de la época. Así, ante el desarrollo de la informática a mediados del siglo XX, la interacción entre las personas comienza a cambiar (Zamorano, García, & Reyes, 2018). Nuevamente, se empezó a acelerar una etapa de construcciones tecnológicas sin precedentes en el que el entorno proveía mayores recursos, y, al mismo tiempo, se incrementaban las necesidades que debían ser resueltas.

Posteriormente, desde ese despliegue de la informática, se ha generado una cúspide en los cambios sociales trayendo consigo la transición a una cuarta revolución tecnológica nombrada así desde un categorial histórico y sociológico. En esta línea, los recursos y materiales que se desprenden del desarrollo de las nuevas tecnologías están transitando también por cambios y adaptaciones que parten de la construcción que realiza el propio ser humano en base a la herencia del conocimiento científico.

En ese sentido, el uso y denominación de tecnología no es exclusivo de los dispositivos actuales, sino que, a lo largo de los años, diversos materiales han sido creados con el fin de resolver necesidades nuevas que parten de ese contexto. Es así como esta práctica se ha convertido en el puente para lograr soluciones que permitan ampliar el desarrollo social en términos de estudios y aplicaciones científicas.

Siguiendo el curso de lo mencionado anteriormente, las generaciones actuales de ciudadanos deben estar predispuestas a acercarse y desenvolverse en esta realidad tecno científica que es de objetivo universal y racional para poder cuestionar las ideas sociales que se sobreponen o tratan de impedir el desarrollo de estos campos.

Sin embargo, el cambio todavía no ha llegado a las prácticas educativas escolares, debido a que aún se conserva una enseñanza alejada de lo que las demandas tecnológicas y científicas actuales requieren. Cabe señalar que, si bien es cierto que la innovación tiene un punto de partida en las capacidades del ser humano para resolver problemas, esta necesita de la exploración, manipulación, del factor operatorio, del conocimiento y de una mayor predisposición al acercamiento con el entorno para determinar los límites, posibilidades, tener referencias y modelos que permitan anticipar balances y decisiones.

En ese sentido, Ortega, Verdugo y Gómez (2019) revelan que una de las finalidades de la educación en la actualidad debería ser formar ciudadanos capaces de participar activamente en la sociedad bajo un desarrollando que abarque la puesta en práctica del desarrollo de las destrezas científicas obtenidas durante su etapa escolar, permitiéndoles elaborar soluciones de mayor alcance e impacto social. A partir de ello, la escuela debe ofrecer espacios para que el estudiante pueda intervenir con ideas de solución sustentadas en el conocimiento comprobado por medio de planteamientos, discusiones y ejecutando planes. Un entorno de estas características incentiva el interés por las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) desde tal nivel de acercamiento.

De esta forma, se precisa especificar que el acrónimo que integra las disciplinas STEM parte de la visión interdisciplinar de las áreas contenidas. Por lo que se espera que la enseñanza en el aula comprenda procesos que permita al estudiante desarrollarse a un nivel competencial en estas ciencias poniendo en práctica diversas capacidades en las que se evidencien niveles de exploración de modelos, investigación, diálogo, manipulación y desarrollo de proyectos en los que plasmen sus aprendizajes.

Respecto a los desafíos sistémicos que están apareciendo con más frecuencia en las comunidades, es necesario que se tengan mayores recursos humanos que puedan presentar soluciones y busquen un balance sostenible desde cada territorio en el marco del respeto, con el fin de preservar una mayor calidad de vida. Es por ello que, en la actualidad, la presencia de una educación en STEM es un punto de agenda relevante dentro de las asambleas y foros de educación internacionales.

En cuanto a lo mencionado, en el Foro Mundial sobre la Educación del 2015 realizado en Incheon se propusieron algunas acciones a tomar en cuenta para proporcionar espacios de enseñanza en STEM y continuar mejorando la calidad educativa. En esta reunión se señaló que se deberían llevar a cabo mejoras en las instalaciones educativas, también se debería proveer un mayor financiamiento que favorezca la enseñanza tecnológica, las matemáticas, la ingeniería y las ciencias. El objetivo es mejorar la educación para garantizar que las mujeres y niñas participen en ella y tengan igualdad de condiciones, asimismo se dispondrán de un número mayor de becas que permitirán a los estudiantes cursar estudios superiores en los países de América Latina (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2015).

Es importante mencionar que la visión de STEM como un acrónimo empezó por los años 90 con los aportes de la National Science Foundation (NSF) en Estados Unidos. A partir de ello, se puede precisar lo siguiente:

For the first few years following NSF's original usage of STEM, the acronym was used most frequently by the academic community as shorthand for the subjects included, and by early adopter practitioners who saw an opportunity to link the subjects in interesting ways for teaching and learning. (American Society for Engineering Education, 2013, p.3) <sup>1</sup>

De esta manera, el motivo de la articulación de estas disciplinas parte de una preocupación de los profesionales de estos rubros por seguir preservando el desarrollo científico y tecnológico en la sociedad. En esa misma línea, incluir estas disciplinas en las escuelas permite que los estudiantes puedan acercarse y desenvolverse en esos campos, lo cual les genera una mayor oportunidad de conocimientos y capacidades para la comprensión de áreas STEM y la revalorización de las ciencias en las escuelas.

<sup>1</sup> Durante los primeros años posteriores al uso original de STEM por parte de NSF, la comunidad académica utilizó el acrónimo con mayor frecuencia como abreviatura de los temas incluidos, y por los practicantes de adopción temprana que vieron la oportunidad de vincular los temas de formas interesantes para la enseñanza y el aprendizaje.

Cabe señalar que, con la idea de que se siga expandiendo la educación STEM, en el 2014, el ex presidente Barack Obama destacó la importancia de promover una educación bajo dicha visión. En ese sentido, durante un mensaje presidencial anunció lo siguiente:

[...] recruit and train 100,000 STEM teachers over the next decade. Yet PCAST also recommended that the United States create 1,000 new STEM-focused schools by 2020. When this proposal has been repeated, what is often missing in the replications is the detail that this recommendation advised that n 80% of the new STEM-focused schools be elementary and middle schools. (Judson, 2014, p. 255)<sup>2</sup>

Las innovaciones educativas como la presentada por Estados Unidos, permite que se pueda hacer investigaciones en relación con los avances educativos, conocer cómo un cambio de perspectiva puede beneficiar en la educación, entre otros. Hasta el momento, en los programas de educación estadounidenses se viene incorporando un ambiente de enseñanza STEM, el cual ha sido acogido por diversos países también como Reino Unido y España (Protopsaltis & Chaimala, 2016). Sin embargo, cabe mencionar que no hay un consenso respecto a las formas de abordar la educación STEM, pero existen visiones, objetivos y alternativas didácticas que se proponen para lograr favorecer las competencias STEM desde la educación.

En cuanto a la enseñanza en STEM, está siendo implementada tanto en espacios formales y no formales de aprendizaje como escuelas, clubes, talleres, museos, ferias, entre otros. Cabe mencionar que el esfuerzo de incluir experiencias STEM desde cualquier formato es un avance que permite acercar la narrativa del enfoque a más grupos que promueven la educación desde la posición en la que se encuentran.

<sup>2</sup> Reclutar y capacitar a 100,000 maestros de STEM durante la próxima década. Sin embargo, PCAST también recomendó que los Estados Unidos creen 1.000 nuevas escuelas enfocadas en STEM para 2020. Cuando esta propuesta se repite, lo que a menudo falta en las réplicas es el detalle de que esta recomendación aconsejó que el 80% de las nuevas escuelas centradas en STEM sean escuelas primarias y secundarias.

Con estos esfuerzos se pretende crear un puente estratégico a largo plazo que permita incluir esta perspectiva educativa de manera formal, curricular o que se replique en diversos espacios de aprendizaje.

Respecto a los que colaboran con la promoción de experiencias STEM en el Perú se encuentran las empresas privadas y ONG's. También participan algunos gobiernos regionales, locales y municipios que han ido incorporando iniciativas que promuevan STEM en los sectores laboral, comercial y educación.

Cabe señalar que existen grupos colaborativos y ONG's que promueven experiencias con las disciplinas STEM a un nivel exploratorio (López, Córdoba, y Soto, 2020). Por ejemplo en diversas localidades del país se han implementado talleres, realizan intervenciones itinerantes u se ofrece espacios de enseñanza en la modalidad after school. Asimismo, se vienen desarrollando exposiciones, capacitaciones y programas que permiten que los estudiantes conozcan a profesionales que se desempeñan en rubros STEM.

En línea a lo anterior, entre las principales compañías peruanas o grupos que promueven la educación en campos STEM están Telefónica, Apoyo y UTK (United Technology for Kids). Estas empresas han logrado difundir educación tecnológica y científica por diversas plataformas. En el caso de Telefónica, tiene su propia organización sin fines de lucro llamada "Fundación telefónica", la cual trabaja iniciativas educativas en los rubros STEM. Cabe mencionar que algunos de sus proyectos son promovidos a través de talleres, eventos y capacitaciones con el fin de aportar a la cultura digital del país.

Por otra parte, el grupo APOYO, difunde la importancia de generar investigación y políticas en cuanto a aprendizajes en STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts y Maths) de manera descentralizada. Por ello, en el año 2014 fundan el primer foro STEAM Perú y convocaron a diversas organizaciones académicas y estatales. Al año siguiente, hacen público el primer foro Internacional STEAM que se continúa desarrollando hasta la fecha.

En línea a ello, un proyecto más cercano al rubro escolar es el de la organización UTK (United Technology for Kids). Este equipo ha logrado implementar talleres en el formato extracurricular para diversas escuelas del país. Su equipo está liderado por Giuliana Huerta Mercado, quien incentiva a los estudiantes a seguir conociendo las ciencias y las tecnologías a través de los programas que ofrecen. Además, el equipo difunde la importancia de los intercambios culturales que pueden realizar los y las estudiantes a universidades como Berkeley y Stanford donde la innovación en STEM es parte de la cultura de sus territorios.

## **1.2 Objetivos STEM en el rubro educativo**

Como se ha mencionado anteriormente, la educación STEM se está expandiendo como parte de las propuestas de aprendizaje de diversos países. En correspondencia a ello, la Comunidad de Madrid [STEMadrid], (s.f) menciona que este nuevo enfoque tiene por objetivo lograr que los estudiantes desarrollen la capacidad crítica y por medio de la dinámica educativa puedan tener mayores recursos que los permita identificar un nivel de relación interdisciplinar entre estos campos mencionados.

La ingeniería viabilizará que los alumnos intervengan en el proceso y desarrollo de soluciones, esto les permitirá aprender nuevas formas de ejecución y construcción de modelos científicos y también, a fundamentar sus propuestas de solución a los problemas que se dispongan bajo esa línea. De la misma forma, con el componente de la tecnología los alumnos comprenderán con mayor agudeza los componentes descritos anteriormente ayudándolos en la aplicación de sus conocimientos por medio del uso de componentes electrónicos y digitales.

De esa manera, el entorno educativo es el que va a permitir que los estudiantes revaloren el estudio de los campos STEM. Por ejemplo, para poder acceder ha habilidades ingenieriles, se debe integrar una constante práctica y también, tener como soporte un conocimiento científico, razonamiento matemático y tecnológico. En línea a lo anterior, uno de los objetivos que se plantea desde este enfoque es promover en los estudiantes las capacidades necesarias para que resuelvan las problemáticas que emergen en la sociedad.

Cabe precisar que estas capacidades no actúan aisladas en cada disciplina, sino que dependen y se interrelacionan una con otra. Por tal motivo, es importante que se conozcan la conexión e integración que existe entre áreas y el aporte que provee cada una de ellas. A continuación, se presentan algunos conceptos sobre ciencia, tecnología, ingeniería y matemática pertinentes para esta investigación (ver tabla 1)

Tabla 1.  
*Disciplinas STEM*

Tecnología	Ingeniería
Usada a lo largo de los años para satisfacer las necesidades de las personas. [...]. La alfabetización en este campo se refiere a la capacidad de usar, gestionar, evaluar y comprender la tecnología y su [colaboración con el desarrollo del conocimiento científico]. (p, 7).	La ingeniería es tanto un conjunto de conocimientos sobre el diseño y la creación de productos, como un proceso de resolución de problemas [...]. La ingeniería utiliza conceptos de la ciencia y las matemáticas, así como herramientas de la tecnología. (p, 8).
Ciencia	Matemática
Es el estudio del medio natural en el que se incluyen las leyes de la naturaleza asociados con la física, química, biología, geología y [...] conceptos relacionados [...]. La ciencia se construye [y se valida] y genera a su vez nuevo conocimiento. (p, 7).	Tiene una implicancia en la realidad y en esta converge los patrones y relaciones entre cantidades, número y espacio. Incluyen categorías conceptuales como números, aritmética, geometría, estadística y probabilidad. (p, 8).

Nota de tabla: En base a European Union (2017), Dugger y Lopez y Carrión

Con respecto a lo anterior, es evidente que cada una de estas disciplinas es importante en diversos aspectos sociales. Por tal motivo, es relevante incluirlas dentro de las experiencias de aprendizaje en las escuelas. Bajo la misma línea, con un enfoque STEM interdisciplinar se busca facilitar un contexto articulado del conocimiento en el cual los estudiantes reconozcan los posibles vínculos existentes entre ellos.



De acuerdo con Bybee, citado por Guzey, Moore y Harwell (2016), se sostiene que se pueden presentar hasta ocho formas de integrar las áreas STEM desde un punto de vista interdisciplinar:

STEM refers to (a) science (or mathematics); (b) both science and mathematics; (c) science and the incorporation of technology, engineering, or mathematics; (d) a quartet of separate disciplines of science, mathematics, engineering, and technology; (e) science and mathematics that are connected by a technology or engineering program; (f) coordination across disciplines; (g) combining two or three disciplines; (h) complementary overlapping across disciplines; (i) a transdisciplinary course or program.<sup>3</sup> (p.13)

Dado este punto de vista, una sesión diseñada bajo la relación de áreas STEM se puede fomentar desde los rubros de matemática o ciencia (los cuales son más comunes en una escuela), respetando los criterios propios de cada disciplina y la correspondencia relacional que pudieran llegar a tener las áreas al momento de la resolución de problemáticas. Sin embargo, la forma en la que se propongan las articulaciones va a depender de las prioridades de enseñanza que el maestro vea conveniente y estén relacionadas al propósito de aprendizaje dispuesto.

Cabe mencionar que este enfoque educativo comparte rasgos de una teoría del aprendizaje constructorista, la cual propone que los estudiantes sean los responsables de construir el conocimiento que se adquiere de manera activa por medio de experiencias de creación (Fernandez, Calderón, Méndez, & Rolim, 2014). Resaltando aquí la construcción como producto de los procesos de exploración y desarrollo de capacidades bajo un marco del conocimiento racional dado por el aporte de las áreas STEM.

<sup>3</sup>STEM se refiere a (a) ciencia (o matemáticas); (b) ciencia y matemáticas; (c) la ciencia y la incorporación de tecnología, ingeniería o matemáticas; (d) un cuarteto de disciplinas separadas de ciencia, matemática, ingeniería y tecnología; (e) ciencia y matemáticas que están conectadas por un programa de tecnología o ingeniería; (f) coordinación entre disciplinas; (g) combinar dos o tres disciplinas; (h) superposición complementaria entre disciplinas; (i) un curso o programa transdisciplinario

Para Zamorano, García y Perez (s.f), Seymour Papert propone una visión sobre el aprendizaje construccionista que se identifica con la base de la propuesta pedagógica STEM. Según estos autores, la idea de Papert sobre esta visión es la siguiente:

[...] es un proceso continuo, variable y particular, que se construye y reconstruye a medida que el individuo interacciona de manera dinámica con el mundo [...] en el que está inmerso y en la construcción de objetos que atiendan a la necesidad de solucionar un problema a través de procesos de investigación y diseño, siendo esta interacción y construcción las claves en la producción de conocimiento. (p. 5)

En relación a la cita, acercar a los estudiantes a escenarios del conocimiento ingenieril y matemático y su interacción con el entorno científico y tecnológico los involucra en una dinámica de acción en la cual hay más posibilidades de aprendizaje y conexión con estos temas. Asimismo, se hace énfasis en los procesos de investigación los cuales deben ir acompañados de las proposiciones científicas que van a permitir encausar el conocimiento desde los criterios comunes de ese campo. Un entorno provisto de esa manera, despierta en el estudiante interés de seguir conociendo y explorando el ambiente. En ese sentido, según López y Carrión(2019), con la enseñanza en áreas STEM, se busca despertar vocaciones científicas o interés en los niños y niñas por asuntos de conocimiento científico y tecnológico.

Estas vocaciones científico-tecnológicas, según López y Carrión (2019), se han visto desplazadas en estos últimos años, debido a la poca integración de estos contextos en el aula. Por lo que, es otro de los objetivos STEM involucrar a los estudiantes en estos temas relevantes que permiten seguir ampliando el material científico. Cabe mencionar que los objetivos STEM enfatizan en las vocaciones científicas y promueven un eje de ciudadanía e inclusión al extender y divulgar cuestiones transversales a estas disciplinas. Esto último permite que los estudiantes que opten por diversas carreras como filosofía, historia, artes y otras, incorporen también estructuras de la actividad crítica y metódica dadas por la experiencia del aprendizaje en STEM (Domenech, 2019).

Adicionalmente, estas vocaciones se generan en un entorno educativo en el cual se desarrolla la creatividad, se pone en práctica la capacidad crítica, habilidades

procedimentales para elaborar los proyectos, se constituye el trabajo colaborativo, se toman modelos, estructuras científicas previas y se parte de la investigación del medio para llegar a comprender el entorno que los rodea, así como para desarrollar soluciones a problemas desde una visión STEM (Domenech, 2019). Lo expuesto anteriormente supone comprender que los objetivos de alfabetización STEM se deben desarrollar como un meta articulada y pensada para despertar vocaciones científicas en los estudiantes y generar mayor participación activa.

Sobre la base de las consideraciones mencionadas, se afirma que la puesta en práctica de la enseñanza STEM supone que se plantee una formación más integral, lo cual significa cambios en la didáctica del docente y en su dinámica de trabajo. En ese sentido, es necesario que el docente proponga un entorno en donde se conecten los siguientes objetivos: fomentar vocaciones, enfatizar en la interdisciplinariedad y abordar problemáticas existentes en la realidad. Bajo esta misma línea, Guzey, Moore y Harwell (2016) mencionan que:

Making learning STEM subjects more relevant to students' lives and helping them to see connections between and among STEM subjects represents an integrated approach, which can increase motivation to learn science, as well as enhance conceptual understanding of science.<sup>4</sup>  
(p, 12)

Complementando lo anterior, una sinergia disciplinar evidenciada desde la planificación y ejecución de las sesiones escolares permite generar experiencias más holísticas de aprendizaje. De ese modo, se enriquece la construcción de los conocimientos y el despliegue de habilidades y actitudes de los estudiantes.

### **1.3 Panorama de las áreas STEM en el Perú**

<sup>4</sup> Hacer que el aprendizaje de las materias STEM sea más relevante para la vida de los estudiantes y ayudarlos a ver las conexiones entre las subrepresentaciones STEM y el enfoque integrado, lo que puede aumentar la motivación para aprender ciencia, así como mejorar la comprensión conceptual de la ciencia.

Es importante describir las debilidades y fortalezas que se encuentran en las áreas relacionadas a STEM en el Perú. Por tal motivo, la investigación se basa en el resultado de las pruebas estandarizadas realizadas en el país durante los últimos años, lo cual va a brindar una perspectiva amplia y general de los alcances obtenidos a nivel educativo.

A continuación, se presentan las pruebas PISA Y ECE. Por un lado, la prueba internacional PISA (Programme for International Student Assessment) es un proyecto de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo económico (OCDE), cuyo objetivo es evaluar la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria. Esta prueba evalúa áreas como ciencia, matemática y lectura. Por otro lado, la prueba ECE que se aplica a nivel nacional y evalúa las áreas de Comunicación y Matemática. El propósito de ambas es evaluar el nivel de competencia de los estudiantes frente a estas áreas.

A continuación, se presenta los datos de la prueba PISA. Cabe precisar que debido a que el punto central son las áreas STEM, la investigación se enfoca en detallar el nivel obtenido solo en las áreas de ciencia y matemática de esta evaluación. En el marco de esta prueba, participaron 72 países, de los cuales 35 países integran la OCDE. Por ejemplo, se encuentra Perú, otros territorios de América Latina y 3 sub regiones de China.

Es preciso señalar que los resultados a utilizar datan de la prueba PISA del 2015, lo cual es relevante que se conozca cómo se encontraba la educación antes de la visión de competencias del Currículo Nacional. En cuanto al resultado en matemáticas, los estudiantes peruanos han conseguido el nivel denominado “Nivel 1”, quedando solo un puesto arriba del nivel “Nivel debajo 1”. Por el contrario, los países con mayor nivel alcanzado son Hong Kong y Singapur que lograron el “Nivel 4”, siendo el máximo nivel a alcanzar el “Nivel 6”.

Según el Ministerio de Educación (2017), los estudiantes que están en dicho nivel demuestran que:

[...] pueden responder a las preguntas que involucran contextos conocidos, en los que se encuentra toda la información necesaria y las preguntas están claramente definidas. Son capaces de identificar la información y llevar a cabo procedimientos rutinarios siguiendo instrucciones directas en situaciones explícitas (p. 79).

En cuanto a las habilidades alcanzadas por los estudiantes peruanos que rindieron esta prueba, se rescata que, dentro del nivel, los alumnos identifican información importante para resolver problemas, pero no evalúan alternativas de solución que supone un nivel de comprensión mayor y más complejo. Además, llegan a extraer información de los problemas de forma explícita, mas no formulan interpretaciones, generan reflexiones o formulan argumentos que sustenten el saber matemático.

En el ámbito nacional, la prueba que se aplica de manera estandarizada es la ECE. A continuación, se presenta la data provista de esta evaluación. Para ello, es importante enfatizar que en el año 2016 se aplicó a los niveles de 2do y 4to de primaria, mientras que, dos años después solo se incluyó al último grado mencionado. Por tal motivo, con el objetivo de realizar los comparativos correspondientes de ambos años, se muestran los resultados obtenidos por los estudiantes de 4to de primaria.

En base al resultado de la prueba ECE, sustentado en el informe del Ministerio de Educación, (2016) un 25,2 % de los estudiantes peruanos de cuarto de primaria se encuentran en la escala de “satisfactorio”, un 41,6 % “en proceso”, el 22,5% se encuentra en “en inicio” y “previo al inicio” un 10,7%. Es importante precisar que el nivel “en inicio” supone que “el estudiante no logró los aprendizajes esperados para el IV ciclo. Solo logra realizar tareas poco exigentes respecto de lo que se espera para este ciclo” (p.7) y el nivel de “previo al inicio” se refiere a que “el estudiante no logró los aprendizajes necesarios para estar en el nivel “en inicio”.

Respecto a los resultados del año 2018, se ha logrado mejorar la cifra del nivel “satisfactorio” de los estudiantes, así como disminuir los niveles de “en proceso”, “en inicio” y “previo al inicio”. Sin embargo, la cantidad porcentual en la que se ha

disminuido el total del alumnado que ocupa estos grupos mencionados no llega ni al 2 por ciento en los casos de “previo al inicio” y “en inicio”.

Por otro lado, si se toma en cuenta los resultados del alumnado de 2do de secundaria, se evidencia que el porcentaje de quienes se encuentran en el nivel “previo al inicio” es muy significativo. En ese sentido, los logros que se obtienen en la primaria no son sostenibles a lo largo del tiempo y es evidente con los resultados que demuestran los alumnos de secundaria.

Después de haber presentado el nivel de competencia matemática de los alumnos de cuarto de primaria según la prueba ECE (MINEDU, 2016), se pasa a analizar otra disciplina STEM que se enseña en las escuelas peruanas que es Ciencia y Tecnología. En cuanto al resultado en Ciencias en la prueba PISA, los estudiantes peruanos han conseguido el nivel denominado “Nivel 1a”, siendo un nivel inferior el denominado “Nivel 1b” y el último de todo el rango es el “Nivel debajo 1b”.

Es necesario señalar que el país con mayor nivel alcanzado es Singapur que logró el “Nivel 3”, siendo el máximo nivel a alcanzar el “Nivel 6”. Según el Ministerio de Educación del Perú (2017), los estudiantes con el nivel en el que se posicionan los niños peruanos, demuestran que:

Son capaces de utilizar conocimientos de contenido y procedimental básicos o cotidianos para reconocer o identificar explicaciones de fenómenos científicos simples. Con apoyo pueden realizar investigaciones científicas estructuradas con no más de dos variables. Identifican relaciones causales o de correlación simples e interpretan datos gráficos y visuales que requieren un bajo nivel de demanda cognitiva. Pueden seleccionar la mejor explicación científica para una información brindada en contextos familiares, personales, locales y globales (p.33).

Respecto al logro cualitativo se destaca que los estudiantes peruanos que rindieron la prueba tienen un nivel de conocimiento general y básico sobre acontecimientos científicos del entorno. Sin embargo, la obtención de un nivel básico

de comprensión sobre fenómenos científicos no debería ser la meta final, sino, se debe dar más énfasis en potenciar la habilidad de pensamiento crítico desde esta área.

En cuanto a la lectura de los resultados de estas pruebas son referentes para reconocer que los niveles de logro no son sostenibles. En ese sentido, en un nivel de escolaridad mayor los resultados son menos alentadores e incluso el logro de los estudiantes de primaria está a un nivel básico según estos informes. Cabe indicar que si bien es cierto que el nivel de desarrollo científico y matemático es aún bajo en el país, se necesitan propuestas y adaptaciones como las que promueve una perspectiva STEM.

Por otro lado, el desarrollo de competencias que se propone desde el Currículo Nacional puede significar un cambio positivo con respecto a la situación actual de la educación, dado que es común que se observe en las escuelas una forma de enseñanza poco activa y más de transmisión. De esa manera, la propuesta del trabajo por competencias puede encaminar los aprendizajes hacia la transversalidad de disciplinas STEM ofreciendo la posibilidad de un ambiente práctico de enseñanza en donde se desarrollen diversas habilidades y destrezas tecno - científicas del alumnado.

## CAPÍTULO II

### APROXIMACIÓN A LA PRÁCTICA EDUCATIVA STEM

#### 2.1 Desarrollo de competencias en áreas STEM

La enseñanza en las escuelas peruanas se respalda por el Currículo Nacional, en adelante, CN aprobado por la Resolución Ministerial N° 281- 2016- MINEDU, el cual empezó a regir desde el año 2017 en todas las escuelas del país. Este documento es fundamental para la planificación de las sesiones del docente, debido a que brinda orientación. Además, dicho documento establece que los alumnos deben desarrollar competencias y capacidades, teniendo en cuenta los estándares de aprendizaje. (MINEDU, 2016)

En línea a lo anterior, el desempeño esperado por los alumnos hace referencia a sus acciones específicas y observables en los entornos de aprendizaje. Esto último significa que viene logrando el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan actuar de manera competente ante diversas situaciones. En ese sentido, se espera que los alumnos tengan la facultad de combinar un conjunto de capacidades y pongan en práctica sus competencias a fin de desempeñarse en la sociedad de manera pertinente.

De esta manera, un enfoque como STEM busca desarrollar competencias en los estudiantes por medio de la alfabetización en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Cabe resaltar que tanto el CN como la educación STEM buscan que los alumnos pongan en práctica las diversas habilidades que han desarrollado en escenarios reales de la sociedad, siendo estos un espacio para que se continúe con la mejora de dichas habilidades.

Ahora bien, a fin de que se conozca si ambas nociones de competencia buscan un objetivo similar, se presenta el siguiente cuadro comparativo con la perspectiva desde la educación STEM y el Currículo Nacional peruano (ver tabla 2).

Tabla 2.



*Perspectiva de competencias desde el enfoque STEM y el MINEDU*

Definición de competencias en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú	Definición de competencias STEM (Boon, 2019, pág. 11)
La competencia se define como la facultad que tiene una persona de combinar un conjunto de capacidades a fin de lograr un propósito específico en una situación determinada, actuando de manera pertinente y con sentido ético.	STEM competence covers both the ‘know-what’ (the knowledge, attitudes and values associated with the disciplines) and the ‘know-how’ (the skills to apply that knowledge, taking account of ethical attitudes and values in order to act appropriately and effectively in a given context).

Fuente: Elaboración propia. En base a (Boon, 2019) y (MINEDU, 2017)

A partir de lo expuesto se entiende que la perspectiva en ambos campos es compartida, ya que la educación STEM reconoce las competencias como la facultad que permite a los estudiantes saber cómo actuar en sociedad e identificar qué habilidades, actitudes y conocimientos son esenciales para que se realice de forma ética y pertinente. En ese sentido, este panorama es un indicador de que el enfoque STEM también incluye la visión formativa de las competencias curriculares las cuales apuntan al progreso y desarrollo integral de los estudiantes.

Esta propuesta de la curricula nacional busca generar una experiencia educativa “basada en el desarrollo de competencias que (...) ayude a alcanzar la excelencia, tanto en el saber (conocimientos), saber hacer (procedimientos) y saber ser (actitudes)” (Morales et al, 2012, p.3). En esa línea, para Monereo (2007) citado por Morales et al (2012), “ser competente no es sólo ser hábil en la ejecución de tareas y actividades concretas (...) tal como han sido enseñadas, sino más allá de ello, es capaz de afrontar, a partir de las habilidades adquiridas, nuevas tareas o retos que supongan ir más allá de lo ya aprendido” (p.3), para lo cual se requiere que se involucren distintas habilidades y destrezas específicas tanto cognitivas, motoras, sociales, actitudinales, y otras.

Por un lado, en el CN se proponen 29 competencias que se subdividen en cada área curricular, las cuales se trabajan de forma independiente. Por el otro, en el caso del

enfoque STEM se propone el desarrollo de las competencias científicas, tecnológicas y matemáticas (Domenech, 2018). En cuanto a STEM la propuesta es incluir el desarrollo de proyectos que permitan que los estudiantes hagan uso de los lenguajes, conceptos y recursos STEM, así como lleguen a manejar evidencias científicas para que tomen mejores decisiones en diversos contextos sociales, sobre todo en donde se necesite de estas habilidades STEM. Esto, respetando las estructuras, paradigmas, conjunto de normas, el conocimiento causal objetivo y sistemático que ocupa cada campo involucrado.

Para que pueda encaminarse este propósito de competencias el docente que desarrolla las sesiones de aprendizaje basadas en competencias STEM debe incluir “[...]epistemological knowledge, procedural knowledge and technical knowledge associated with each contributory STEM discipline” (Boon, 2019, p.12). Esto hace que la enseñanza tenga el propósito de contribuir a un eje formativo científico de los estudiantes disponiendo de mayores recursos para fundamentar su conocimiento y reflexionar sobre su importancia y utilidad para la sociedad.

### **2.2.1 Desarrollo del conocimiento a nivel procedimental**

Como se mencionó en el capítulo anterior, el Currículo Nacional es la fuente de orientación principal para el desarrollo de las experiencias de aprendizaje MINEDU (2016). En dicho documento convergen las capacidades y competencias a desarrollar. Este último componente curricular es el que evidencia la facultad de actuar, pensar, articular lo aprendido y decidir de los estudiantes en diversos escenarios y desde diversas ópticas disciplinares. En relación a ello, para llegar a un nivel más categorial de las ciencias se debiera permitir a los estudiantes enriquecer sus habilidades a partir de experiencias tanto conceptuales y teóricas, como procedimentales y operatorias.

En este apartado se desarrolla el tipo de enseñanza procedimental. Según Boon (2019) señala que “[...] its provides the foundation for the acquisition, application and practice of STEM skills such as measuring data, ascertaining its precision, validity and reliability, as well as selecting and displaying it” (p, 12).

De acuerdo con lo mencionado, los procesos didácticos deben incluir momentos en donde los estudiantes pongan en práctica sus habilidades STEM a través de diversos

procedimientos y secuencias prácticas. Estos procedimientos deben ser progresivos para que permitan que el estudiante pueda alcanzar distintos niveles de transferencia de su aprendizaje hasta llegar a un nivel más autónomo. Bajo la misma idea, Boon (2019), menciona que los procedimientos deben ser “[...] progressive and dynamic [...] to ensure that students keep up with the latest developments (p. 12).

Como se había mencionado, conocer las competencias curriculares permite a los docentes orientar su enseñanza en base a los logros y estándares propuestos para cada nivel. Por tal motivo, se presentan las competencias curriculares relacionadas a las áreas STEM para que se identifiquen algunos componentes procedimentales que el docente puede incorporar a la secuencia didáctica.

Respecto a las competencias curriculares del MINEDU destinadas al aprendizaje de las ciencias y la tecnología son: Indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos (competencia 20), Explica el mundo físico basándose en conocimientos sobre los seres vivos, materia y energía, biodiversidad, Tierra y universo (competencia 21) y Diseña y construye soluciones tecnológicas para resolver problemas de su entorno (competencia 22).

En cuanto a lo anterior, algunos componentes procedimentales que permiten involucrar a los estudiantes en un rol científico “consisten en identificar pautas, inducir, deducir o diseñar experimentos” (Domenech, 2019, p. 30). Siguiendo esta propuesta, se debe favorecer experiencias de aprendizaje en donde los estudiantes puedan hacer uso de sus habilidades de razonamiento científico a partir de los procesos técnicos, operatorios o prácticos de este campo. De ese modo, estos procesos deben permitir ir construyendo el aprendizaje gradual hasta afianzarlos.

En lo que respecta a la tecnología, el CN presenta la competencia: se desenvuelve en los entornos virtuales generados por las TIC (competencia 28). Cabe resaltar que la visión de la tecnología en esta competencia está relacionada al conocimiento y manejo de recursos tecnológicos de la presente era digital.

En referencia a lo mencionado, Boon (2019) propone algunos componentes procedimentales que deben ser incluidos para favorecer el aprendizaje en el área de

tecnología. Entre estas menciona que los procedimientos que involucren “knowledge of circuit boards, processors, electronic equipment [...] programming [...] applying principles, techniques, procedures, and equipment to the design and production of various goods and services” (p.17) logran este propósito.

Bajo la misma línea, Vásquez (2014), añade que procedimientos como organizar datos de manera lógica, describir simulaciones, diseñar modelos de programación en base a esquemas y realizar pruebas para la validación, acompañan el aprendizaje de los estudiantes en relación a las habilidades prácticas y técnicas de los campos STEM.

Finalmente, en relación a las competencias matemáticas, se presentan: Resuelve problemas de cantidad (competencia 23), resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio (competencia 24), resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre (competencia 25) y resuelve problemas de forma, movimiento y localización (competencia 26).

### **2.2.2 Desarrollo del conocimiento a nivel conceptual y epistemológico**

En un proceso de aprendizaje tanto la acción como la reflexión son necesarias para afianzar el conocimiento. Para llegar a estos niveles de aplicación de lo aprendido, se necesita tener respaldo científico, conocer términos y lenguajes, pero sobre ir tener un acercamiento a las ciencias a un nivel más categorial. Por tal motivo, es importante acercar a los escolares a diversos conceptos, teorías y modelos, ya que les va a permitir tener la capacidad de argumentar y comparar sus propias ideas con cada experiencia de aprendizaje.

En ese sentido, “la formación [...] del profesorado no solo (debe incluir) un manejo disciplinar, pedagógico y didáctico, sino también una fundamentación epistemológica que permita [...] la comprensión de la dinámica científica” (Ariza, Muñoz, & Amador, 2007, p. 6).

Siguiendo la línea de lo mencionado, existe un nivel de comprensión intuitivo del profesorado en áreas STEM; sin embargo, estas áreas tienen conceptos y lenguajes propios que las distinguen y aportan al desarrollo del conocimiento. Por ejemplo, en el

campo científico, los aportes e investigaciones se construyen en base a modelos, estudios y teorías dadas por la comunidad científica.

Por tal motivo, la enseñanza en estos campos de las ciencias STEM debe estar basado en un estudio previo, de modo tal, que en la aplicación el estudiante pueda conocer nuevos conceptos y alcance una comprensión epistemológica.

En vista de lo anterior, Adúriz (2001), menciona que estos niveles de desarrollo del conocimiento muchas veces no son tomados en cuenta. Por ello, esta autora señala que:

Las ideas de los profesores de ciencias acerca de la naturaleza de la ciencia son cercanas a las que se sustentan desde el sentido común, es decir, a aquellas detentadas por la mayor parte del público no especializado [...]. Además, estas ideas se organizan en sistemas de baja coherencia lógica interna que no excluyen ambigüedades y contradicciones (p. 82).

Bajo esa línea, Adúriz (2001), precisa que la epistemología debe ser entendida “como la reflexión metateórica por excelencia” (p. 27) que enmarca las conclusiones y reflexiones que dan mayor apertura a la sistematización de la ciencia. Esta se vale de disciplinas sociales y científicas para proponer explicaciones cuantitativas y cualitativas dando la capacidad de formular y reformular los saberes (Adúriz, 2001).

Desde la presente investigación se incluye la visión de epistemología dado que es relevante tener como referente el aporte de las ciencias sociales. Estas permiten contextualizar los estudios de ciencia, comprender la visión cultural sobre la que se empieza a edificar las investigaciones y para permitir expandir la racionalidad propuesta por el saber científico en un marco de progreso, desarrollo social y evolutivo. Asimismo, para Domenech (2019), la dimensión epistémica en una competencia que se asocia a la validación del conocimiento.

Enfatizando en el campo científico Domenech (2019), analiza algunos casos de propuestas educativas en los cuales identifica el nivel de conocimiento implicado. Por

ejemplo, en el proyecto Montgolfier, el propósito fue que el alumnado realice lanzamientos de globos aeroestáticos, justificando a partir de modelos científicos el resultado obtenido. Entre algunas de las justificaciones admitidas están: “no se eleva porque se degrada mucha energía, la entrada de aire es demasiado ancha y entra aire frío que disminuye la energía cinética en partículas” (p, 36). De esta manera, para el investigador, existen conceptos, lenguajes y discursos implicados para dar ese tipo de respuesta, empero, no se llega a un nivel epistemológico, porque para alcanzarlo se debió incluir “debates dirigidos al consenso sobre modelos” (p. 36) dentro de la propuesta de enseñanza.

Con lo que respecta a la tecnología, se debe tener en cuenta que no es solamente “una herramienta final de un proceso, sino que se vuelve parte del escenario de estudios sobre el cual se construye aprendizaje” (Velazquez, Chequer, Budan, Sosa, & Reyes, 2014, p. 9). Por ejemplo, en cuanto a la informática, es necesario que se conozcan los conceptos integrados como señales, signos, simulaciones, símbolos, codificación que acercan a las personas a ese campo del conocimiento. Por lo que se debe tener presente qué conceptos están inmersos dentro del rubro tecnológico que se aborde, ya que va a facilitar la comprensión, construcción y validación de los procedimientos técnicos propios de esa área (Barchini, Sosa, & Herrera, 2010).

De igual manera ocurre con las matemáticas, pues es necesario que se entienda que existen métodos, procedimientos, demostraciones y otros procesos que hacen que esta sea una disciplina rigurosa con lenguaje propio y conceptos. Finalmente, es importante tener en cuenta que el conocimiento conceptual y el desarrollo de dinámicas epistémicas propician la capacidad para comprender, comprobar y validar las ideas que parten de los procesos de experimentación, conjeturas e indagaciones.

A partir de la información sobre algunas experiencias que contribuyen al desarrollo del conocimiento conceptual y epistemológico de áreas STEM se presenta la tabla 6. Estas alternativas deben ser reconocidas y aplicadas por el maestro en su investigación personal al programar las sesiones y deben proponerse también como prácticas escolares articuladas a los objetivos planeados.

Tabla 3.

*Experiencias pedagógicas que se relacionan con el desarrollo del conocimiento conceptual y epistemológico en áreas STEM.*

---

- Formular hipótesis
- Conocer leyes y principios que fundamentan la investigación
- Justificar del proceso de experimentación y estrategias de solución empleadas
- Determinar condiciones y contexto en donde se van formulando los resultados.
- Poseer referencia de modelos y antecedentes
- Precisar estudios sociales involucrados
- Generar debates científicos en base a evidencias
- Conceptualizar conjeturas matemáticas
- Articular generalizaciones
- Retroalimentar los avances de los proyectos
- Descontextualizar los resultados mediante situaciones hipotéticas para justificar su aplicación en otros escenarios.
- Diseño y análisis de los algoritmos (programación- informática)
- Conocer el nivel de eficacia con el que se transmiten los mensajes programados en el diseño de las soluciones a los proyectos
- Justificar el proceso de diseño realizado
- Argumentar la elección de las propuestas de solución
- Reconocer restricciones físicas de los materiales a emplear en el proyecto
- Reconocer características y propiedades de los materiales a emplear en el proyecto.
- Evaluar ventajas o desventajas de su diseño

---

Fuente: Basado en las investigaciones de Cajas (2001), López (2009), Artigue, Douady y Moreno (1995), Barchini, Sosa y Herrera (2010) y López, J (2009).

Dependiendo del objetivo de enseñanza, en este listado se pueden incluir más experiencias para el desarrollo del aprendizaje conceptual y epistemológico en áreas STEM. Por ello, seleccionarlos de manera estratégica favorece un entorno didáctico STEM en donde los estudiantes tienen la oportunidad de demostrar y argumentar sus ideas, predicciones y conclusiones.

Es importante resaltar la idea de que el nivel reflexivo, conceptual o argumentativo que se propone en este subcapítulo es complementado en el mismo rango

por las propuestas prácticas o procedimentales tratadas en el apartado anterior. El nivel tanto procedimental como teórico son fundamentales para ir formando en competencias, ya que permiten que en el proceso los estudiantes incorporen términos y conceptos de los campos aprendidos, se desempeñen en diversos contextos STEM, tengan capacidades para planificar y emplear estrategias que los ayude a resolver problemas y argumenten sus ideas en base a respaldo científico, modelos o pruebas.

Finalmente, la planificación que realiza el maestro sobre los aprendizajes a desarrollar, debe evidenciarse en la secuencia didáctica a través de una metodología que guíe el proceso de enseñanza de principio a fin, determinando así cuáles son los momentos en los que los estudiantes resolverán problemas, iniciarán un proyecto, intercambiarán ideas, entre otros. A continuación, se presentan dos propuestas metodológicas que permiten favorecer los objetivos STEM.

## **2.2 Metodologías que promueven un enfoque STEM**

Hasta este punto, se ha identificado que los objetivos STEM buscan favorecer el aprendizaje de los estudiantes en disciplinas como ciencia, tecnología, ingeniería y matemática para que puedan tomar decisiones tecno-científicas, desarrollar proyectos que abarquen estos campos disciplinares y ser partícipes de esta sociedad en donde avanzan con mayor celeridad la tecnología y las propuestas científicas. Para ello, se determinó que es importante abordar las competencias STEM desde su dimensión procedimental, conceptual, actitudinal Domenech, (2019) y MINEDU, (2016) y epistémica Domenech, (2019).

En ese sentido, para crear una correspondencia entre los objetivos y competencias STEM, desarrollo del conocimiento y tratamiento interdisciplinar, entre otros componentes primero resulta necesario estructurar la didáctica a emplear por medio de una metodología que visibilice todo lo anterior desde la puesta en práctica.

A propósito de lo mencionado, Latorre y Seco (2013), aportan una definición de metodología en el ámbito educativo. Para ellos, esta es:



[...] el conjunto de criterios y decisiones que organizan de forma global la acción didáctica en el aula, determinando el papel que juega el profesor, los estudiantes, la utilización de recursos y materiales educativos, las actividades que se realizan para aprender, la utilización del tiempo y del espacio, los agrupamientos de estudiantes, la secuenciación de los contenidos y los tipos de actividades. (p. 16)

Cabe mencionar que en el presente estudio se han recopilado y seleccionado dos metodologías que pueden ser aplicadas a las clases STEM, las cuales son el Aprendizaje Basado en Proyectos o ABP (Benjumeda & Romero, 2017), (Doménech, Mora, & López, 2019); (López & Córdoba, 2018); Ruiz, 2017; (Pelejero, 2018); y Quiceno 2017) y Design Thinking (Carroll, 2015) y Centro de comunicación y pedagogía (2016). Sin embargo, se reconoce que el espectro de metodologías es amplio, por lo que no se agota solo en las que se describirán. A continuación, se explica en qué consiste cada metodología y cómo es su aplicación en el ámbito STEM.

En el caso del Aprendizaje Basado en Proyectos, en adelante ABP, Purizaga y Mejia (2015), mencionan que el proyecto es una manera de concretizar una idea, la misma que debe responder a una problemática real y cercana a los estudiantes la cual debe poder ser resuelta poniendo en práctica sus conocimientos al decidir cómo abordarlo. Dentro de este escenario el rol del profesor es de un agente facilitador que mantiene clara la intención de la propuesta y objetivo principal claros para poder guiar a los estudiantes (Jackson, 2012 citado en Reyes y Carpio, s.f).

En ese sentido, Valdivia y Cobo (2017), añaden que esta metodología se desarrolla de manera colaborativa, llevando a los estudiantes a plantear propuestas ante determinada problemática. También, esta metodología es relevante pues se incorpora al aula “contextualizando a los estudiantes dentro de una situación real de la cual se genera una pregunta conductora sobre la que se construirá el proyecto” (García, Reyes y Zamora, s.f, p.10). Añade además Domenech (2018), que estas acciones devienen de las dimensiones conceptuales, procedimentales, actitudinales y epistemológicas que van formando las competencias, por lo que, esta metodología lo que hace es conducir las hacia la creación del proyecto previamente elegido.

Para Domenech (2018), un Aprendizaje Basado en Proyectos se produce a partir de una situación o problema en donde el camino para hallar la solución es el diseño de algún objeto o prototipo. Es por ello que el proceso de diseño representa también un conflicto cognitivo en sí mismo porque para realizar el proyecto se requiere de la creación de una solución en un escenario específico el cual puede ser nuevo para el estudiante. Para comprender la aplicación del ABP dentro del entorno educativo, cabe señalar sus características, por lo que en la tabla 4, se presenta una adaptación del esquema presentado por Reyes y Carpio (s.f). (ver tabla 4).

Tabla 4.

*Características del aprendizaje Basado en Proyectos en el escenario educativo*

M	C	Aprendizaje	Enfoque	Producto	Proceso	Rol del profesor
Aprendizaje Basado en Proyectos		Los estudiantes construyen su conocimiento a través de una tarea específica	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y predefinida, para la cual se demanda una solución	Se requiere que los estudiantes generen un producto, presentación o ejecución de la solución	Los estudiantes trabajan con el proyecto asignado de manera que su abordaje genere productos para su aprendizaje	Facilitador y administrador de proyectos

Nota de tabla: (M): metodología/ (C): Características. Adaptación del cuadro comparativo de Reyes y Carpio (s.f).

En ese sentido, comprender el enfoque STEM desde una perspectiva de proyectos se presenta como un desafío de transformación del actuar cotidiano en el aula. Para terminar, es importante incluir lo mencionado por Gómez (2017), quien sostiene que la educación STEM involucra los principios del aprendizaje basado en proyectos además, 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.

Por otro lado, otra de las metodologías que permiten desarrollar los objetivos de STEM, es el design thinking o pensamiento de diseño. Según Pelta (s.f), esta

metodología pone énfasis en el proceso de diseño pues se centra en las personas, usuarios o ciudadanos cuando se busca las soluciones para sus necesidades, las cuales pueden ser diseñadas y creadas a partir de la intervención de la tecnología. Para lograrlo, el diseñador pone en práctica diversas estrategias, comparte sus ideas previas de manera colaborativa y se enfrenta a situaciones problemáticas en entornos reales.

Asimismo, el desarrollar una problemática al igual que en la metodología ABP, el Design Thinking involucra a los estudiantes en su propio despliegue de su capacidad maker la cual se va formando por el continuo contacto de los estudiantes con sus habilidades de diseño y construcción de materiales o proyectos, lo cual genera que en el proceso de aprendizaje se predisponga al trabajo autónomo del estudiante y se ponga en práctica habilidades similares de los profesionales en STEM (Martínez, 2016).

Si bien indica Pelta (s.f) que esta metodología proviene de la aplicación en el mundo empresarial y el marketing, en comunicación y pedagogía (s.f), se señala que esta metodología en el ámbito educativo, posibilita el despliegue de capacidades cognitivas y favorece el desarrollo de habilidades transversales como la iniciativa, la continuidad de la actividad crítica, la autocrítica y la toma de decisiones.

Adicionalmente, en un aula en donde se promueve el Design Thinking, es necesario que la interacción grupal sea activa y se cuente con la participación de todos los integrantes; puesto que, debido a las diversas perspectivas que aportan los estudiantes el proceso de aprendizaje se enriquece.

De esta manera, Arias, Jadán y Gómez (2019), se basan en el aporte del Institute of Design at Standford, para describir las cinco fases del Design Thinking las cuales se muestran en la siguiente tabla (ver tabla 5).

Tabla 5.

*Proceso práctico del Design Thinking*

---

Empatizar	- Enfoque de empatía - Obtener información de la audiencia - Conocer las necesidades del usuario
Definir	- Implica replantear el problema principal (en base a la fase anterior)

---

---

	- Permite una visión más integral
	- Se define el desafío en base a los distintos puntos de vista y perspectiva del grupo
Idear	-Desarrollo del trabajo multidisciplinario para generar propuestas de solución
	-Se proponen ideas creativas
Prototipar	- Se crea espacios para plasmar las ideas
	- Se realiza la representación de las ideas
	-Se construye prototipos de solución
Evaluar	- Se prueba el prototipo
	- Se comprueba la efectividad en entornos reales
	-Se obtiene un feedback

---

Nota de tabla: *Adaptado de Arias, Jadán y Gómez (2019) en referencia a las Fases de Design Thinking del Insitute os Design at Standford.*

Esta metodología, como se ha explicado en los párrafos anteriores, es una estructurade enseñanza válida que permite lograr los objetivos de aprendizaje de la educación STEM. Muestra de ello es que el Centro de comunicación y pedagogía (s.f), menciona que es "[...] interesante las ideas que se plantean cuando se habla del Design Thinking y de los caminos que una persona sigue en el proceso creativo de diseño, oscilando entre el análisis y la síntesis, formas de pensar relacionadas con las ciencias y la ingeniería respectivamente" (p. 66).

En síntesis, aludiendo a los objetivos STEM, para que los estudiantes tengan un ambiente en donde puedan afianzar la capacidad de resolver problemáticas desde sus competencias tecnológicas y científicas, se pueden utilizar metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyecto, el Design Thinking o alguna otra que se encamine hacia el mismo fin.

### **2.3 Estrategias interactivas en un ambiente de aprendizaje STEM**

Las estrategias que acompañen a las metodologías serán fundamentales para encaminar las sesiones de aprendizaje hacia los objetivos previstos. En relación a la enseñanza en STEM, estas estrategias deben de permitir el buen clima de interacciones

en donde se lleve a cabo las sesiones, viabilizar que se favorezcan las conexiones con el objetivo a desarrollar y promover experiencias educativas en base a proyectos.

La primera estrategia a incorporar en el aula es el trabajo colaborativo. Como se mencionó en el apartado de las metodologías, una clase que se desarrolla bajo el objetivo de identificar, crear y resolver problemas, necesita un espacio para plasmar las ideas las cuales se enriquecen si son dadas desde diversos puntos de vista.

De acuerdo a Sen (2018), “In STEM education, students are provided to work in interaction with different teams and heterogeneous groups. [...] Leadership skills are effective in the formation of teams and coordination within the group when students work in collaboration” (p. 92). De esta manera esta cita refuerza la idea del trabajo colaborativo como uno de los pilares importante dentro de la propuesta didáctica STEM, la cual es factible de ser puesta en práctica por medio del trabajo de proyectos, de diseño o de intervención social.

La segunda estrategia que conduce la enseñanza hacia un entorno STEM de aprendizaje es el desarrollo de proyectos a partir de problemas reales. La enseñanza de STEM en la escuela no obliga al docente a articular todas las disciplinas del acrónimo; no obstante, la puesta en práctica de tareas que incluya resolver problemáticas reales en el aula fomentan el desarrollo articulado de las componentes disciplinares STEM.

Esto quiere decir que para conseguir los objetivos de la propuesta la cual abarca incentivar a los estudiantes hacia las vocaciones STEM, que comprendan las conexiones de estas áreas en el mundo real y que consigan mayores competencias en estos campos, depende esencialmente del tipo de propuesta que promueva el docente hacia los contextos de aprendizaje STEM. En ese sentido se sostiene que el desarrollo de proyectos es la vía que permite desarrollar a los estudiantes diversas capacidades que se desprenden de las áreas STEM de manera interdisciplinar (García, Reyes y Burgos, 2017).

Siguiendo esta idea, Sen (2018), afirma que la enseñanza de STEM mediante proyectos, genera un ambiente para que el estudiante ponga en práctica sus habilidades ingenieriles al momento de identificar el problema o definirlo, definir límites para la construcción de la solución, diseñe alternativas y determine la elección de materiales.

Así también, este proceso del proyecto, conduce a que ellos desarrollen “drawing skills of students in designing by drawing, computer and modeling program skills [...] in 3D models and communication skills [...] in expressing thoughts [...]” (Sen, 2018, p, 86).

Por otro lado, también se requiere estrategias específicas en el proceso de resolución de problemáticas. Entonces, con el objetivo de iniciar la parte procedimental del proyecto, los docentes pueden tener modelos como base, instrucciones o videos que aproximen a los estudiantes hacia esquemas de estudio y que los permitan ampliar sus horizontes de conocimiento sobre el desarrollo de diversas producciones STEM. Es decir, que sea un complemento de un desarrollo epistemológico y transversal. Así también, se les puede dar a ellos la oportunidad de conseguir otros respaldos a fin de aproximarse a los criterios racionales que sostienen el desarrollo de los proyectos.

Siguiendo lo mencionado, Toma y Greca (2017), proponen fases para una educación en STEM y en el proceso de ejecución del diseño del proyecto destacan la “invitación a la investigación” y “consulta guiada” (p. 1386). La primera consiste en invitar a los estudiantes a delimitar un foco de estudio mediante preguntas, mientras que en la segunda se sugiere presentar ejemplos o prototipos útiles para la realización de los proyectos.

Estas fases formuladas por Toma y Greca (2017), permiten que el estudiante analice, compare, conozca modelos científicos o comprobados y transfiera conocimiento a un contexto nuevo como el de su problemática. Desde el área de Tecnología e Ingeniería de STEM, estos procesos basados en modelos son parte también de la ejecución en el desarrollo del diseño, la programación y la robótica.

En relación a ello, Sen (2018) sostiene que mediante “la observación-razonamiento- modelamiento- programación [...] se pretende que los estudiantes, a través de la manipulación y creación se apropien del conocimiento científico en contraposición a la memorización” (p, 40). Esto, en un escenario STEM de proyectos, permite que los estudiantes apliquen el conocimiento comprendido y continúen con la praxis de sus habilidades alcanzadas en un contexto real.

De esa forma, el proceso de aprendizaje puede ser guiado como también un espacio en donde los estudiantes puedan indagar libremente. Así, los mismos

estudiantes pueden ser ellos mismos quienes limiten el problema y quienes se encarguen de todo el proceso de búsqueda; sin embargo, es importante que el docente haya establecido previamente los objetivos de la clase para que no se pierda los propósitos que se quieren alcanzar.

#### **2.4 Recursos para desarrollar STEM en el aula**

Los recursos que pueden integrarse a las clases escolares STEM no son limitados, ya que el docente puede incluir, adaptar, proponer o crear los que considere mejor para el logro de las metas de aprendizaje de sus alumnos. Sin embargo, ello no excluye que no haya factores que deban tomarse en cuenta para discernir entre cuáles pueden ser más propicios para promover el proceso de diseño y la articulación disciplinar.

El primer factor es que debe considerarse que los recursos deben posibilitar que se consigan los objetivos STEM y que permita ir validando el estudio. Estos recursos deben ser coherentes con el foco de investigación del alumnado, además, debe permitir que surjan ideas y datos que logren la continuidad del proyecto.

En segundo lugar, es que este proceso educativo concluye con un proyecto de impacto social el cual puede ser guiado desde las secuencias metodológicas anteriormente presentadas o de alguna que encamine la experiencia de aprendizaje en un sentido similar. Por tal motivo, debe disponerse de recursos que permitan desarrollar diversas etapas y niveles de aprendizaje en donde pueda evidenciarse un despliegue procedimental y aplicación del conocimiento conceptual.

El tercer factor se centra en la importancia de precisar que en el aprendizaje STEM se hace énfasis en las competencias tecnológica y científicas, las cuales se favorecen con el manejo de recursos del campo de las TICs y materiales que no son de tipo digital. Entre estos últimos recursos mencionados se incluyen a aquellos objetos que fueron creados por el ser humano con la finalidad de resolver las necesidades que surjan de manera cotidiana como diversas máquinas y mecanismos cumplen esa condición.

Resulta claro que desconocer las posibilidades que se pueden lograr a partir del manejo y conocimiento de la tecnología significaría una desventaja para las nuevas generaciones en términos de desarrollo profesional o personal.

Por este motivo, desde un enfoque educativo, un entorno de aprendizaje que incluye a la tecnología debe procurar fomentar procesos vivenciales de alfabetización digital como gestión de información, manejo de TICs, dominio de lenguajes de programación o pensamiento computacional las cuales pueden desarrollarse desde la integración de recursos digitales.

Con respecto al pensamiento computacional, cabe señalar que esta habilidad puede desarrollarse con la ejecución de proyectos de programación. Por ello, se comparte la idea de Vásquez (2014), quien afirma que el alumnado tendrá la capacidad de organizar de manera lógica los datos que se le provea; además de entenderlos de forma abstracta, automatizando y proponiendo soluciones mediante un pensamiento algorítmico o heurístico.

A continuación, se presenta la clasificación de los recursos, los cuales están organizados en las categorías de: recursos educativos de fácil acceso, recursos educativos digitales, recursos educativos para robótica y recursos de tecnología e internet de las cosas.

Cabe precisar que los materiales de robótica (recursos educativos para robótica) (ver tabla 4) fueron señalados en un estudio realizado por Aurini, McLevey, Stokes, & Gorbet (2017), quienes investigaron sobre el efecto en el aprendizaje y logro de habilidades del siglo XXI de los estudiantes desde la aplicación de la robótica en las escuelas de Ontario en Canadá, para lo cual debían realizar observaciones en las aulas. En un apartado de su investigación precisan que:

We observed students problem-solving, collaborating, and supporting their classmates. They readily used mathematical, scientific, and technical language. They were highly enthusiastic about robotics, and



several students told us that robotics has helped them realize the relevance of math and science. (Aurini, et al. 2017, p.18).

Según el estudio mencionado, se hace alusión a los recursos de robótica como LEGO We Do, el cual “is targeted at Grades 2- 5, and uses the familiar LEGO block construction system. Free curriculum and standards alignment grids are available (Aurini, et al. 2017, p.9). Mencionan además que estos sistemas de informática son “programmable over bluetooth from Windows, MacOS, Chromebook, iOS and Android tablets” (Aurini, et al. 2017, p.18). Lo cual permite a los estudiantes tener una interacción con los espacios digitales y no digitales permitiendo el desarrollo tanto del pensamiento computacional como de la habilidad ingenieril.

Así también Aurini, et al. (2017), identificaron el uso de otro recurso para robótica (ver tabla 4) como el VEX EDR, el cual “(...) is similar to what one might encounter in a real industrial robot- and can control/ respond to many motor or sensors in many combination” (p.10). Asimismo, la impresora 3D se incluye dentro de los materiales pedagógicos que favorecen STEM (Kritsis, et al., 2018; Azcaray, et al., 2017; y Salazar, Flores y Echevarría, 2018). Esta es una máquina para crear diseños tridimensionales previamente plasmados en el ordenador.

En la tabla 6 se propone que, en primer lugar, un enfoque de aprendizaje que promueve STEM debe iniciarse con los recursos educativos de fácil acceso y los recursos educativos digitales (ver tabla 6). La razón principal es porque estos no necesitan de una inversión costosa o de un ritmo de adaptación complejo porque son materiales que se manejan y se encuentran con más frecuencia.

Tabla 6.  
*Recursos educativos para la enseñanza de STEM*

Recursos STEM	Ejemplos
Recursos educativos de fácil acceso	Baterías, pilas, Play Doh, poleas, cuerdas, cables tipo cocodrilo, luces LED, interruptores, tecnopor, entre otros.
Recursos educativos digitales	Scratch y páginas web (PhET Interactive Simulations, El mundo divertido de Peep, PBS Kids y Primary Homework Help).

Recursos educativos para robótica	BQ Zum, Sphero, Lego Education (WeDo 2.0 y Mindstorms), VEX EDR y Bitbloq
Recursos de tecnología de las cosas	MakeyMakey, Arduino, impresora 3D, Littlebits y dispositivos de electrónica

Nota de tabla: Elaboración propia. La información de cada recurso se encuentra en las siguientes páginas: <https://scratch.mit.edu/> (Scratch), <https://makeymakey.com/> (MakyeMakey), <https://littlebits.com/> (LittleBits), <https://bitbloq.bq.com/#/> (Bitbloq), <https://www.bq.com/es/zum-kit> (BQ Zum), <https://www.arduino.cc/> (Arduino), <https://education.lego.com/en-us> (Lego Education), <https://www.sphero.com/> (Sphero), <http://www.peepandthebigwideworld.com/es/> (El mundo divertido de Peep), <http://www.primaryhomeworkhelp.co.uk/> (Primary Homework Help), <https://pbskids.org/> (PBS Kids), <https://phet.colorado.edu/es/> (PhET Interactive Simulations).

Cuando los docentes y alumnos estén familiarizados con estos diversos recursos es recomendable incorporar nuevas herramientas para el aprendizaje, tanto concretas como digitales. De esa forma, los estudiantes pasarían a conocer los recursos educativos para robótica y recursos de tecnología de las cosas<sup>5</sup> (ver tabla 6) los cuales requieren de un previo conocimiento en procedimientos matemáticos a nivel de estructuras y lenguajes. Para ello, la selección de recursos dependerá de los objetivos a los que se apunta la sesión o unidad didáctica.

Cabe señalar que los recursos presentados en la tabla considerados pertinente para la enseñanza de STEM no han sido incluidos en su totalidad, dado que cada vez más aparecen nuevos recursos (incluso creado por los mismos docentes). Ellos, articulados con los objetivos, metodologías, conceptos y procedimientos que vayan en la línea de STEM, favorecen el desarrollo de competencias tecno-científicas que cada vez más se vuelven necesarias de ser incorporadas en el perfil de los escolares que forman parte de este siglo XXI.

<sup>5</sup> Esta nueva idea surge en la presente investigación para clasificar los recursos educativos electrónicos. En base a un símil con el concepto de “internet de las cosas” el cual la Fundación de la Innovación Bankinter (2011) señala que “consiste en que tanto personas como objetos puedan conectarse a Internet en cualquier momento y lugar” (p.1), se plantea que la tecnología de las cosas es la interacción entre objetos, personas o ambos con la tecnología por medio de aparatos electrónicos, que, además, no necesitan de webs de programación necesariamente para su funcionamiento.



### **CAPÍTULO III**

#### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Objetivos**

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación: ¿De qué manera el enfoque pedagógico del curso de Innovación de un colegio privado de Lima Metropolitana está orientado hacia la enseñanza bajo un enfoque STEM en quinto grado de primaria? Se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general: Analizar cómo el enfoque de las clases del curso de Innovación de un colegio privado de Lima Metropolitana promueve el aprendizaje en STEM de los estudiantes de quinto grado de primaria.

Así también, se precisan dos objetivos específicos, los cuales se detallan a continuación:

Objetivo específico 1: Describir los aspectos del proceso formativo que configuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to de primaria.

Objetivo específico 2: Determinar los componentes didácticos que estructuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to grado.

### **3.2 Enfoque de la Investigación**

Esta investigación se sostiene en un enfoque cualitativo, el cual está basado en la rigurosa descripción contextual de un hecho o una situación que garantice la máxima intersubjetividad en la captación de la realidad compleja mediante la recogida sistemática de datos (Pérez 1990 en Pérez 1994).

Siguiendo esa línea, en este estudio se busca describir aspectos del proceso formativo y determinar los componentes didácticos que acontecen en el laboratorio de Innovación de una escuela primaria. Para ello, es necesario recoger información sobre la secuencia didáctica que propone la docente.

Cabe mencionar que la metodología cualitativa se refiere, en su más amplio sentido, a la investigación que produce datos descriptivos como las propias palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta observable (Pérez, 1994). Con respecto a ello, se acogerá la información obtenida desde la observación para poder analizarla en base a los establecido en las categorías y variables, buscando así especificar las características identificadas en el proceso (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

### **3.3 Tipo de Investigación**

La presente investigación es de tipo descriptivo. Es importante precisar que con los estudios de alcance descriptivo se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández, Collado y Lucio, 2010, p.80). En relación a ello, desde la investigación se busca describir los aspectos de la planificación didáctica que configuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación y determinar los componentes didácticos de ese contexto, para luego identificar de qué manera cada rasgo encontrado se orienta hacia un enfoque STEM de enseñanza.

Para Hernández, Collado y Lucio (2010), “los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación”. En este caso, el contexto del estudio ha sido un aula de primaria y a partir de observaciones y análisis del documento de planificación de una sesión se empezará a describir los datos que sean de utilidad para los objetivos.

### **3.4 Categorías y subcategorías**

En esta investigación se han definido algunas categorías de análisis con el fin de establecer una coherencia entre la secuencia de hechos y la contextualización de los mismos. Según Pérez (2004), estas permiten orientar la realidad hacia el propósito del estudio. Por ello, en vista que las categorías y subcategorías deben responder a los objetivos trazados, a continuación, se presenta el siguiente cuadro que evidencia la correspondencia entre estos elementos.

Objetivo general			
Identificar de qué manera el enfoque pedagógico del curso de Innovación de un colegio privado de Lima Metropolitana está orientado hacia la enseñanza bajo un enfoque STEM en quinto grado de primaria.			
Objetivos específicos	Categoría	Sub categoría	Técnica
Describir los aspectos de la planificación didáctica que configuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to de primaria (OE1)	Planificación didáctica	Propósito del proyecto	Análisis documental
		Tipo de contenidos programados	Análisis documental
		Secuencia didáctica	Análisis documental
Determinar los componentes didácticos que estructuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to grado(OE2)	Componentes didácticos	Conocimiento conceptual y epistemológico	Observación
		Conocimiento procedimental	Observación
		Recursos didácticos	Observación
		Metodología de enseñanza	Observación
		Estrategias pedagógicas	Observación

### 3.5 Técnicas e Instrumentos de recojo de información

Partiendo del propósito inicial, el cual busca obtener información sobre cómo el enfoque metodológico de las clases del curso Innovación se orienta hacia un enfoque STEM de enseñanza, es necesario señalar que los instrumentos y técnicas de recojo de información son fundamentales para la obtención de datos que pasarán a ser analizados.

En vista de ello, la informante de quien se recoge los datos para el respectivo análisis es la maestra encargada del curso de Innovación de 5to de primaria de una institución privada de Lima.

Para la presente investigación, la información se ha obtenido por la técnica de la observación y el instrumento que permitió recabar la data fue el cuaderno de campo,

cuya guía de análisis de datos validada por un experto en temas STEM (véase anexo 3) agrupa los criterios de observación que parten de los objetivos y categorías planteados.

Es importante precisar que la guía de observación con cada uno de sus criterios constituyó un soporte fundamental para la observación permitiendo así recabar aspectos relevantes que luego fueron asociados a las matrices de análisis de vaciado de datos.

En cuanto a la observación, se realizó este procedimiento a lo largo de cuatro semanas con el respectivo instrumento. Si bien es cierto que la duración del proyecto de indagación o Unidad de Indagación con el que se trabaja en el colegio tiene una duración de 6 semanas, para la investigación se tomaron las 4 sesiones que se realizan 1 vez por semana y cuya equivalencia es de 4 semanas, porque las dos semanas restantes los estudiantes se preparaban para la feria de fin de año y en la otra oportunidad se realizó una evaluación del cierre del semestre.

En esta investigación es importante haber partido de la observación porque, según Izcara (2014):

La observación consiste en la contemplación sistemática y detenida de cómo se desarrolla la vida social [...]. Esta es la técnica de acopio de información menos intrusiva, porque permite conducir la investigación sin que exista una conciencia explícita por parte de los grupos sociales investigados. Por lo tanto, permite captar los fenómenos sociales tal como ocurren, sin ningún tipo de interferencia. (p. 137)

Otra técnica mediante la cual se ha obtenido información es el análisis documental, en este caso, el instrumento del cuál se extrajo información fue la matriz de planificación docente. Este documento de planificación en donde se evidencia solo la secuencia de la primera clase con la que inicia el proyecto escolar fue fundamental para identificar los puntos importantes de las subcategorías.

En relación al análisis documental, Escudero y Cortez (2018), afirman que el objetivo de esta técnica es conocer y describir los sucesos, personas o culturas para colocarlos

en un contexto que permita revelar y comprender (...) la realidad (p. 74). Este análisis incluye procesos como la selección de documentos pertinentes para los propósitos de la investigación, leer a profundidad el contenido de los documentos obtenidos, extraer elementos de análisis y proceder a construir una síntesis comprensiva sobre la realidad y sucesos hallados en los documentos. (Quintana, 2006, p.66). Se precisa entonces que respecto a lo citado, la información que se añada será de un aporte importante para el proceso de análisis.

### **3.6 Procedimiento para Asegurar la Ética**

Tal como se mencionó en líneas anteriores, la principal fuente de información es la docente del laboratorio de Innovación. Dado que las sesiones se desarrollan dentro de una institución educativa, se estableció los permisos correspondientes previo al inicio. En vista de ello, se presentó dos documentos que explicaban la intención de las visitas al aula de Innovación, uno para la directora de la institución y otro para la docente del curso.

Así también, desde la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se envió una carta de permiso para la observación. Este proceso se realizó en el mes de octubre del 2019 y se emprendió la observación a inicios de noviembre del 2019. A la institución acudieron dos representantes de la PUCP, Sylvana Valdivia y Giannina Bustamante, quienes sostuvieron una reunión en la que se dio entrega a la carta de consentimiento informado, la cual es de dominio de la institución. De esta forma, constatamos que se asegure la ética en el procedimiento de estudio.

### **3.7 Organización y procesamiento de la información**

Como se mencionó anteriormente, para recoger los datos cualitativos se empleó un cuaderno de campo y a la vez, se realizó la revisión de la sesión planificada elaborada por la docente para conocer la organización de los componentes que están presentes en una sesión del curso de Innovación. Es necesario resaltar que la escuela observada trabajo por proyectos de 6 semanas, estos reciben el nombre de Unidad de Indagación y tienen conceptos, ideas y objetivos transversales que acompañan a lo largo de las sesiones y son estas las bases para planificar las sesiones.



La observación se realizó en el mes de Noviembre del 2019. El aula sobre la cual se aplicó la observación es la de 5to A de primaria, cuyos alumnos tienen el curso de Innovación los jueves en el horario de 1:40 a 3:00 p.m. En el proceso de la investigación de campo se fueron encontrando rasgos que se alineaban con aspectos formativos del enfoque educativo STEM.

El procesamiento de la información empezó luego de las observaciones respectivas. Los datos obtenidos en el cuaderno de campo bajo el criterio de la guía de observación y los extraídos de la planificación de la sesión de la docente fueron agrupados y codificados en primera instancia. Esta agrupación permitió ir seleccionando la información por sub categorías que responden a los objetivos de la investigación. Así también, esta codificación sirvió como un proceso de filtro para separar la información accesoria y para ir seleccionando y organizando de manera eficiente los datos correspondientes a cada sub categoría .

Si bien es cierto que los criterios de la guía de observación (ver anexo 4) validados por el experto internacional, partieron de las categorías propuestas es en el momento de proceder a la designación de subcategorías por cada grupo de información codificado que se empiezan a ir ampliando las subcategorías establecidas, dado que la información todavía podía ser analizada desde un criterio más específico que lo determinaba la misma data hallada. Es por eso que los datos obtenidos han hecho del análisis un proceso dinámico de ampliación y ajustes de las subcategorías, esto observado desde la primera etapa de codificación de la información y se continuó a lo largo de la segunda etapa de selección de la información codificada. Este procesamiento de codificación se explicará en las siguientes líneas.

Para Quintana (2006), una estrategia de procesamiento de la información para el análisis en una investigación cualitativa es la de organización y reducción de datos a través de la agrupación por códigos (p.75). Según este autor, es necesario atravesar etapas, entre ellas están:

La primera etapa descriptiva, cuyo objetivo es registrar toda la información obtenida, de una manera bastante textual. Una segunda, cuyo objetivo es segmentar ese conjunto inicial de datos, a partir de unas categorías descriptivas (...) que permiten una reagrupación y una

lectura distinta de esos mismos datos. Una tercera, cuyo objetivo es estructurar la presentación sintética y conceptualizada de los datos, a partir de la interrelación de las categorías descriptivas identificadas y la construcción de categorías de segundo orden o axiales (p.75).

Es decir, el análisis pasa de un nivel de categorización o codificación descriptiva que surge de un primer contacto con los datos recolectados (Quintana, 2006, p.82) a un segundo nivel de categorización o codificación axial o relacional, el cual se va generando un segundo tipo de categorías resultante de la organización de las categorías descriptivas inicialmente formuladas (Quintana, 2006, p. 82). Finalizando este proceso en un tercer nivel de categorización o codificación selectiva en el cual se deberán emplear matrices que permitan examinar la magnitud y la calidad de las relaciones entre las categorías identificadas o desarrolladas (Quintana, 2006, p.84).

Se detalla entonces que para el procesamiento de la información obtenida se redactó de forma textual en formato digital todo lo registrado en los cuadernos de campo y se inició la codificación tomando en cuenta las subcategorías planteadas para la distribución, de modo tal que el análisis se dé tomando como eje cada una de las subcategorías. Es así como el proceso de análisis de la información inició con la asignación de códigos descriptivos (Arreaga, Quezada y Tinoco, 2017). En este primer nivel de codificación se vació y codificó la información de los instrumentos de recolección de datos desde los cuales se contemplaron rasgos del entorno, características de la propuesta de la docente, aspectos que caracterizan al curso.

En un segundo nivel se relacionó las subcategorías descriptivas con criterios comunes que emergían del mismo procesamiento de la información en donde se encontraba relación entre varios datos de similar criterio y las subcategorías, reduciendo así la cantidad de unidades de análisis entre cada conjunto codificado. Como se mencionó en líneas anteriores, es en este nivel que empiezan a surgir nuevas subcategorías dada especificidad en el análisis que se requería en algún grupo de información codificado, los cuales seguían sub dividiéndose y se otorgaba una nueva codificación a la data. Esta vinculación es parte de un nivel axial de codificación de segundo orden (Arreaga, Quezada y Tinoco, 2017).

Finalmente, se realizó el proceso de codificación selectiva el cual consistió en comparar y reducir la información determinando las más importantes para lograr los objetivos. Según, Arreaga, Quezada y Tinoco (2017), cuando se codifica a este nivel se procede a terminar de articular la información codificada en las sub categorías construidas a lo largo de la investigación y establecer un análisis de lo seleccionado desde la teoría abordada y la información provista.



## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

#### **4.1 Contexto de la observación**

La observación se realizó en una institución educativa particular de Lima. Esta se inició en el mes de noviembre. Para ello, se realizaron los permisos correspondientes. Asimismo, se coordinó la asignación de un aula en base a los horarios disponibles, siendo el grupo de 5to A de primaria el que estableció para el estudio. La escuela trabajo

mediante unidades de indagación que se traducen en proyectos de aprendizaje de 6 semanas de duración en toda la institución. Las sesiones observadas tenían como producto final un proyecto que sería presentado en la feria de fin de año por lo que su aplicación comenzó en noviembre y terminó en diciembre. Las clases se dan una vez a la semana por lo que para esta unidad de indagación serían 6 clases, las cuales 4 fueron de aplicación práctica en el aula y las otras 2 que fueron utilizadas para la organización de la feria y la otra para una prueba escrita.

El laboratorio de Innovación tiene dos áreas, una en donde hay solo computadoras y la otra en la que se dispone de Macs, laptops y tablets, equipos de robótica como Lego, Bee bot, entre otros, también hay dispositivos de informática como Arduino, Makey Makey y recursos como impresoras 3D, cables y proyector. Este laboratorio es compartido por todos los alumnos del plantel, tanto de primaria como de secundaria en cada horario correspondiente.

Según el coordinador del área, los primeros grados comienzan a utilizar programas de edición de texto, imágenes o videos en la computadora y a medida que llegan a los últimos años de primaria aprenden robótica, programación, entre otros llevados a cabo en el laboratorio contiguo. En este caso, en el aula observada, los estudiantes debían elaborar un proyecto con recursos como la Raspberry Pi, la T-cobbler Plus, protoboards y el programa Scratch, debido a que, este último programa lo habían venido desarrollando desde mitad de año.

Desde el la primera clase de esta última Unidad de Indagación la docente explicó a los estudiantes en qué consistía el proyecto que debían realizar. En este escenario, era la maestra quien decidía los materiales del laboratorio que los estudiantes iban a utilizar. El proyecto terminó en el mes de diciembre.

Dentro de este contexto, la labor de los alumnos era realizar el sistema programación y la estructura de los circuitos para un árbol de navidad. Para el proceso necesitaron conocer primero el manejo de Scratch, el cual es un programa que estaba previamente instalado en las computadoras. En este, los estudiantes tienen la opción de diseñar videojuegos mediante el lenguaje de programación representado por bloques que emiten mensajes a los elementos a programar. Con la emisión de estos mensajes; además, se puede controlar motores, sensores táctiles, cámaras y más. Para ello, se

necesita tener pines de entrada y salida que están incluidos en tarjetas electrónicas como la Raspberry Pi Plus que utilizaron los alumnos.

Con respecto a ello, al inicio se les propuso un desafío a los estudiantes. Este consistía en programar las luces de la “caja de actividades” mediante los recursos mencionados. Es preciso enfatizar que esta caja tiene 9 bombillas LED incorporadas y cada una de ellas está representada por un número que simbolizaba su ubicación (4, 5, 6, 12, 13, 17, 18, 22 y 23) (véase anexo 2a). Por lo que, para poder encenderlas o apagarlas se necesitaba crear un sistema de bloques ordenados que manden los mensajes a estos focos por medio de la Raspberry Pi. Para ello, los alumnos debían insertar un comando específico como el GPIO, seguido de la ubicación del foco que querían encender, apagar, modificar el tiempo, las transiciones o las repeticiones.

Así también, se realizó un procedimiento similar de programación al momento de elaborar el proyecto del árbol de navidad, con la diferencia de que los focos LED no venían instalados como en la caja de actividades, ni con ubicaciones o listos para ser programados. Por lo que, los estudiantes debían realizar las conexiones de estos focos a través de los cables Du Pont hacia la T-cobbler Plus de Raspberry Pi y el protoboard.

En relación a los cables, estos tienen una entrada como rompecabezas que permite que encajen entre ellos y se puedan extender. Estos deben ser conectados en ambas polaridades del foco, desembocando tanto el lado positivo como el lado negativo en los espacios del protoboard.

En línea a lo anterior, en el protoboard se había instalado previamente la T-cobbler Plus de Raspberry Pi. En este proyecto, este dispositivo permitió hacer funcionar el circuito y darle una ubicación a cada foco LED por medio de los pines numerados que incorpora, los cuales, se configuran con comandos GPIO a través de la programación al igual que la caja de actividades. Esta T-cobbler para recibir los mensajes del programa Scratch, se conecta con un cable plano directo al ordenador terminando de ensamblarse el circuito para los focos LED. Ese fue el procedimiento que los estudiantes desarrollaron con los recursos para realizar el proyecto.

Finalmente, en todo el proceso acompañó la docente dando orientación. Además, fue ella quien se encargó de ejecutar los árboles de navidad en la impresora 3D. Previamente, ella había realizado el diseño en un programa llamado Thinkercad y para iniciar el proyectos les repartió a los grupos un árbol impreso a cada uno. En ellos, iban incorporando los focos LED que fueron conectados como se mencionó en el párrafo anterior y también, los decoraron con materiales escogidos por ellos mismos. Estos proyectos se concretaron en cuatro sesiones las cuales se observaron en su totalidad y se conoció que uno de ellos fue expuesto en la feria de fin de año que realiza la institución. En relación a la evaluación, no se registró el uso de algún instrumento específico, pero los alumnos iban anunciando a la docente hasta donde habían llegado avanzar en las clases y ella lo escribía en su agenda.

#### **4.2 Planificación Didáctica del Curso de Innovación del Nivel Primario**

Uno de los objetivos es describir aspectos de la planificación didáctica que configuren el enfoque del curso de Innovación. Para una mayor precisión en el recojo de esta información requerida, se emplearon sub categorías. Por lo que, estas se dividieron en el siguiente orden: Propósito del proyecto, tipo de contenidos programados y secuencia didáctica

Esas sub categorías darán una mayor perspectiva de cómo la docente integra aspectos de un enfoque STEM desde la planificación de su sesión y cómo propone la secuencia de la primera sesión que es la que se encuentra desarrollada en el documento de planificación de la sesión.

En cuanto a la sub categoría de propósito del proyecto, la información se recabó a partir de la revisión del documento de planificación de una sesión que tenía la docente en su aula. En el encabezado de la sesión están presentes los objetivos transversales, ideas y conceptos clave que se trabajarán a lo largo del proyecto que durará 6 semanas. En el documento de planificación de la primera sesión, se puede visualizar cómo se estructura una clase del curso de Innovación y cuál es la secuencia por lo que será relevante describir sus componentes y objetivos e identificar los rasgos que van acercando esta planificación a un enfoque STEM.

Partiendo del producto que plantea la docente como objetivo a lograr en la sesión, se evidenció que los estudiantes debían conocer que los sistemas informáticos vienen siendo parte de los avances tecnológicos y científicos que se incorporan a la sociedad. Para ello, la docente propone que los alumnos programen un árbol de navidad hecho de forma manual. [OEEOD2]. De esa forma, se espera abordar disciplinas como tecnología y ciencia para lograr crear un sistema de programación. Se evidencia así que existe la intención de integrar más de un área disciplinar y como mencionan Guzey, Moore y Harwell (2016), esta integración de campos científicos y tecnológicos es parte de los objetivos de aprendizaje que se busca con la propuesta STEM.

Para asentar esta afirmación sobre qué área o áreas forman parte de la meta de aprendizaje, se ha tomado la planificación de la sesión, sin embargo, con la información recogida de la dinámica en cada clase se examinará cómo va sucediendo esa integración de los campos de conocimiento mencionados u otros asociados.

Asimismo, otro aspecto importante del propósito del proyecto es que los estudiantes reconozcan que los sistemas de programación están presentes cada vez más en la sociedad. Para Erasmus (2017), “una alfabetización STEM provee espacios para conocer cómo funciona y qué es la tecnología, cómo modela la sociedad y cómo esta es modelada por la sociedad, también, cómo ha cambiado a lo largo de los años” (p. 7). En ese sentido, conocer la importancia de las distintas herramientas tecnológicas, procesos aplicados de la informática y su utilidad para la sociedad, acerca a los estudiantes a comprender la aplicación de estos en la realidad y, por ende, los vincula a su contexto. Así también, este acercamiento, aunque dependiendo del proceso de enseñanza, podría promover el interés de los estudiantes y hacer que se vayan involucrando en estos campos STEM.

En la planificación de la docente también se encontró que la idea central a trabajar a lo largo de las sesiones es la implicancia de estos avances tecnológicos en el ambiente [OEEOD1] la cual está vinculada al objetivo propuesto [OEEOD2]. Esta idea central reafirma que las disciplinas que se abordan persiguen un fin útil, real y práctico en la sociedad, por lo que, al incorporarlas se evidencia la relevancia de generar más

campo de conocimiento en esta línea STEM. Además, este objetivo que implica reconocer el vínculo de la tecnología con la sociedad tiene que encaminar reflexiones en ese sentido permitiendo al estudiante tener su propia perspectiva y argumentación sobre esta idea.

En relación al tema transdisciplinario que es *cómo funciona el mundo* y a los conceptos que deben estar presentes a lo largo de la ejecución del proyecto como Tecnología, Innovación y Sustentabilidad (OETCP1) existe una coherencia que permite entender hacia donde apunta la secuencia de la sesión.

Al incorporar estos conceptos se espera que el tratamiento a lo largo de la sesión esté enfocado desde la perspectiva disciplinaria que se presenta en la *tabla 1*, de modo tal que estos conceptos que se van identificando a lo largo de la sesión puedan acercar a los alumnos a la idea de cómo funciona el mundo desde las áreas STEM tomando en cuenta el campo operatorio, práctico y funcional de cada una de estas desde la aplicación en el proyecto.

Es importante resaltar que la planificación de la sesión ha incluido los conceptos clave que deben ser abordados a lo largo del proyecto y estos apuntan a la reflexión sobre cómo interviene el desarrollo tecnológico en el medio ambiente, reconocer la influencia de los avances científicos y el impacto de las acciones en la sustentabilidad del medio ambiente (OETCP2). Tomando en cuenta que el proyecto final es realizar un sistema electrónico programado se esperaría encontrar una relación tácita en los conceptos y el proceso de organización, ejecución y evaluación del proyecto. Estos conceptos incorporados apuntan a una reflexión que relaciona al ambiente con el desarrollo tecnológico, sin embargo no se evidencia conceptos epistémicos propios del campo categorial de la tecnología como incluir análisis de los datos del proceso de programación, el diseño de las estructuras tecnológicas programadas, entre otros que con los que puedan tener recursos para comprender y sustentar partes de la realidad objetiva obtenida como consecuencia de la experimentación y acción en el proyecto. Si bien es cierto que hasta el momento no se evidenciado desde la planificación la incidencia en el sentido epistémico pero es importante evaluar mediante la observación



qué aprendizajes y tipos de conocimiento se toman en cuenta en el logro de competencias relacionadas a STEM.

Las directrices que guían al desarrollo de la competencia tienen que tomar en cuenta el saber, saber hacer y saber ser (Morales et al, 2012, p.3). En ese sentido encontrar las preguntas que van evaluando el proceso de aprendizaje son un indicador de cómo se va resolviendo los objetivos planteados que se esperan alcanzar con respecto al desarrollo de la clase. Con las preguntas identificadas en la primera sesión la intención es que los estudiantes vayan respondiendo interrogantes como la diferencia entre el trabajo de Raspberry Pi con el programa Scratch, qué aprendieron y cómo lo aprendieron (OETCP4).

Estas preguntas si bien es cierto forman parte de la secuencia y tienen un propósito en la capacidad metacognitiva, son amplias y generales para abarcar las dimensiones que forjan el progresivo desarrollo de alguna competencia de manera específica. Teniendo en cuenta que se están integrando disciplinas STEM y si hacemos referencia a un enfoque pedagógico en esa línea, entonces los objetivos y la evaluación deben connotar las dimensiones del saber, saber hacer y saber ser de tal forma que revaloren los componentes epistémicos, conceptuales, actitudinales y procedimentales de las áreas inmersas en correspondencia con las competencias curriculares y la propia intención pedagógica.

En relación a la subcategoría de secuencia didáctica se encontró que el desarrollo de la sesión planificada incluía estrategias de enseñanza como el modelado, una propuesta de proyectos y permitía realizar el trabajo en equipos. En principio los estudiantes debían observar un video tutorial sobre cómo programar los pines GPIO con la Raspberry Pi a través del lenguaje de programación por bloques de Scratch. Mediante este se presenta el procedimientos de instalación del sistema operativo y cómo realizar las conexiones respectivas.

Luego de ello, se hace énfasis en la finalidad del video para la clase entonces se añade a la sesión planificada la sección de saberes previos y de problematización “Los estudiantes deben reconocer de qué trata el video presentado al inicio, reflexionar sobre la conexión que guarda con el tema transdisciplinario que es *Cómo funciona el mundo*” (OESD1).

En este proceso es fundamental ir tomando en cuenta lo que los estudiantes reconocen de lo observado y preservarlo como una oportunidad de evaluación que permite enriquecer la planificación docente, así como atender las primeras inquietudes que pueden ser reforzadas a lo largo del desarrollo de las sesiones. Asimismo, añadir un video tutorial es un recurso novedoso para que los estudiantes reconozcan aspectos del proyecto a los que se enfrentarán más adelante, así como ir captando algunos conceptos y términos asociados al procedimiento que se visualiza en el video.

Siendo este modelado mediante el tutorial una estrategia escogida por la docente, no debería ser la única forma de instrucción dentro del espectro de estrategias de enseñanza, por lo que se espera encontrar mediante la observación la implementación de otros tipos de estrategias que dirigen este mismo aspecto y evidenciar como a partir de esta estrategia mencionada se formalizan conceptos, se acerca a los estudiantes a una experiencia real y práctica, a las oportunidades de indagación, se propone desafíos en donde se pueda demostrar el logro de capacidades, es decir, ir involucrándolos en escenarios de alfabetización de las disciplinas que guían la secuencia como parte de un entorno STEM.

Al realizar la pregunta sobre la relación con el tema transdisciplinario (OESD1) a partir de lo presentado en video se espera que los estudiantes vinculen la función de los sistemas tecnológicos, sus usos y estructura con la participación y rol que estos cumplen en la sociedad, así como, reflexionar sobre el trabajo de los ingenieros, científicos y expertos afines para continuar con el desarrollo tecnológico en pro del avance a nivel social, por lo que, para llegar a reflexiones que vinculen aspectos puntuales como los mencionados o afines a estos que partan de reconocer la importancia del tema transdisciplinario con lo observado en el video, debe haber también una mediación de la docente y hacer énfasis en el propósito de aprendizaje para que el video no quede como estrategia aislada de las preguntas que viene añadiendo en su planificación.

Dado ello, es también importante incluir preguntas que permitan al estudiantado disponer de ideas desde una perspectiva tecnológica, informática y social que es a lo que se apunta.

En la secuencia también se evidencia que se realizará el proyecto de la programación de las luces de un árbol de navidad de pequeñas dimensiones, es decir, programarán un sistema tecnológico a partir de procesos informáticos, bajo la modalidad del trabajo colaborativo. Si bien es cierto que la escuela usualmente agrupa a los estudiantes para que trabaje en comunidades, en este proyecto tecnológico existe también la posibilidad de que los estudiantes puedan continuar con su participación de manera conjunta.

El límite de incluir a la tecnología como una disciplina con oportunidades de aprendizaje como las otras disciplinas comunes que se enseña en las escuelas es notable por la razón de que solo se toma en cuenta las oportunidades que esta brinda a las personas como una experiencia de usuarios; sin embargo, la tecnología reconocida como igual de importante y necesaria, con sus propios conceptos, secuencias, métodos, procedimientos y fuente de análisis, argumento, consenso y debate o que posibilita proyectos o más aún, que se vuelve un proyecto en sí mismo, necesita de actores que se desenvuelvan atendiendo estos procesos y que experimenten estas distintas fases logrando el objetivo de aprendizaje dentro de este campo categorial, por lo que, visto desde esta perspectiva, el trabajo en grupo en donde se necesita computadoras y otros dispositivos ya no se vuelve unitario en donde solo interactúan una máquina y un estudiante, sino que se puede trabajar en espacios comunitarios.

Frente a ello, la docente propone invitar a los alumnos a que “Recuerdan su lugar de trabajo y sus acuerdos de convivencia “ (OESD2) teniendo en cuenta que el proyecto se realizará en grupos, la docente considera preciso hacer recordar las normas de convivencia que fundamentalmente permite hacer saber a los estudiantes que se necesita de respeto, escucha, atención y otros acuerdos para mantener un equilibrio en la comunicación del aula, pero igual que debe ser la forma con la que se actúe dentro de sus equipos cuando estos dispongan de mayor autonomía en las actividades que deberán realizar sin que la docente esté presente.

En un escenario de trabajo escolar que se aproxima a una práctica que simula un entorno de aprendizaje como el de las comunidades científicas, es también imprescindible presentar las normas de convivencia porque los acerca a una proyección de trabajo que manejan esas comunidades en marco práctico real.

Otro aspecto a resaltar de la secuencia es que se evidencia un desarrollo progresivo en la propuesta del uso de recursos. Antes de iniciar el proyecto, los estudiantes ya habían trabajado con el lenguaje de programación por bloques de Scratch 2.0 por lo tanto sabían como usar este entorno digital, Ahora en esta nueva propuesta de la docente los estudiantes “Identifican el entorno de Scratch conectado a la caja de actividades y a la Raspberry Pi ingresando al programa en donde codificarán mediante el lenguaje de bloques su propio proyecto (OESD3)”.

Es en este proyecto que se ha añadido el uso de otros recursos como la Raspberry Pi, la caja de actividades y más adelante, para lograr el proyecto final mencionado en la planificación, deberán añadir recursos como el protoboard, cables Du Pont, resistores, entre otros.

En ese sentido, incluir la secuencia del OESD3 significa retomar lo anteriormente tratado para afianzar los aprendizajes en un nuevo entorno (ver anexo 2.a) y con nuevos recursos y también, significará aplicarlo a un proyecto práctico con el desarrollo del proyecto final. En un entorno STEM de aprendizaje los procedimientos, según Boon (2019), son progresivos y dinámicos he involucran a los estudiantes a experimentar diversos niveles en los que puede aplicar lo aprendido, pero a la vez tener una grado de dificultad gradualmente superior que lo lleve a afianzar el despliegue de sus capacidades. En relación a cómo se desarrollará esta secuencia añadida no hay mayor información si se incluye alguna estrategia o si se guía con alguna metodología, por lo que será necesario enfocarse en esos aspectos al momento de la observación,

### **4.3 Componentes Didácticos del Curso de Innovación del Nivel Primario**

En relación al segundo objetivo se espera describir aspectos del proceso formativo que configuren el enfoque del curso de Innovación. Para poder hacer más preciso el recojo de datos se hizo una clasificación de este objetivo en sub categorías. En ese sentido, las sub categorías como: conocimiento procedimental, conocimiento conceptual y

epistemológico, recursos didácticos, metodología de enseñanza y estrategias pedagógicas. Estas sub categorías proporcionarán información sobre cómo se lleva a la práctica una enseñanza que orienta aprendizajes en STEM.

Con la primera sub categoría se busca describir los aspectos de la propuesta docente que posibilitan el desarrollo de competencias desde la integración del conocimiento procedimental. Es por ello que con esta observación se obtuvo información sobre las secuencias procedimentales propuestas para los alumnos, las cuales debieran permitir obtener aprendizajes que puedan ser transferidos a otro nivel o contexto e ir comprendiendo cómo son los procesos operatorios de cada disciplina trabajada.

La primera sesión tenía como objetivo trabajar con la *caja de actividades* la cual fue programada por medio del programa Scratch. Esta tenía luces LED en el exterior y números que indicaba una posición. Esta posición era importante para transferir la orden correcta para el encendido o apagado de estos mediante los comandos programados. El uso de estos recursos, el cual se detallará más adelante fue elegido por la docente para involucrar a los estudiantes en el entorno de programación que habían venido trabajando algún tiempo atrás. Así también, necesitarían de este para el proyecto final.

La tarea dada por la docente fue que los estudiantes debían culminar con un patrón de encendido de luces y pasar a una siguiente figura. Estos eran los desafíos que debían lograr por medio de la programación [OPECD1]. Para ello tenían que demostrar a la maestra la secuencia de bloques incluidos que los llevó al resultado y luego, continuaban con un nuevo nivel. A medida que se avanzaba se incluía más números de luces para encender, alguna orden en el encendido y apagado, entre otros.

En esta misma actividad, los grupos que iban culminando y llamaban a lo docente para que revise lo que habían realizado recibían preguntas retadoras que permitía a los alumnos actuar y seguir explorando dentro del campo de la informática [OPECD4].

De acuerdo con Boon (2019), la enseñanza que se promueve en entornos de aprendizaje STEM permite que los estudiantes consigan un progreso gradual de sus habilidades gracias al dinamismo de las actividades y a los niveles de desempeño que se proyecta ir alcanzando. Como se ha descrito anteriormente, la propuesta de desafíos

de la docente permite que las acciones de los estudiantes vayan siendo secuenciales y se enriquezcan sus capacidades en la práctica, dado que al añadir preguntas que los permitan involucrarse a los estudiantes con cada vez más elementos de programación a los estudiantes comienzan a reconocer la utilidad de estos, así como su aplicación dentro de distintas situaciones o problemáticas que se van añadiendo.

Al tener una práctica a partir de roles en áreas STEM, así como, conocer las tareas que se desempeñan en estos campos, los estudiantes van enfrentando sus capacidades a estos contextos.

En la propuesta de la docente se evidencia que el curso de Innovación acerca a los estudiantes a las prácticas no solo tecnológicas desde un sentido de la exploración de entornos digitales, sino también, que al estar conexas a la práctica de la informática, los estudiantes pueden acercarse a esta disciplina desde un sentido más de indagación, exploración con los recursos y puesta en práctica de acciones STEM.

Esto se evidencia en las sesiones destinadas a la elaboración del proyecto del árbol. Si bien cierto que ya tenían conocimiento sobre la programación, según lo que comentó la maestra, no habían tenido experiencia con circuitos electrónicos, al menos en su clase. Pero para realizar el árbol se decidió que ellos mismos realicen el ensamblado de circuitos, programación y decoración en el proyecto.

Por tal motivo, se trabajó con protoboards, el cual iba conectado a una T-cobbler Plus de RaspBerry Pi. A través de ella se transmitían los mensajes para el encendido y apagado de las luces LED que habían sido incorporadas al árbol de navidad manual y las cuales tenían que estar conectadas a través de cables [OPECD5]. Estos procedimientos permitían a los estudiantes ir desempeñándose en el manejo de circuitos, aplicación de técnicas para el desarrollo de sistemas, programación, procesos de diseño de la estructura de bloques de programación.

Para Boon (2019), estos son algunos componentes procedimentales para áreas como ingeniería y tecnología que están inmersas en el acrónimo STEM. Como se había descrito anteriormente, la docente ha permitido diversos momentos en participación en áreas STEM y desde una propuesta de participación, experimentación y de acción secuencial.

Esta secuencia gradual de los procedimientos permitió que los estudiantes efectúen el proceso de programación de bloques en su trabajo final [OPECD6]. Por lo que, existe un refuerzo en capacidades previamente trabajadas desde la transferencia de lo aprendido a un contexto similar (del trabajo con la caja de actividades a la programación de un producto tecnológico).

Estos procedimientos abordados desde la programación llevan a los estudiantes a experimentar tareas como organización de datos de manera lógica, diseño de un modelo de programación en base a ejemplos propuestos por la docente y a la validación de la estructura de programación a través de pruebas en la plataforma. Todas estas habilidades que los estudiantes van desarrollando implica considerar una dimensión más dentro de las que se contemplan en la competencia 28 del Currículo Nacional, la cual está enfocada a la tecnología.

Es también hacer uso de los entornos virtuales como una herramienta de acción, de experimentación, bajo un campo operatorio que carga información que necesita ser interpretada para comprender los procesos de objetivos, lógicos y secuenciales que se manifiesta en la informática cuando se toma como referencia la perspectiva de revalorización de la tecnología desde las áreas que se contemplan en un enfoque STEM.

Si bien es cierto que los estudiantes con esta propuesta se vienen desarrollando en los entornos virtuales generados por las TIC, no solo se han abarcado procedimientos técnicos que los acercan a estos entornos, sino también se ha comprendido algunos procedimientos que son visibles en áreas como matemática con la programación y desde la ingeniería. Esto cuando realizan la aplicación del número de repeticiones, adaptaciones de los segundos (tiempo), la secuencia lógica de bloques entre otros. Las disciplinas mencionadas se han incorporado desde el punto de vista práctico; sin embargo, en el análisis de la siguiente sub categoría se describirá si se involucran también procesos conceptuales y epistémicos de estas áreas de manera individual, articulada o no se enfatiza en ello.

Previo al desarrollo autónomo de la sucesión procedimental de la sesión la docente se valió del modelado y explicación de las secuencias que iban a ser aplicadas [OPECD2] [OPECD3] facilitando a los estudiantes algunos ejemplos que luego debían aplicar, adaptar y ejecutar en las tareas dadas a lo largo de todos los procedimientos observados. Esta manera de llevar las sesiones facilitaba una guía para los estudiantes, así como espacios de acercamiento a los recursos y programas utilizados como un trabajo autónomo al momento de emplear todo lo aprendido en las actividades de las sesiones.

Con respecto a la siguiente sub categoría, se busca describir la propuesta docente enfocada al desarrollo de competencias desde un nivel de conocimiento conceptual y epistemológico. Para lograr tal propósito, se obtuvo información sobre los conceptos, explicaciones e investigaciones que fueron incluidas en las sesiones, formalizando así las ideas empíricas y experimentales iniciales del aprendizaje.

Cuando los alumnos terminan de realizar los desafíos proporcionados en la primera sesión, piden que se acerque la docente para que corrobore el sistema de bloques desarrollados de manera autónoma por los estudiantes. En ese momento, ellos manejan lenguajes de programación que encuentran en el programa y la docente corresponde con el mismo lenguaje al momento de emitir una respuesta [OPEDD1]. Estos, constituyen un significado con el que se van familiarizando desde el aula.

Previo a la elaboración del proyecto final del árbol, los estudiantes debían realizar las conexiones del circuito para que el programa transmita las ordenes de encendido y apagado a las luces LED. Para ello, la docente explicó con una presentación Power Point algunos conceptos como circuitos eléctricos, polaridad, tipos de resistencia y voltaje [OPEDD2].

Luego de la explicación procedió a mostrar un modelo de las conexiones que ella había realizado y les dijo a los estudiantes que lo más importante es recordar el sentido de las cargas para que la corriente fluya [OPEDD3]. Al conocer cómo estos conceptos toman sentido en la aplicación los estudiantes hubiesen tenido mayor oportunidad de no depender del ejemplo de la docente, porque en grupos se acercaban a observar el ejemplo de vez en cuando.



Así también, fue necesario que la docente los llame a cada grupo para volver a explicar el porqué de su conexión, empero, como se había profundizado en los conceptos, la explicación de la docente dejó de incluir los términos empleados en su explicación, sino empleó unos más sencillos [OPEDD3].

Se pudo enfatizar en estos temas o conceptos científicos para una mayor autonomía en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y para favorecer que ellos puedan explicar cómo es que realizaron el circuito, así como lo hicieron con la estructura de los bloques de programación empleados. Pero, las clases estaban mayormente enfocadas a que los alumnos se familiaricen con términos, conceptos y habilidades que proveían los recursos tecnológicos con el fin de lograr el proyecto final o del mismo modo con el contenido matemático que formaba parte de la aplicación de las secuencias procedimentales de la programación en el que se pudo hacer énfasis para acercarse incluso a una reflexión epistémica dada la data obtenida.

Ante ello, es importante recordar que uno de los objetivos de la unidad es reconocer cómo los sistemas informáticos vienen siendo parte de los avances tecnológicos y científicos que se incorporan a la sociedad [OEEOD2]. Por lo que, hubiese sido favorecedor que los estudiantes expliquen que existe una intervención de la tecnología en el manejo de sistemas eléctricos por medio de la programación e informática que ellos venían realizando y las diferentes aplicaciones que encuentran en la realidad.

En consideración a la subcategoría de recursos didácticos, se buscó observar cómo estos permiten que los alumnos diseñen soluciones a las problemáticas abordadas. Es decir, cómo la propuesta de recursos dispuestos por la docente permite que se llegue a los objetivos planteados.

En relación a los recursos pedagógicos, fueron seleccionados por la docente a lo largo de las sesiones, en ese sentido, no hubo participación del estudiantado en esas decisiones. Uno de los recursos propuestos fue la *caja de actividades*, la cual fue utilizada al momento de los desafíos. Esta debía conectarse a un lector Raspberry Pi para recibir información de la computadora. Lo que los estudiantes añadían en el esquema de bloques del programa Scratch, era lo que la *caja de actividades* iba

ejecutando [OEERD1]. Cabe precisar que Scratch es una herramienta digital que permite realizar diseños desde un estilo de lenguaje de programación.

En estos desafíos se presentaban diversos niveles de logro de forma gradual, generando que los estudiantes tengan un ritmo constante en el despliegue de su capacidad lógica, comunicativa y en otras competencias matemáticas que se desarrollan con estos recursos.

Tal como afirma Vásquez (2014), existe un desarrollo del pensamiento y razonamiento computacional, pero también matemático al momento de la aplicación y programación, pues se necesita del valor numérico para generar funcionalidad automática en los artefactos tecnológicos, sin embargo, debería también proporcionarse momentos para analizar y hacer juicios sobre el proceso que se realiza antes de proceder a ejecutarlo en el sistema de programación de esa forma generaría que haya mayor espacio para comprender el razonamiento que hay detrás de los problemas abordados.

Para Aurini, et al (2017), la programación, así como el trabajo de robótica, permite resolver problemas y extender la capacidad de resiliencia de los estudiantes porque “they get over that idea that it’s not going to work the first time, and it might not work the 95<sup>th</sup> time. But eventually, it will work if you keep fighting through it” (p, 19). Es esa una actitud que la docente a permitido que los alumnos vayan experimentando con la propuesta de los recursos dados y la secuencia progresiva de aplicación del conocimiento. Estos momentos en concreto se citarán en los siguientes apartados.

Continuando con la línea de los recursos elegidos por la docente, estos favorecen un clima en donde el conocimiento no es estático, sino que los estudiantes conocen cómo es un sistema y cómo este permite hacer funcionar un dispositivo específico, que en este caso sería la *caja de actividades* que integra un circuito de conexiones eléctricas y focos LED numerados los cuales se encienden con la programación GPIO insertados en los bloques de scratch, es decir, acerca al estudiantado a reconocer la labor detrás de las operaciones programadas que finalmente son puestas en práctica en la sociedad.

Así también, la docente propuso otros materiales a utilizar en el proyecto. Estos son los cables DuPont que van conectados al Protoboard y los LED. En el Protoboard se integra la T-cobbler Plus de Raspberry PI que cuenta con puertos GPIO los cuales se configuran con la programación en Scratch. Todo ello, es parte del proceso para generar el control de parpadeo de los focos LED a través de la programación [OEERD3].

Anteriormente, se usó *la caja de actividades* que ya incorporaba todas las conexiones, solo se necesitaba programar, en cambio, el desarrollo de todo el sistema para llegar al resultado final debió ser realizado por los estudiantes quienes se enfrentaban a un nuevo conocimiento como a la aplicación de uno anterior visto con Scratch.

En este caso, los recursos propuestos por la docente incentivan a los estudiantes a pensar a cómo desenvolverse con todo lo que tienen al alcance o cómo desarrollar un proyecto con ciertos materiales que les han provisto. Ciertamente, ellos no han participado de la elección de los materiales, pero al tener un modelo de lo que deben usar y cómo es el proceso de elaboración se les permite tener un conocimiento mayor de las herramientas encontradas en el proyecto de similar tratamiento, sin embargo, el es importante para llegar a conclusiones sobre el procedimiento el objetivo principal de la clase mantener una relación con el conocimiento epistémico y conceptual, así como hacer énfasis en la interdisciplinariedad que coexisten en el desarrollo de la clase.

Así como para los desafíos [OEERD1], usaron también para el proyecto final la programación mediante Scratch [OEERD4]. Es decir, existe una aplicación real de lo aprendido anteriormente a un sistema eléctrico a través de recursos tecnológicos de actualidad. Estas experiencias en STEM las facilitó la docente a través de los recursos de tipo *fácil acceso, recursos educativos educativos digitales y recursos de tecnología de las cosas (véase tabla 4)*.

Del mismo modo, en cuenta al fomento de la capacidad creativa, la docente pidió a los estudiantes que decoren los árboles con diversos materiales como escarcha, plastilina, plumones, entre otros. Es esta una de las fases que permitió participar a la mayor cantidad de estudiantes desde sus grupos y se desarrollará esta idea más adelante. Este ambiente muestra las posibilidades de integración de STEM con la capacidad

creativa de los estudiantes y con su motivación por dedicarse incluso a cada detalle del proyecto final.

Finalmente, es la docente quien en primer lugar debe conocer el funcionamiento y manejo de los diversos recursos tecnológicos, porque es quien asume el rol orientador y de guía durante el proceso. Es así que ella se encargó del diseño de los árboles a través del programa Thinkercad. Los cuales procedió a materializarlos en la impresora 3D para que puedan ser repartidos en la clase [OEERD2]. Dado ello, en el aula observada había acceso a diversos recursos y la docente fue la encargada de escoger los recursos que ellos debían utilizar a lo largo del proyecto, a excepción de los materiales de decoración.

En cuanto a la sub categoría referida a la metodología de enseñanza, se tomó en cuenta el procedimiento de las sesiones que conforman la unidad didáctica para reconocer la manera en la que se abordan los objetivos y conocimientos planteados. Con esta observación se recogió datos de la secuencia didáctica con el fin de identificar rasgos de alguna metodología antes descrita o características de alguna distinta aplicada por la docente.

En la sesión planificada y en la aplicación de la primera clase la docente dio a conocer que el trabajo final sería la programación del árbol de navidad [OEEMD1]. Ella se refiere a este producto como proyecto a lo largo de las sesiones. Para ello, debían realizar algunos desafíos de programación [OEEMD2] de modo tal que este les ayude a recordar algunos aspectos de la codificación por bloques que habían venido trabajando hace unos meses.

Cabe recordar que si bien es cierto hay un proyecto final por lograr, la metodología también debe permitir una secuencia conceptual y espistémica que haga énfasis en lograr los propósitos de aprendizaje planteados desde la planificación, así como la conexión con el tema transdisciplinar [OESD1] sobre el cual debería retomarse el diálogo y las conclusiones a medida que se desarrollan las sesiones.

La incorporación de estos desafíos previo a la ejecución del proyecto en sí mismo, forma parte también de un proceso necesario en donde se enfatiza a través de la práctica en una de las fases que integra el diseño del proyecto como es la programación por bloques.

En la práctica, estos pasos lo resolvieron de forma grupal y a medida que avanzaban de nivel se incrementaba también algún grado de dificultad que deberían superar [OEEMD2]. En estos dos aspectos señalados hay una referencia a un trabajo por proyectos y desafíos que intervendrán por lo menos al inicio.

Según Reyes y Carpio (s.f), la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos enfrenta a los estudiantes a una situación problemática y requiere que ellos se desempeñen generando una solución a través de un producto o una alternativa ejecutada por ellos mismos. En relación a ello, Domenech, Lope y Mora (2019), agregan que el rumbo de la problemática en el ABP puede estar orientado a obtener un conocimiento mayormente de carácter epistémico, dado a un contexto de estudio antecedente, o hacia un alcance de condición más procedimental cuando se prioriza el producto.

Si bien es cierto que hasta el momento la observación viene evidenciando que los estudiantes se deben enfrentar a la problemática de elaborar un sistema de programación comprendiendo su importancia y necesidad para la sociedad, se puede corroborar que hay una orientación hacia la promoción de aprendizajes STEM guiando la secuencia bajo el rumbo ABP pero también acogiendo un rol más procedimental a lo largo de la unidad didáctica, por lo que el procedimiento hay rasgos que se comparten pero procederes de carácter reflexivo, conceptual o epistémico que triángule las acciones con los propósitos del proyecto no se han venido vinculando de forma explícita hasta el momento.

Es preciso notar que la problemática en un aprendizaje por proyectos en este contexto tiene orientación hacia promover interés de los estudiantes en temas de los campos STEM, sin embargo es necesario un mayor abordaje interdisciplinar que permita generar experiencias en donde se promuevan competencias científicas y matemáticas que pudieron estar presentes dado al objetivo de la unidad. Este proyecto se configura bajo elementos de la estructura de la metodología ABP, la cual tiene una

problemática a tratar y una serie de procesos y estrategias con las cuales se llegó a un resultado final.

Cabe resaltar que la introducción de desafíos dentro de la unidad se vislumbró como un momento didáctico clave que permitió dar mayor contexto a los estudiantes sobre el procedimiento de programación, rescatando lo aprendido anteriormente y fomentando el desarrollo de habilidades que necesitarán para el proyecto del árbol. De igual modo, hubiese sido importante contextualizar los propósitos a lograr [OESD1] a través de la exploración de modelos utilizados para el fin propuesto, generando oportunidades de debate y recogiendo la experiencia de estudiantes de manera oral.

En relación a la forma de organización de los alumnos, en todo momento realizaron el trabajo de manera colaborativa. En cada momento como en el de los desafíos, de la conexión del cableado, la programación del árbol y de la decoración del mismo, fueron realizados por los grupos o comunidades con las que habían venido trabajando desde los meses anteriores, tal y como se había proyectado desde la planificación [OESD2] añadiendo que los estudiantes recuerden su forma habitual de trabajo además de las normas de convivencia.

En la penúltima sesión, la profesora presenta un modelo de cómo deben realizarse las conexiones en el Protoboard y en la T-cobbler Plus, por lo que recomendó a los estudiantes seguir su estructura. Sin embargo, los estudiantes, guiados por el modelo, cambiaron la forma de llegar al resultado del cableado a través de las conexiones en diversas posiciones numéricas de la T-cobbler Plus o de ubicación de la corriente en el protoboard, teniendo así la oportunidad de un trabajo más autónomo en su proceso de ejecución.

Cabe reconocer que a partir del momento de trabajo menos dirigido y sin mayor énfasis en un análisis de modelos, conceptos, de normas, estrategias científicas ni teorías científicas, solamente con la presentación del modelado, tal y como se realizó con el video tutorial (OESD1), es en el trabajo práctico que se otorga después de esta dirección que se permite apropiarse del recurso para iniciar una experiencia de aplicación del conocimiento bajo un sentido de la acción a partir del carácter lógico más que uno científico exploratorio.

En el proceso de aprendizaje de un ABP los estudiantes van adquiriendo los conocimientos necesarios para su aprendizaje a través de la búsqueda de información, sin embargo, en este contexto no hubo mayor apertura a la indagación como se mencionó anteriormente. Este aspecto mencionado es necesario para comprender el desarrollo del proceso y tener en cuenta el propósito del proyecto, así como de registrar los desempeños de los estudiantes.

En cuanto al rol de la docente, a lo largo de todo este proceso, estaba dirigido a modelar, explicar y ejemplificar los procesos que los estudiantes iban a realizar en grupos. Asimismo, en los momentos de trabajo colaborativo de los estudiantes, el rol de la docente se adaptaba al entorno. Por lo que se detenía a observar, acompañar, guiar los momentos de trabajo de los estudiantes [OEEMD4].

En el proceso de elaboración de proyectos en un escenario educativo de ABP, según Valdivia y Cobo (2017), es en donde los estudiantes necesitan estar monitoreados, es por eso, el rol de la docente puede ayudar en las dificultades o seguir potenciando las posibilidades de los estudiantes.

En cuanto a la subcategoría destinada a la observación de estrategias puestas en práctica en el aula, la docente propició un entorno para el trabajo colaborativo a lo largo de las sesiones como se había propuesto desde la primera sesión [OESD1] y de esa forma se mantuvo hasta el final [OPEHD1]. Cabe señalar que el laboratorio de Innovación está compuesto por mesas amplias con 4 o 5 sillas alrededor destinadas para cada grupo. Ciertamente, para los desafíos de programación cada equipo ocupaba una sola computadora, al igual que al momento de codificar el árbol. Sin embargo, esa situación no era impedimento para que los estudiantes dialoguen, intercambien ideas, tomen turnos y se motive durante el proceso de aprendizaje, porque la visión de la tecnología que se evidencia desde el documento de planificación de la primera sesión es generar la oportunidad de reconocer el uso funcional de la tecnología dentro de las áreas STEM así como su importancia para la sociedad, tal y como se menciona en los propósitos de la sesión (ver anexo 2.a), por lo que las experiencias de aprendizaje tienen que responder mediante la secuencia a esa visión y la incorporación del trabajo por

proyectos dentro de un medio colaborativo son rasgos que están en la línea de un enfoque STEM de enseñanza.

Cabe mencionar que en una de las sesiones algunos grupos llegaron minutos antes al aula para completar el cableado que dejaron inconcluso, ello sin necesidad que la maestra estuviera presente [OPEHD5]. Resaltar ello es importante porque es dado a la integración de los estudiantes que tienen experiencia trabajando en grupo que se puede ir logrando escenarios como este. Así también, la docente desde el inicio de la sesión y lo evidencia desde su documento de planificación, permite que los estudiantes se agrupen en su lugar de trabajo y recuerden sus acuerdos de convivencia [OESD2] con los cuales han venido trabajando constantemente como normativa de la escuela.

Continuando con las estrategias observadas en el aula, la docente presentó a los estudiantes modelos y ejemplos de cómo desarrollar la programación con bloques y del proceso de conexión de cables. Esta acción del modelado es también propuesta desde la primera sesión con la incorporación del video tutorial en el documento de planificación [OESD1]. Otro de los modelos presentados fue el proyecto final que realizaron los estudiantes de otra aula [OPEHD2] haciendo énfasis en cómo debía terminar el trabajo. Luego, realizó una explicación de la programación a partir de un ejemplo en donde se visualizaba la secuencia de bloques para prender un orden de focos y en otro momento en donde se realizó un modelado fue para que conozcan cómo realizar la conexión de los cables [OPEHD4]. Si bien es cierto que estos procesos permiten que los estudiantes conozcan las formas de aplicación de los esquemas de programación, es todavía insuficiente para llegar a abordar la propuesta STEM bajo los componentes mencionados, por lo que el refuerzo sobre lo que se evidencia, los conceptos científicos, argumentos, reflexiones y cuestionamientos son importantes de ser integrados durante o después de este tipo de estrategias.



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### *Conclusiones*

1. En cuanto al objetivo general que consistió en analizar el enfoque de clases del curso de Innovación se puede concluir que la disciplina que se aborda con mayor énfasis es la de tecnología. Por el mismo lado, pero sin hacer hincapié o detenerse a un análisis, se abordan conceptos científicos y matemáticos. Asimismo, al proponer ejecutar un proyecto relacionado a la elaboración de un diseño tecnológico se fomentó el despliegue de habilidades que se comparten en los contextos ingenieriles. Entre estas habilidades están el diseño de alternativas de solución de manera práctica y óptima, la gestión eficiente de recursos y la praxis en base a modelos que permiten ir comprendiendo procesos operatorios involucrados en el desarrollo del proyecto tecnológico. El panorama observado tiene elementos que se orientan a la enseñanza en STEM, sin embargo, involucrar procedimientos como la indagación, investigación o análisis de datos o conceptos lo integraría desde un carácter interdisciplinar o por la misma vía, hacer énfasis en el desarrollo conceptual y epistémico del campo tecnológico permitiría una apertura a estos otros dos campos que fueron identificados pero poco abordados a lo largo de las sesiones contemplando de esa forma un enfoque pedagógico STEM.

2. En cuanto al primer objetivo específico, el cual consistió en describir los aspectos del proceso formativo que configuran la planificación de la primera sesión del curso de Innovación de 5to de primaria, se pudo concluir que, los conceptos clave y tema transdisciplinar incluidos en el documento de planificación aportan a la estructura de un enfoque pedagógico STEM. Si bien es cierto que la escuela trabaja con Unidades de Indagación que se traduce en la elaboración de dos proyectos por cada semestre, esa pauta permite a los alumnos acercarse al desarrollo práctico, teórico, conceptual y reflexivo de los contenidos a tratar dentro del desarrollo de las sesiones, pero ello es también condicionado a la secuencia de la planificación. En relación a lo mencionado, en este documento hacer énfasis en la idea de cómo funciona el mundo, reconocer la influencia de los avances científicos y tecnológicos e incluir la sustentabilidad como parte de los objetivos pedagógicos y puntos orientadores de la sesión permite reconocer el contexto reflexivo por el cuál los estudiantes deberán ir aterrizando los procesos de aprendizaje que van desarrollando a lo largo de las sesiones; sin embargo, no se evidencia en la planificación rasgos de procedimientos o preguntas que impliquen demostraciones, argumentos o explicaciones sobre el trabajo de ejecución de los estudiantes. Es entonces importante añadir elementos formativos que no solo involucren el saber ser o el saber hacer de forma unitaria en cada sesión, sino que haya un balance entre estos y la parte conceptual, epistémica y argumentativa que vendría a ser el saber en sí mismo como un proceso demostrativo de la experiencia realizada en las clases y articulado con los objetivos y conceptos que desde la planificación se proponen.
3. En cuanto al segundo objetivo, las sub categorías de desarrollo del conocimiento procedimental, conceptual y epistémico evidencian que al presentarse diversos niveles de logro de forma gradual se generaba un escenario en el cual los estudiantes tenían un ritmo constante en el despliegue de su capacidad lógica y secuencial evidenciándola al momento de realizar los retos dados por la docente en la aplicación de la “caja de actividades” y al momento de proceder a realizar el diseño del sistema del circuito eléctrico y la programación del mismo. De ese modo, el desarrollo al nivel procedimental estuvo presente en el proceso formativo, sin embargo, para llegar al objetivo de la unidad en la que se pretendía comprender la importancia y aplicación en la realidad de un sistema de programación se debió tomar en cuenta procesos que permitan complementar un nivel de desarrollo

conceptual y epistémico del conocimiento para ampliar las conclusiones sobre el valor o relevancia de los sistemas de programación en el entorno social, los limitantes de aplicación que tiene este tipo de proyectos, entre otras premisas similares que van de acuerdo al objetivo de la docente y que pueden enriquecer el sentido de una clase dada bajo un enfoque STEM.

4. La selección de recursos didácticos que correspondían al objetivo de enseñanza y a la secuencia didáctica vinculada al desarrollo de proyectos permitió que se pueda fomentar tareas procedimentales más diversas relacionadas a los campos STEM; sin embargo, la oportunidad de desarrollar competencias y llegar a una alfabetización en STEM puede verse restringida si no hay mayor incidencia de el sentido epistemológico y conceptual en las sesiones. Dado que la sesión observada tenía el objetivo de que los estudiantes conozcan cómo los sistemas informáticos son parte de los avances tecnológicos y científicos que se incorporan a la sociedad teniendo que realizar la programación de las luces de un árbol de navidad como producto final, existe elementos que desde este objetivo pueden proyectarse a encontrar una unidad que acoja la mayor parte de componentes del enfoque STEM; sin embargo, en la observación se identificó que la orientación de la clase poseía rasgos parciales del enfoque mencionado, también contenía rasgos no mencionados en la investigación como en el caso de los desafíos y el modelado, y se obviaron aspectos importantes como el desarrollo epistémico y conceptual que son fundamentales para que los estudiantes puedan ampliar sus conclusiones, reflexiones y conocimiento científico, de modo que aún teniendo recursos como los tecnológicos que forman parte de los campos STEM, pero no tomar en cuenta los otros aspectos mencionados no se estaría enfatizando en alcanzar la propuesta que STEM promueve como enfoque educativo.

5. En lo relacionado a la metodología de enseñanza se pudo evidenciar rasgos del Aprendizaje Basado en Proyectos aplicados por la docente. En ese escenario se enfrentó a los estudiantes a una situación problemática y se requirió que ellos se desempeñen generando una solución a través de un producto o una alternativa ejecutada por ellos mismos, pero presentada bajo la estrategia del modelado.

Si bien es cierto que elaboraron un sistema de programación, hubiese sido importante también enfatizar en la relación del conocimiento científico para el desarrollo de su

proceso dando énfasis en la relación interdisciplinar que tienen proyectos de ese tipo en la sociedad. En ese sentido, es necesario hacer explícito a los alumnos la manera en la que las áreas se integran en el proyecto y cómo las habilidades que van aprendiendo son de utilidad en las diferentes etapas. De esa forma, los objetivos podrían replantearse para lograr un nivel de alfabetización STEM en donde se predisponga a los alumnos a mayores espacios para discutir, indagar, argumentar como parte del desarrollo de sus propias competencias.

6. Por último, en cuanto a las estrategias pedagógicas se puede concluir que la docente propició un entorno para el trabajo colaborativo a lo largo de las sesiones. Cabe señalar que los estudiantes estaban habituados a trabajar por comunidades y desde la primera actividad ellos sabían cuáles eran sus equipos. A partir de estos procesos los estudiantes asumen liderazgos, colaboran entre ellos y se adecuan a diversos trabajos según sus intereses, necesidades o acuerdos. Por otro lado, tener modelos y ejemplos de los esquemas de programación los ayuda transferir ese conocimiento a sus propias problemáticas e involucrarse en disciplinas STEM. En ese sentido, son los momentos didácticos que se desarrollan bajo la mirada de un enfoque STEM los que permiten ir logrando aulas en donde ocurra este tipo de relaciones entre el conjunto estudiantes y entre ellos mismos con sus procesos de aprendizaje. En varias oportunidades se puede creer que un condicionante para la aplicación del enfoque STEM es la falta de recursos tecnológicos; sin embargo, iniciar incluyendo diversos rasgos como el de proponer sesiones bajo una vía procedimental y epistemológica, teórica, analítica y científica del conocimiento pueden lograr ir encaminando el entorno de aprendizaje hacia un enfoque STEM. En este caso, se identificó solo la presencia de rasgos más procedimentales pero a un nivel de transferencia o aplicación, por lo que buscar estrategias que permitan dentro de los momentos del ABP desarrollar este tipo de procesos, añadido a la selección de los recursos del campo STEM, terminarían por configurar un ambiente más dirigido hacia un enfoque como el detallado en la investigación.

### *Recomendaciones*

Se recomienda continuar con las investigaciones sobre STEM como un enfoque en el entorno escolar, dirigiendo los estudios hacia el trabajo de los estudiantes en el aula, el desarrollo de sus habilidades y los niveles de alfabetización STEM que se lleguen a alcanzar en base a un programa completo de aplicación. Así mismo, tener mayores investigaciones genera la oportunidad de hacer proyectos piloto de aplicación para que sean el escenario que sustente una data bajo estándares controlados y que permita hacer comparaciones en relación a otros grupos de estudio.

Es importante recopilar para ello experiencias pedagógicas en el enfoque interdisciplinar STEM que permita evidenciar las formas en la que los docentes vienen adoptando este modelo en las aulas, así como, la significatividad que tienen las áreas STEM para el desarrollo integral del alumnado.

De la misma manera es importante enfatizar en los procedimientos epistemológicos y procedimentales relacionados a las disciplinas STEM. Por ello, en las aulas de formación docente se hace necesario resaltar estos aspectos que permiten que el docente incluya en el aula un conocimiento más cercano a los de la comunidad científica. La didáctica del maestro debe verse complementada por la comprensión teórica y procedimental del área que enseña para en base a ello desarrollar una didáctica que proporcione herramientas cognitivas y comunicativas a los estudiantes, añadida a las prácticas motivacionales y emocionales que deben estar inmersas.

Es valioso resaltar la incorporación del curso de Innovación al currículo de estudios de la institución educativa lo cual evidencia un compromiso con el desarrollo de las competencias tecnológicas y científicas de los estudiantes. En ese sentido, para que esta propuesta continúe mejorando es conveniente precisar que se recomienda generar espacios de trabajo interdisciplinar para que los estudiantes identifiquen el vínculo que existe entre lo que se aprende desde Innovación con la cotidianidad. Así como, promover una comunidad de docentes en donde tengan la oportunidad de intercambiar información, estudios, casos y procesos didácticos de manera más abierta entre los expertos de distintas áreas disciplinares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4695/aab1de3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- American Society for Engineering Education. (Junio de 2013). *Understanding Integrated STEM Education: Report on a National Study*. Obtenido de <https://www.asee.org/public/conferences/20/papers/7712/download>
- Ariza, Y., Muñoz, L., & Amador, R. (2007). Epistemología en la enseñanza de las ciencias “un acercamiento a la práctica profesional “. *REv. Tecné, Epistemé y Didaxis*, 75- 84. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/329915900\\_Epistemologia\\_en\\_la\\_ensenanza\\_de\\_las\\_ciencias\\_%27Un\\_acercamiento\\_a\\_la\\_practica\\_profesional%27\\_Tecne\\_Episteme\\_y\\_Didaxis\\_Numero\\_Especial\\_2007\\_Pgs\\_75-\\_84](https://www.researchgate.net/publication/329915900_Epistemologia_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_%27Un_acercamiento_a_la_practica_profesional%27_Tecne_Episteme_y_Didaxis_Numero_Especial_2007_Pgs_75-_84)
- Aurini, J., McLevey, J., Stokes, A., & Gorbet, R. (23 de Agosto de 2017). *Classroom Robotics and Acquisition of 21st Century Competencies: An Action Research Study of Nine Ontario School Boards*. Obtenido de [http://www.ontariodirectors.ca/CODE-rob/Robotics\\_Final\\_Report\\_Sept\\_22\\_2017.pdf](http://www.ontariodirectors.ca/CODE-rob/Robotics_Final_Report_Sept_22_2017.pdf)
- Barchini, G., Sosa, M., & Herrera, S. (2010). *La informática como disciplina científica*. Santiago del Estero: Universidad Nacional de Santiago del Estero. Obtenido de Ensayo de mapeo disciplinar: <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/010102/A1may2004.pdf>

- Benjumeda, F., & Romero, I. (2017). *Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria*. Obtenido de file:///C:/Users/51981/Downloads/Benjumeda%20y%20Romero%20(2017).pdf
- Bernardi, R. (Setiembre de 2002). *La investigación empírica sistemática: Qué método para cuáles preguntas*. Obtenido de [http://www.fepal.org/images/congreso2002/invest/bernardi\\_r\\_\\_\\_investig\\_emp\\_r.pdf](http://www.fepal.org/images/congreso2002/invest/bernardi_r___investig_emp_r.pdf)
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid, España: La Muralla.
- Boon, S. (February de 2019). *Exploring STEM Competences for the 21st Century*.
- Carrión, H., & López, H. (2019). *Educación STEM: El Desafío Del Futuro Que Enfrentamos Hoy*. Independently Published.
- Carroll, M. (2015). *Stretch, Dream, and Do - A 21st Century Design Thinking & STEM Journey*. Obtenido de [http://stellar.edc.org/sites/stellar.edc.org/files/Carroll\\_2015.pdf](http://stellar.edc.org/sites/stellar.edc.org/files/Carroll_2015.pdf)
- Colás, P., Buendía, P., & Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. Obtenido de <http://cetmar02.edu.mx/neoarts/documentos/libros/M%C3%A9todos%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20psicopedagog%C3%ADa%20-%20Leonor%20Buend%C3%ADa%20Eisman.pdf>
- Comunidad de Madrid (STEMadrid). (s.f). *Educación en STEM Construyendo el futuro*. Obtenido de <http://innovacion.educa.madrid.org/educandoenstem/>
- Domenech, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *UTE. Revista de Ciències de l'Educació*, 155-168. Obtenido de <https://revistes.urv.cat/index.php/ute/article/view/2646/0>
- Doménech, J., Mora, L., & López, S. (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*, 1 - 16. Obtenido de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/4762/5376>
- Erasmus. (2017). *Educación en robótica y STEM para niños/as y escuelas primarias*. Obtenido de [https://www.botstem.eu/wpcontent/uploads/2018/08/BOTSTEM\\_ESP.pdf](https://www.botstem.eu/wpcontent/uploads/2018/08/BOTSTEM_ESP.pdf)

- Fernandez, J., Calderón, A., Méndez, A., & Rolim, R. (2014). Teoría Construccionalista del Aprendizaje en formación del profesorado. Perspectivas de alumnado y profesorado desde la investigación cuantitativa y cualitativa. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 18(3), 213-228. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56733846013>
- Gallardo, Y., & Moreno, A. (1999). *Aprender a Investigar*. Santa Fe de Bogotá: Arfo Editores LTDA. Obtenido de <http://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/images/CEUL/mod3recoleccioninform.pdf>
- Gómez, L. (2017). Cultura STEAM y la educación para el siglo XXI. *Ruta Maestra*, (18), 72 – 78. Obtenido de <http://www.santillana.com.co/rutamaestra/pdf/edicion-18/13.pdf>
- Guzey, S., Moore, J., & 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). doi:<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>
- Izcarra, S. (2014). *Manual de Investigación Cualitativa*. Distrito Federal, Mexico: Editorial Fontamara. Obtenido de [http://www.grupocieg.org/archivos/Izcarra%20\(2014\)%20Manual%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Cualitativa.pdf](http://www.grupocieg.org/archivos/Izcarra%20(2014)%20Manual%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Cualitativa.pdf)
- Judson, E. (2014). Effects of Transferring to STEM-Focused Charter and Magnet Schools on Student Achievement. *The Journal of Educational Research*, 107, 255-266. doi:<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00220671.2013.823367>
- Latorre, A., Rincón, D., & Arnal, J. (2003). *Bases metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona, España: Ediciones Experiencia, S. L.
- Latorre, M., & Seco, C. (Abril de 2013). *Estrategias y Técnicas Metodológicas*. Santiago de Surco: Universidad Marcelino Champagnat. Obtenido de <https://www.umch.edu.pe/arch/hnomarino/metodo.pdf>
- López, M., & Córdoba, C. (2018). *Introducción a la metodología STEAM*.
- López, M., Córdoba, C., & Soto, J. (2020). *Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI*. Obtenido de [file:///C:/Users/51981/Downloads/Lopez%20et%20al%20\(2020\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/51981/Downloads/Lopez%20et%20al%20(2020)%20(1).pdf)



- Martínez, M. (2016). ¿Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes? *Cuadernos de Investigación en Juventud*, 1-17. doi:DOI: 10.22400/cij.1.e003
- Ministerio de Educación [MINEDU]. (2016). *Ministerio de Educación*. Obtenido de Currículo Nacional: <http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/curriculo-nacional-2017.pdf>
- Ministerio de Educación [MINEDU]. (2017). *El Perú en PISA 2015: Informe nacional de resultados*. Obtenido de [http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro\\_PISA.pdf](http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Libro_PISA.pdf)
- Ministerio de Educación. (2016). *¿Cuánto aprenden nuestros estudiantes? Resultados de la ECE 2016*. Obtenido de <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Resultados-Nacionales-2016.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2015). *La nueva agenda educativa para América Latina: Los objetivos para el 2030*. Madrid, España: Fundación Santillana. Obtenido de <https://www.fundacionsantillana.com/PDFs/860697.PDF>
- Pelejero, M. (2018). *Diseño de proyectos STEAM a partir de Curriculum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa. (Máster)*. Valencia, España.: Universidad Internacional de La Rioja, .
- Pérez, G. (1994). *Investigación Cualitativa. Retos E Interroga*. Maclrid: Editorial la Muralla S.A.
- Protopsaltis, A., & Chaimala, F. (2016). *Context-based indicators for evaluating STEM teachers' competence development*. Obtenido de [http://learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO2/O2\\_interim.pdf](http://learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO2/O2_interim.pdf)
- Purizaga, G., & Mejía, A. (2015). *Los niños también gestionan proyectos: propuesta metodológica para una escuela pública en el nivel primario*. Lima, Perú.: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Ediciones Morata, S. L. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigacion-con-estudios-de-caso.pdf>
- Toma, R., & Greca, I. (2017). *Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria*. Burgos, España.: Universidad de Burgos.

- 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.* Medellín: Universidad EAFIT. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5139/AlbertoV%c3%a1squezGiraldo\\_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5139/AlbertoV%c3%a1squezGiraldo_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Velazquez, I., Chequer, G., Budan, P., Sosa, M., & Reyes, J. (Noviembre de 2014). *Fundamentación epistemológica de la fundamentación epistemológica de la como espacio interdisciplinar.* Obtenido de <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/699.pdf>
- Zamorano, T., García, Y., & Reyes, D. (2018). *Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional.* Obtenido de <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395/1428>

## ANEXOS

### Anexo 1. Documentación de la libreta de campo

#### A. Primera observación: Jueves 17 de Octubre de 2019

Unos minutos antes de la clase, la docente se encargaba de conectar la *caja de actividades* a un dispositivo de Raspberry Pi y este último debía ser conectado a la computadora que los estudiantes iban a utilizar en grupos. Eran cinco equipos de cinco integrantes y uno de cuatro. Cuando llegaron los alumnos, se ubicaron en las computadoras que previamente habían venido utilizando en clases anteriores. La sesión comenzó con la explicación de la docente sobre el proyecto final que debían realizar de manera conjunta. El trabajo esperado era un árbol de navidad que tenía luces LED. Estas luces deberían ser programadas por los estudiantes para que se prendan y apaguen. Para ello, la profesora señaló que usarán el programa Scratch y la *caja de actividades* que habían aprendido a utilizar el semestre anterior. Recordar cómo trabajaron con estos recursos les serviría para aprender a programar las luces directamente en el protoboard.

Los estudiantes esperaban que la docente les diera un código para activar el Raspberry Pi con el programa Scratch y de esa manera el procesador pueda empezar a operar. Cuando todos los grupos estaban listos, la profesora procedió a explicar cómo realizarían el proceso de codificación para que la *caja de actividades* pueda captar los bloques programados y por lo tanto, esta pueda reproducir las acciones que ellos vayan incorporando a lo largo de la programación.

Con los bloques de “enviar mensaje” era posible que el lector del Raspberry Pi transfiera los comandos programados a la *caja de actividades*. Por lo que debían colocar

los códigos *gpio#serveron* y *config#out* (entiéndase numeral como número de ubicación de cada foco) como comandos iniciales siempre. Luego, con el mensaje *gpio#on*, podían encender el número de foco que quisieran por el tiempo que ellos decidan establecer con el bloque “esperar#segundos” (con este bloque, entiéndase el numeral como cantidad de tiempo). Después, para apagarlo, debían colocar el bloque de mensaje con el comando *gpio#off*. Esta explicación de los códigos y bloques fue dada por la docente. De esa manera, procedieron a realizar algunos ejemplos encendiendo un par de luces LED bajo el modelado de la docente. De esa manera, la profesora veía si estaban siguiendo su ritmo y si tenían dudas sobre su explicación. Los estudiantes trabajaban y conversaban en sus grupos sobre cómo seguir los pasos indicados y otros que iban terminando estaban intentando prender los demás focos LED siguiendo la lógica de la demostración.

La profesora procedió a mostrar los 10 desafíos que los estudiantes debían realizar a continuación. Estos fueron presentados como proyectos de programación, los cuales debían de ser superados uno a uno. Ellos tenían que demostrar a la profesora los bloques de programación usados y el funcionamiento del esquema de programación por cada desafío, para proceder así con el siguiente hasta completar los diez propuestos. Cada uno era una figura distinta formada a partir del encendido de los focos LED. Por ejemplo, un reto era formar una U prendida, luego esta se apaga y se enciende solo el foco del centro (formando figuras). De esa manera los retos iban variando en cuanto a la codificación de los focos LED necesarios para lograr los objetivos de cada reto. Los alumnos empezaron a realizar la actividad en grupos y cuando terminaban llamaban a la profesora para que observe el proceso.

Ella corroboraba que se cumpliera la forma del encendido que solicitó en cada proyecto y se detenía a observar los bloques de programación colocados, luego de ello, añadía una pregunta. Por ejemplo, un grupo de alumnos ya había culminado el proyecto 2 (encendido y apagado de la tercera línea horizontal y luego el encendido y apagado de la segunda línea horizontal, en ese orden, para formar el bucle de encendido y apagado de focos) y llaman a la docente para enseñar su trabajo. Esta, al corroborar el logro del reto, les hizo la siguiente pregunta “¿Qué pasa si le ponemos más tiempo?”. Los alumnos empezaron a modificar el tiempo de encendido y apagado de los focos LED y se dieron cuenta que no encendían con igual velocidad y cuando colocaban 0 de

velocidad antes del bloque de apagado previo al inicio del bucle ya no había el efecto de transición entre ambas filas, sino que quedaban estas dos encendidas en simultáneo, por lo que, el cálculo del tiempo debía ser minucioso.

Todos los estudiantes en un inicio probaron con 2 segundos como se mostró en el ejemplo de la profesora, pero iban modificando y explorando con los segundos en el bloque de tiempo a partir de la pregunta que ella realizaba cuando culminaban los primeros retos. Otro grupo indicó que no podía encender ningún foco y la profesora revisó el procedimiento que habían formado en los bloques e indicó a los alumnos que corrigieran la estructura de los mismos, porque las posiciones en la que habían sido ubicados no permiten hacer los cambios de tiempo adecuados para que se note el encendido y apagado de los focos LED. Por lo que los estudiantes empezaron a intercambiar ideas y miraban nuevamente el ejemplo de la pizarra en donde se les enseñó a encender un solo foco cuando ellos debían hacer transiciones de encendido entre dos grupos de tres focos. Después de unos minutos, lograron modificar los bloques de tal manera que lograron culminar el proyecto 2.

A lo largo de los proyectos los estudiantes intercambiaban ideas y opiniones. Cuando llamaban a la profesora para que observe su avance, ella añadía preguntas como “¿Qué podrían hacer para que ese bucle sea infinito?” o “¿Cómo podrían hacer para que todo el bucle dure solamente un minuto y luego se apague?”. Entonces se oían ideas de los mismos estudiantes como en el caso de un equipo que decían: “¿Qué tal si agregamos este bloque?”, otro respondía: “Pero si no funciona, mejor ya no lo muevas” y un integrante más replicó: “No pasa nada, igual lo podemos regresar a como estaba antes pero ya sabemos si funciona o no”. Casi al finalizar la clase la profesora iba pasando por los grupos y anotaba en qué reto se habían quedado. La mayoría llegó a completar el reto 3, un equipo llegó hasta el 4 y otro al 5.

B. Segunda observación: Jueves 24 de Octubre de 2019

Los alumnos llegaron a la clase con los materiales para decorar los árboles de navidad. La profesora les dio a los grupos la base para cada árbol. Este fue diseñado en Thinkercad y llevado a la impresora 3D por la docente previamente. Para el decorado se había pedido a los estudiantes que lleven una caja pequeña para que sea el soporte del árbol, arena, tijeras, papel crepe verde, escarcha, entre otros que sirvan para añadir detalles. La maestra pasaba por los lugares para ayudar con el orificio de las cajas y para ofrecer su ayuda si en caso la necesitaran. A lo largo de la clase el trabajo se realizó en equipos y la mayoría de los estudiantes aportaban al decorado de los proyectos. Dentro de algunos equipos había algunos que no se comprometían de la misma manera que el resto y la profesora los iba llamando a los que detectaba menos participación para que la ayuden a clasificar los focos LED por colores y algunos cables porque los iban a utilizar posteriormente en los equipos. Estos eran 3 alumnas y 2 alumnos que terminaron ayudando con el pedido de la profesora.

La profesora les decía a los alumnos que la decoración contaba como un punto importante para la presentación final y mostró el avance de los estudiantes de otras secciones para que puedan tener referencia de trabajos creativos de otros compañeros. Entre los grupos se percibía que intercambiaban ideas para la decoración constantemente. Uno de los estudiantes sabía hacer origami y la estrella del árbol la hizo utilizando esa técnica, otros iban moldeando con cerámica los regalos que irían al pie del árbol, otro grupo que no llevó la caja forrada la iba pintando con tempera y así sucesivamente. Algunos equipos se habían distribuido las labores de decorado, elaboración de muñecos en cerámica para el árbol y los que se encargaban de ir juntando y pegando las decoraciones. Pasada una hora pedagógica la profesora les dijo que se detengan un momento con el proceso porque tenía que explicar cómo funcionan las luces LED, es decir, un circuito eléctrico, para que puedan posteriormente incorporarlo a sus proyectos respetando las posiciones que estas deben tener para lograr el objetivo.

A continuación, la profesora presentó un Power Point con la explicación de la polaridad del LED y los tipos de resistencia. Indicaba en su presentación cuáles eran los lados tanto positivo y negativo en las bombillas, esto con la finalidad que sepan cómo deben conectarlos en sus proyectos. Mencionó también, de manera textual, las definiciones que había colocado en las diapositivas. Además, comentó sobre las resistencias que estas hacen que el foco no se queme y por la sobre carga de energía

que sucede en algunos casos. Mencionó un ejemplo y comparó a la resistencia con un puente que está por encima de un abismo, el cual permitiría hacer que todos lo que vaya por encima puede transitar de forma fluida, dado a que, este resiste esa carga. Concluyó esta sección de su explicación diciendo que lo que van a hacer ellos era un circuito por cada luz que conecten, y que utilizarían la programación en Scratch para lograr que las luces se prendan de manera intermitente como habían estado practicando en la caja de actividades. La diferencia es que las conexiones serían mayor en cantidad y debían aprender a utilizar el protoboard. Como faltaba pocos minutos para el término de la clase, la profesora repartió los focos a los grupos y les dijo que recuerden que el polo más largo es el positivo o ánodo y el más corto en el foco LED es negativo o cátodo y que con ello retomarían la próxima clase. Finalizaron dejando los árboles decorados y con las luces puestas (Sin conexiones).

### C. Tercera observación: Jueves 14 de Noviembre de 2019

La profesora repartió los cables DuPont de colores a los grupos para que puedan realizar las conexiones respectivas de los LED con el Protoboard. Así también, en este último dispositivo estaba integrada una T- cobbler Plus de Raspberry Pi la cual cuenta con puertos GPIO (General Purpose Input Output) que pueden ser configurados vía software, en este caso, con Scratch, para el propósito del proyecto. Cuando los alumnos tenían la cantidad de cables indicados, la docente comenzó a explicar cómo debían hacer las conexiones. Mencionó que los focos LED tienen dos polaridades y que el lado más largo del diodo es positivo, mientras el más corto es el negativo. Continuó diciendo que los cables DuPont que tienen un lado en punta y en el otro extremo un agujero pequeño serán las extensiones que harán que llegue la corriente desde el Protoboard hasta donde están ubicadas las luces del árbol. Entonces, hizo la demostración conectando el lado del agujero del DuPont con el terminal positivo de un LED y mencionó que la corriente se seguirá extendiendo por ese cable para hacerla llegar al foco. Explicó además que en el protoboard (que es en donde desembocan estos cables) las columnas de los extremos se usan para darles carga positiva y negativa de corriente al tablero y en este caso se la transmitirán a los cables. En ese sentido, es necesario también saber en qué ubicación se conectan los cables positivos y negativos que darán carga al foco LED.

Luego, colocó en Scratch la programación para mandar el mensaje a los pines GPIO del T- cobbler Plus y les hizo recordar que así como ellos tenían los números que indicaban posiciones en la caja de actividades, en la T- cobbler plus tenían también los puertos GPIO con números que vendrían a ser las posiciones en donde ubicarían uno de los extremos del cable DuPont que va conectado a cada uno de los focos LED. Después de haber hecho una explicación general a todos los grupos haciendo uso de los cables, y los dispositivos de programación en su mesa de trabajo, la profesora les dio 20 minutos para que realicen las conexiones de los cables a los focos LED. Dado que después de ese tiempo, los llamaría por equipos para ejemplificar y explicar los detalles de cómo hacer las conexiones de esos cables (que están sueltos) directo a los puertos GPIO del T- cobbler Plus. En ese tiempo, la docente estaba en su computadora realizando la configuración de los bloques que mandarían el mensaje a la Raspberry Pi y por lo tanto al circuito. Cuando terminó de realizarlo pasó por los grupos para ver su avance y algunos estaban terminando esa parte de la actividad.

Unos minutos después la docente los llamó a los equipos que iban terminando y los orientaba sobre cómo conectar los cables al módulo GPIO. En uno de los grupos mencionó que iban a utilizar solo los puertos GPIO que tenían el siguiente formato *GPIO#* (siendo el numeral el lugar de puerto de output o input de la tarjeta). Aclaró que también utilizarían uno de los pines con *fuerza de poder* como el *GND* (conexión del cable a tierra). De este saldría un cable al lado negativo de la columna del protoboard y de ese lado negativo podrían conectarse los cables y automáticamente tendrían carga negativa que se dirige al diodo negativo de los focos LED, luego, se colocaría una resistencia como puente hacia el otro polo que sería el positivo del cable, el cual, terminaría por ser unido con el puerto GPIO7 (como ejemplo) de la T- cobbler Plus.

Al tener este circuito armado para un foco, deberían los alumnos seguir conectando los demás que habían incorporado a su árbol. Esta explicación la profesora la repitió para los 6 equipos. Los cuales se iban acercando uno a uno cuando la profesora terminaba los turnos respectivos. Mientras la docente tenía conferencias con cada comunidad de trabajo, los demás que recibían la nueva información iban terminando las conexiones a los focos que les faltaba terminar y algunos de los integrantes del grupo decían que ellos y ellas iban a comenzar las nuevas conexiones que la docente había pedido que realicen. Al final de la clase, el tiempo estuvo justo para las explicaciones



y solo dos grupos avanzaron con las nuevas conexiones, pero no las terminaron. El resto continuó conectando los focos con los cables DuPont que dejaron pendiente. Por lo que más de la mitad de grupos solo recibió la información y con ello concluyó la sesión.

#### D. Cuarta observación: Jueves 21 de Noviembre de 2019

Los estudiantes llegaron unos minutos antes a la clase, tomaron sus proyectos que dejaron en el laboratorio de Innovación y comenzaron a realizar el cableado que no terminaron la clase anterior. Cuando llegó la docente los animó a seguir avanzando en el proyecto y anunció que en 30 minutos tendrían que hacer una pausa para que explique cómo se hace la programación de los bloques para el encendido de las luces LED. Antes de seguir con la clase la docente preguntó si tenían dudas y dos equipos levantaron la mano, por lo que ella se acercó y el resto continuó el trabajo. La duda de uno de los equipos era sobre cómo colocar la resistencia en el circuito. La docente les dijo que la resistencia tenía que estar entre la fuente de corriente directa y el foco, de manera lineal, por lo tanto, tenían que seguir la secuencia de los focos que habían colocado. Replicó además que se fijen bien en cuál es positivo o negativo en cada ubicación. Todo ello lo decía mientras hacía un ejemplo con los materiales. Se quedó a observar que los estudiantes hagan un ejemplo con otro foco y les preguntó si tenían otra duda. Uno de los integrantes del equipo hizo el ejemplo y los demás integrantes observaban el procedimiento y una de las niñas acotó que estaba fácil hacerlo. La profesora les dijo que no se olviden de turnarse o distribuirse labores para que avancen.

Todos continuaron avanzando con el cableado en el Protoboard y algunos iban conversando en grupo cómo hacer para reconocer los cables positivos de los negativos. Tres equipos colocaron los cables que iban hacia el terminal positivo del LED de un color, y los negativos de otro color. Otro grupo apuntó en un post it los colores positivos y negativos de los cables que iban colocando. Así también, otro equipo apuntó en una hoja cuales son los numerales de los pines GPIO en los que colocaban ciertos colores de cables para digitar más rápido. Finalmente, el último equipo todavía tenía dificultades con realizar el cableado (en una clase anterior solo fueron dos miembros del equipo, pero al parecer no recordaban cómo hacer el proceso), por tal razón un compañero y dos compañeras del grupo del costado se ofrecieron a explicar el procedimiento. Ellos hicieron un modelo y en sus propias palabras iban ayudando con

la explicación a ese equipo. La profesora seguía observando de mesa en mesa el avance que iban teniendo las comunidades de trabajo y luego hizo saber a todos que estaría en su escritorio, entonces si necesitaban ayuda solo tendrían que llamarla.

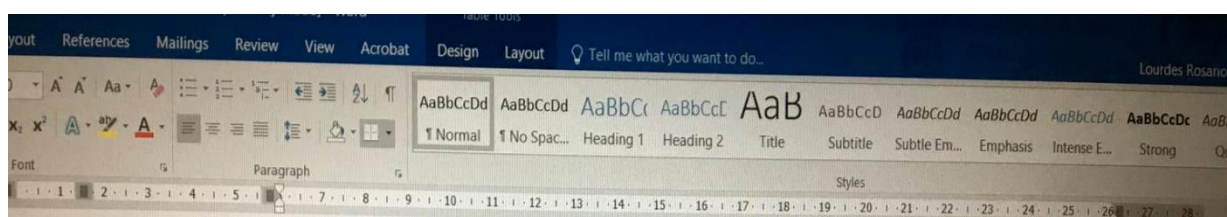
Después de unos minutos compartió el procedimiento de la programación por bloques con los estudiantes en la pizarra. Tenían que estar presentes los comandos GPIO dentro de *enviar* porque este sería el puente que manda la orden a la Raspberry. La docente mostraba su presentación mientras demostraba cómo se encendían las luces. Para lograr el efecto de parpadeo cómo el de las luces del árbol de navidad debían seguir la secuencia de bloques. La profesora comentaba que, dentro de estos, el factor tiempo es importante, porque que funcione el bucle del parpadeo dependerá de cuanto tiempo se emplee y la posición en la que coloquen ese bloque. Preguntó a los estudiantes si tenían dudas y nadie respondió. Por consiguiente, la docente preguntó si se había entendido y una alumna dijo que se parecía a lo que habían hecho con la caja de actividades, porque el procedimiento era similar y luego algunos compañeros repetían la misma idea o decían “sí, miss, es como lo que ya hemos hecho”. La profesora les dio la razón a los alumnos y les dio el resto del tiempo de la clase para que trabajen en la programación y si tenían dudas la podían llamar.

Algunos grupos trabajaron en la programación y otros todavía seguían conectando los cables. Dentro de uno de los grupos una de las alumnas les dijo a sus compañeros que ella todavía seguiría haciendo algunos adornos para el árbol y su equipo dejó que continúe con ello. En algunos equipos de 5 integrantes se habían distribuido la programación entre dos integrantes y el resto seguían conectando y apuntando las ubicaciones de los cables en el papel o algunos miembros del equipo se acercaban a ver el ejemplo de la maestra y volvían para ayudar a programar a los encargados o rotaban los puestos. Cuando algunos terminaban de colocar los cables y ya no desempeñaban esa labor y tampoco rotaban acciones dentro del equipo entonces solo esperaban a que los compañeros o compañeras a cargo de la programación continúen. En situaciones similares otros niños iban colocando más adornos con cerámica a su árbol o iban ordenando sus lugares devolviendo algunos cables que sobraron al escritorio de la profesora y los ordenaban por colores como estaban al inicio.

Un par de alumnos que también acabó su tarea asignada dentro del equipo se puso a conversar porque manifestaron que ya no tenían otra labor por cumplir. La docente iba supervisando el avance de los grupos y se detenía a observar la secuencia de programación que había realizado los alumnos. Ella aclaró que uno de los trabajos sería escogido para la presentación en la feria de último día de clases. En esa clase solo un grupo terminó de realizar toda la programación y el resto estaba a la mitad o un poco menos en cuanto al avance, por cuestiones de tiempo la clase tuvo que finalizar, pero la profesora dijo que regresen a terminarlo durante los recreos de la semana porque la siguiente clase tenían una prueba de certificación y no habría clases y ya la siguiente semana solo daban la prueba final del curso y no realizarían clases en el laboratorio. Les dio esa semana para que cuando puedan culminen sus proyectos y puedan presentarlo en la feria de fin de curso que se daría en la semana después del examen final.

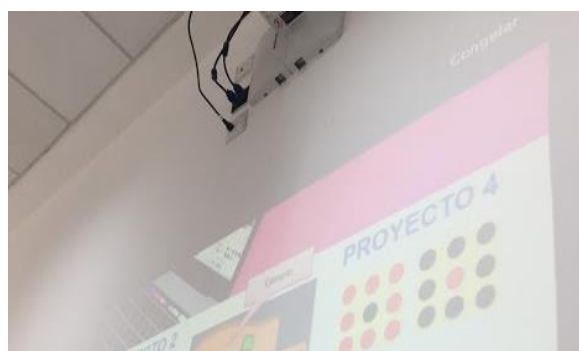
## **Anexo 2. Documentación fotográfica**

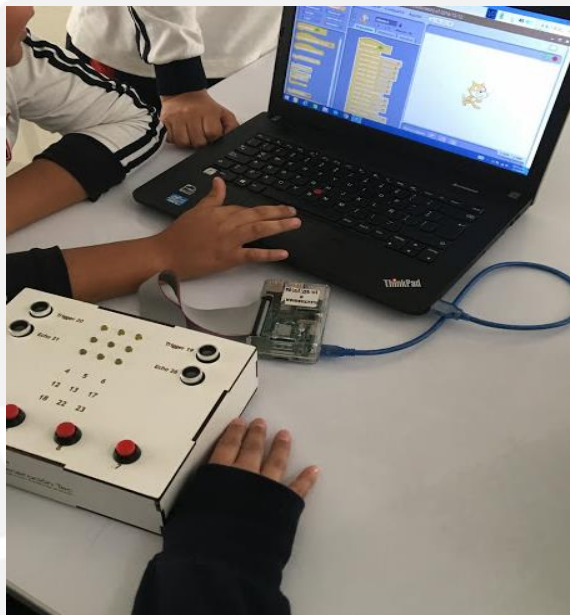
### **A. Registro del documento de planificación de la sesión**





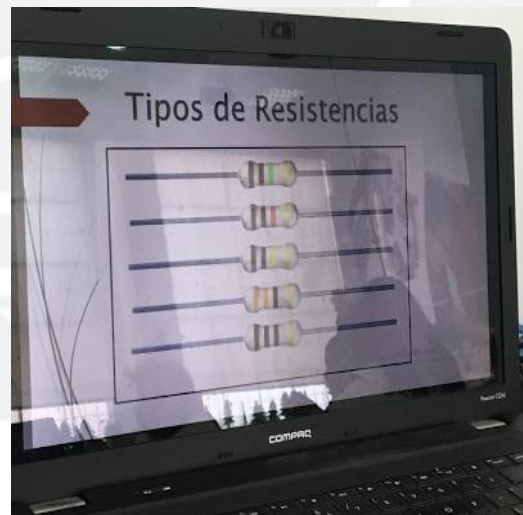
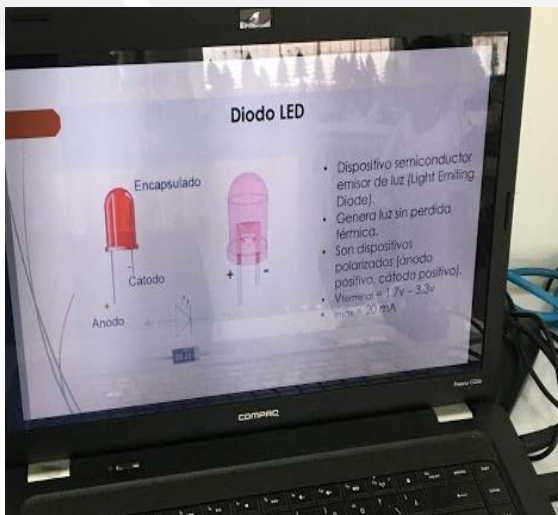
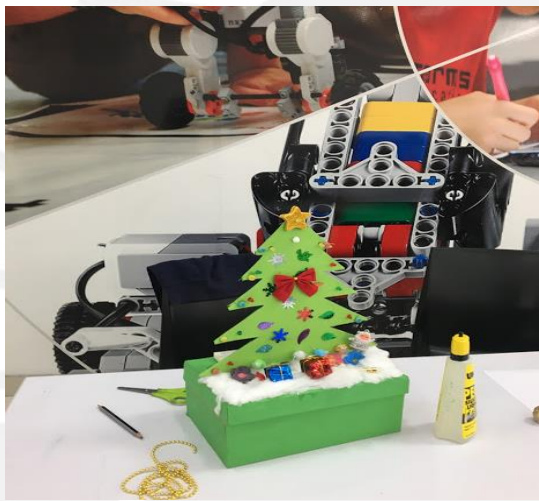
B. Primer registro fotográfico: Jueves 17 de Octubre de 2019



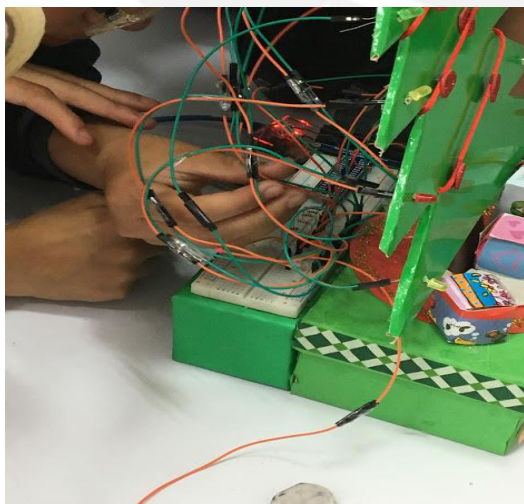
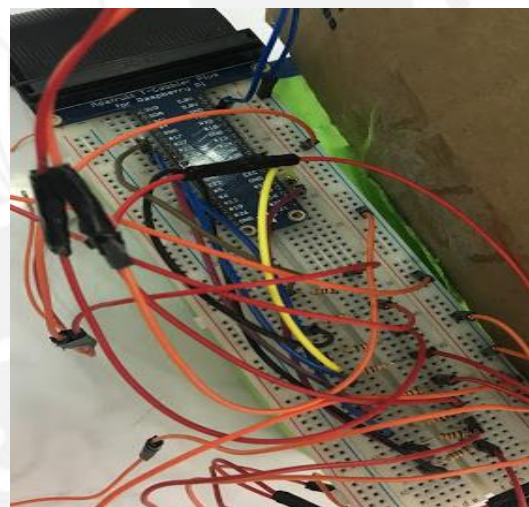
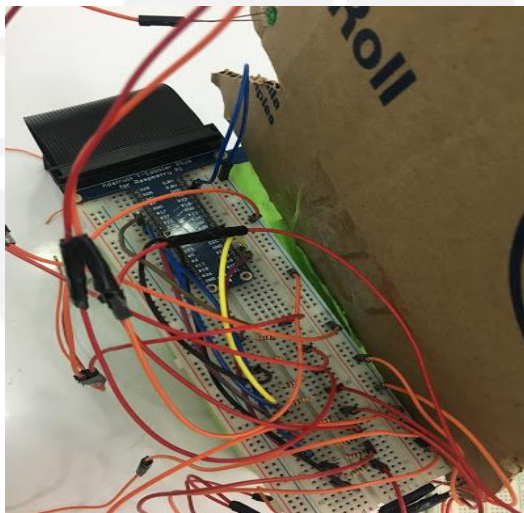
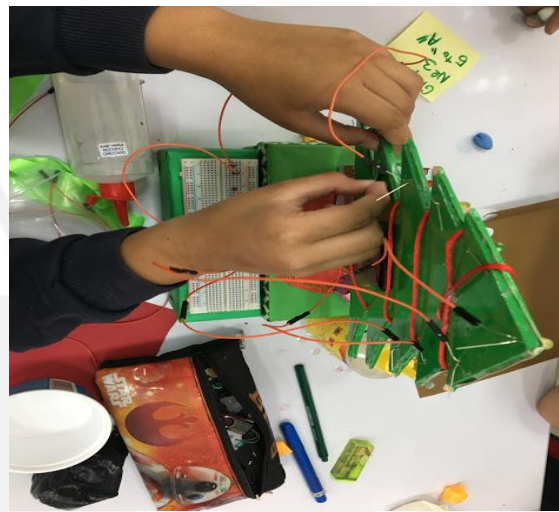
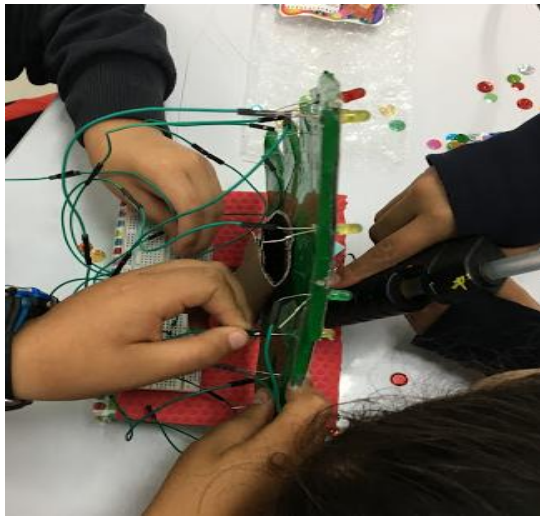


C. Segundo registro fotográfico: Jueves 24 de Octubre de 2019



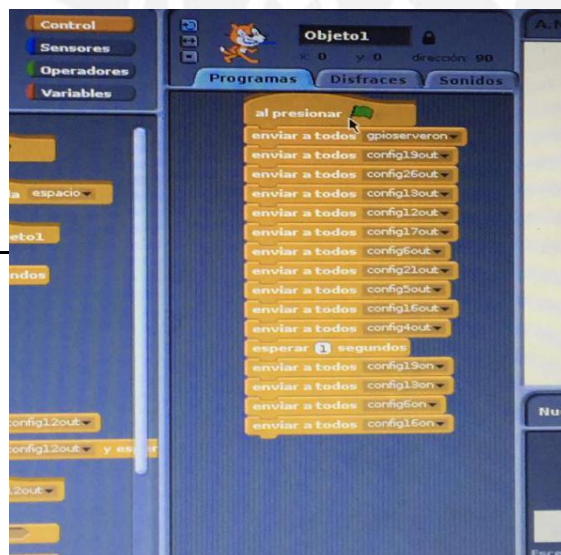
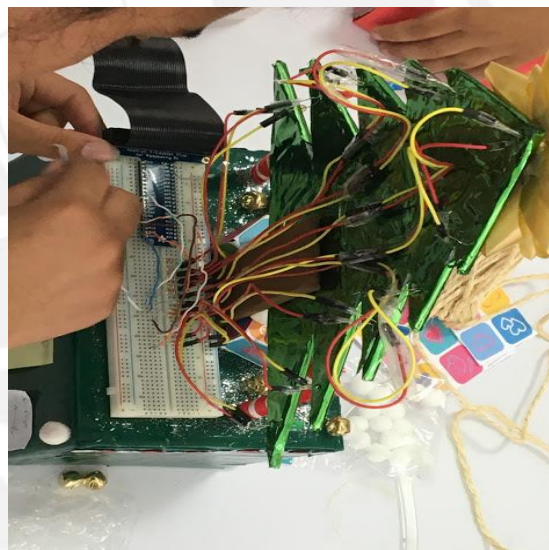
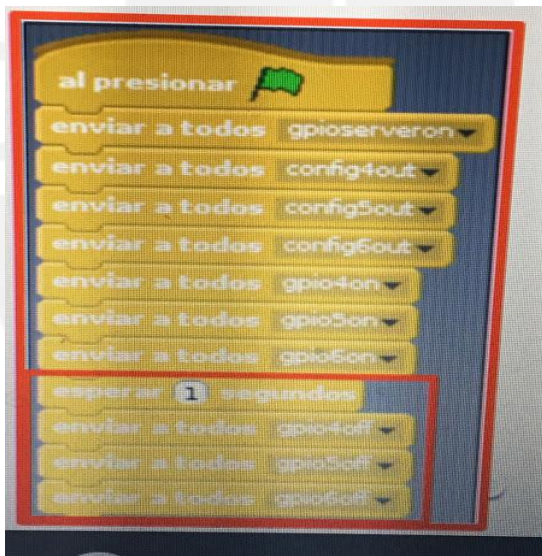
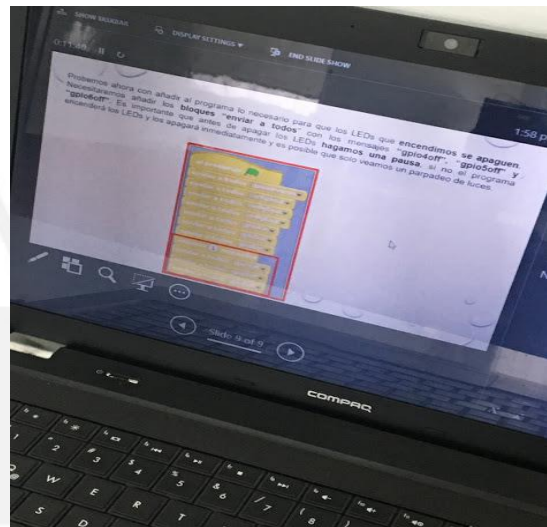
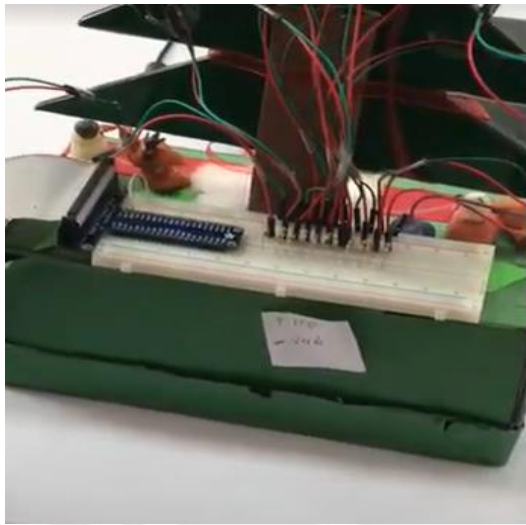


D. Tercer registro fotográfico: Jueves 14 de Noviembre de 2019





E. Cuarto registro fotográfico: Jueves 21 de Noviembre de 2019





### Anexo 3. Matriz de Análisis de Datos

#### A. Guía de codificación de las matrices de análisis

##### A.1 Agrupación de datos obtenidos por técnica de análisis documental

<b>Objetivos</b>	<b>Categoría</b>	<b>Sub categoría</b>	<b>Dimensión observada</b>	<b>Código</b>
Describir los aspectos de la planificación didáctica que configuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to de primaria	Planificación didáctica	Propósito del proyecto	Los objetivos en su planificación denotan algún vínculo interdisciplinar evidenciando los logros que se espera por cada campo abordado	OEOP#
		Tipo de contenido programado	La planificación contempla los tipos de contenido conceptual, procedimental y actitudinal orientados al desarrollo de competencias.	OETCP#
		Secuencia didáctica	La configuración del entorno de aprendizaje a partir de la secuencia didáctica que propone la planificación.	OESD#

A.2 Agrupación de datos obtenidos por técnica de observación

<b>Objetivos</b>	<b>Categoría</b>	<b>Sub categoría</b>	<b>Dimensión observada</b>	<b>Código</b>
Determinar los componentes didácticos que estructuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to de primaria	Componentes didácticos	Conocimiento conceptual y epistemológico	Se formalizan conceptos y conocimientos a través de procedimientos y fundamentos epistemológicos propios de los campos disciplinares correspondientes.	OPEDD#
		Conocimiento procedimental	Desarrolla las sesiones bajo una secuencia progresiva de acciones que permite aplicar el aprendizaje en un nuevo contexto o nivel.	OPECD#
		Recursos pedagógicos	Se evidencian recursos que permiten diseñar soluciones a las problemáticas abordadas.	OEERD#
		Metodología de enseñanza	La secuencia didáctica está planteada bajo una metodología activa específica o rasgos propios de alguna que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje.	OEEMD#
		Estrategias pedagógicas	Utiliza estrategias pedagógicas que permiten demostrar la puesta en práctica de diversas habilidades individuales y grupales para resolver problemas.	OPEHD#

## B. Vaciado de análisis de datos

### B.1 Datos extraídos del documento de planificación

---

<b>Matriz de análisis documental</b>		
Variable	Dimensión observada	Observación
Propósito del proyecto	Los objetivos en su planificación denotan algún vínculo interdisciplinar evidenciando los logros que se espera por cada campo abordado.	<p>La idea central de la unidad es cómo el avance tecnológico y científico repercute en la sociedad y el medio ambiente (OEOP1).</p> <p>Desarrollan la construcción de su primer arbolito navideño y se ve cómo ha ido avanzando la tecnología a través de los años (OEOP2).</p>
Tipo de contenido programado	La planificación contempla los tipos de contenido conceptual, procedimental y actitudinal orientados al desarrollo de competencias	<p>Los conceptos que deben estar presentes a lo largo de la ejecución del proyecto son Tecnología, Innovación y Sustentabilidad (OETCP1).</p> <p>Los conceptos clave que deben ser abordados en el proyecto están relacionados a la reflexión sobre cómo interviene el desarrollo tecnológico en el medio ambiente, reconocer la influencia de los avances científicos y el impacto de las acciones en la sustentabilidad del medio ambiente (OETCP2).</p> <p>El tema transdisciplinario es cómo funciona el mundo y el proyecto elegido para ir relacionándose con esta idea es realizar un sistema electrónico programado plasmado (OETCP3).</p> <p>Las preguntas que evalúan el progreso de los aprendizajes son cuál es la diferencia entre el trabajo de Raspberry Pi con el programa Scratch, qué aprendieron y cómo lo aprendieron (OETCP4).</p>

---

Secuencia didáctica	La configuración del entorno de aprendizaje a partir de la secuencia didáctica que propone la planificación	<p>Los estudiantes deben reconocer de qué trata el video presentado al inicio, reflexionar sobre la conexión que guarda con el tema transdisciplinario que es Cómo funciona el mundo (OESD1)</p> <p>Recuerdan su lugar de trabajo y sus acuerdos de convivencia (OESD2)</p> <p>Identifican el entorno de Scratch conectado a la caja de actividades y a la Raspberry Pi ingresando al programa en donde codificarán mediante el lenguaje de bloques su propio proyecto (OESD3)</p>
---------------------	---	--

## B.2 Datos observados por 4 sesiones (4 semanas)

### **Matriz de datos observados: semana 1**

Variable	Dimensión observada	Observación
Conocimiento conceptual y epistemológico	Se formalizan conceptos y conocimientos a través de procedimientos y fundamentos epistemológicos propios de los campos disciplinares correspondientes.	Por ejemplo, un grupo de alumnos ya había culminado el proyecto 2 (...) y llaman a la docente para enseñar su trabajo. Esta, al corroborar el logro del reto, les hizo la siguiente pregunta “¿Qué pasa si le ponemos más tiempo?” (OPEDD1).
Conocimiento procedimental	Desarrolla las sesiones bajo una secuencia progresiva de acciones que permite aplicar el aprendizaje en un nuevo contexto o nivel.	<p>Esta explicación de los códigos y bloques fue dada por la docente. De esa manera, procedieron a realizar algunos ejemplos encendiendo un par de luces LED bajo el modelado de la docente (OPECD1).</p> <p>Otros que iban terminando estaban intentando prender los demás focos LED siguiendo la lógica de la demostración (OPECD2).</p> <p>La profesora procedió a mostrar los 10 desafíos que los estudiantes debían realizar a continuación. Estos fueron presentados como proyectos de programación, los cuales debían de ser superados uno a uno. Ellos tenían que</p>

---

demostrar a la profesora los bloques de programación usados y el funcionamiento del esquema de programación por cada desafío, para proceder así con el siguiente hasta completar los diez propuestos (OPECD3).

Cuando llamaban a la profesora para que observe su avance, ella añadía preguntas como “¿Qué podrían hacer para que ese bucle sea infinito?” o “¿Cómo podrían hacer para que todo el bucle dure solamente un minuto y luego se apague?”. Entonces se oían ideas de los mismos estudiantes como en el caso de un equipo que decían: “¿Qué tal si agregamos este bloque?”, otro respondía: “Pero si no funciona, mejor ya no lo muevas” y un integrante más replicó: “No pasa nada, igual lo podemos regresar a como estaba antes pero ya sabemos si funciona o no”(OPECD4).

Recursos pedagógicos

Se evidencian recursos que permiten diseñar soluciones a las problemáticas abordadas.

la docente se encargaba de conectar la caja de actividades a un dispositivo de Raspberry Pi y este último debía ser conectado a la computadora que los estudiantes iban a utilizar en grupos (OEERD1).

Metodología de enseñanza

La secuencia didáctica está planteada bajo una metodología activa específica o rasgos propios de alguna que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje.

La sesión comenzó con la explicación de la docente sobre el proyecto final que debían realizar de manera conjunta. El trabajo esperado era un árbol de navidad que tenía luces LED (OEEMD1).

Estrategias pedagógicas

Utiliza estrategias pedagógicas que permiten demostrar la puesta en práctica de diversas habilidades individuales y grupales para resolver problemas.

Los estudiantes trabajaban y conversaban en sus grupos sobre cómo seguir los pasos indicados. (OPEHD1).

---

**Matriz de datos observados: semana 2**

Variable	Dimensión observada	Observación
Conocimiento conceptual y epistemológico	Se formalizan conceptos y conocimientos a través de procedimientos y fundamentos epistemológicos propios de los campos disciplinares correspondientes.	A continuación, la profesora presentó un Power Point con la explicación de la polaridad del LED y los tipos de resistencia. Indicaba en su presentación cuáles eran los lados tanto positivo y negativo en las bombillas, esto con la finalidad que sepan cómo deben conectarlos en sus proyectos. Mencionó también, de manera textual, las definiciones que había colocado en las diapositivas. Además, comentó sobre las resistencias que estas hacen que el foco no se queme y por la sobre carga de energía que sucede en algunos casos. (OPEDD2)
Conocimiento procedimental	Desarrolla las sesiones bajo una secuencia progresiva de acciones que permite aplicar el aprendizaje en un nuevo contexto o nivel.	
Recursos pedagógicos	Se evidencian recursos que permiten diseñar soluciones a las problemáticas abordadas.	Los alumnos llegaron a la clase con los materiales para decorar los árboles de navidad. La profesora les dio a los grupos la base para cada árbol. Este fue diseñado en Thinkercad y llevado a la impresora 3D por la docente previamente. Para el decorado se había pedido a los estudiantes que lleven una caja pequeña para que sea el soporte del árbol, arena, tijeras, papel crepe verde, escarcha, entre otros que sirvan para añadir detalles (OEERD2).
Metodología de enseñanza	La secuencia didáctica está planteada bajo una metodología activa específica o rasgos propios de alguna que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje.	
Estrategias pedagógicas	Utiliza estrategias pedagógicas que permiten demostrar la puesta en	La profesora les decía a los alumnos que la decoración contaba como un punto importante para la presentación final y

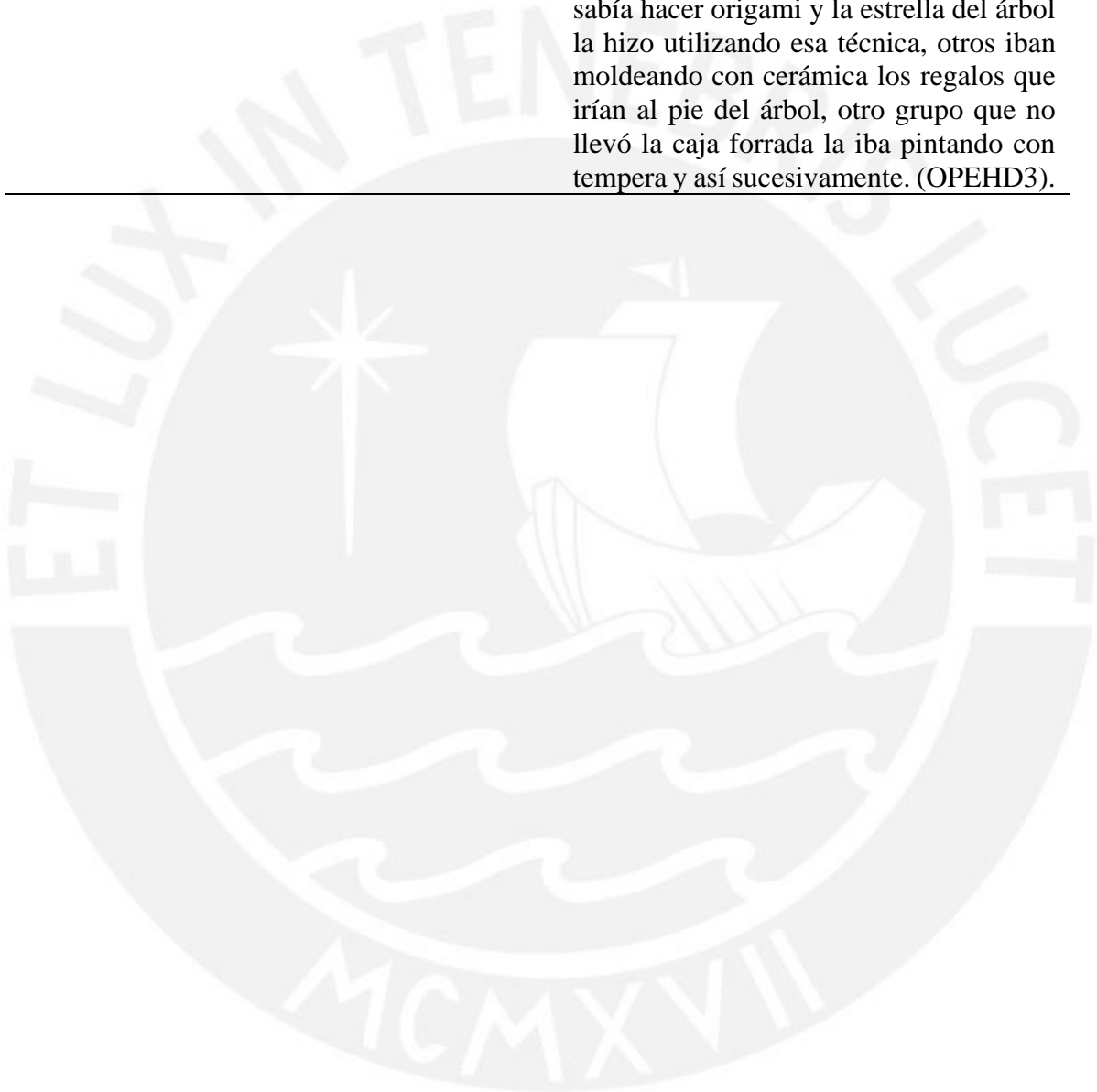
---

---

práctica de diversas habilidades individuales y grupales para resolver problemas. mostró el avance de los estudiantes de otras secciones para que puedan tener referencia de trabajos creativos de otros compañeros (OPEHD2).

Entre los grupos se percibía que intercambiaban ideas para la decoración constantemente. Uno de los estudiantes sabía hacer origami y la estrella del árbol la hizo utilizando esa técnica, otros iban moldeando con cerámica los regalos que irían al pie del árbol, otro grupo que no llevó la caja forrada la iba pintando con tempera y así sucesivamente. (OPEHD3).

---



---

**MMatriz de datos observados: semana 3**

Variable	Dimensión observada	Observación
Conocimiento conceptual y epistemológico	Se formalizan conceptos y conocimientos a través de procedimientos y fundamentos epistemológicos propios de los campos disciplinares correspondientes.	Explicó además que en el protoboard (que es en donde desembocan estos cables) las columnas de los extremos se usan para darles carga positiva y negativa de corriente al tablero y en este caso se la transmitirán a los cables. En ese sentido, es necesario también saber en qué ubicación se conectan los cables positivos y negativos que darán carga al foco LED. (OPEDD3).
Conocimiento procedimental	Desarrolla las sesiones bajo una secuencia progresiva de acciones que permite aplicar el aprendizaje en un nuevo contexto o nivel.	Al tener este circuito armado para un foco, deberían los alumnos seguir conectando los demás que habían incorporado a su árbol. (OPECD5)
Recursos pedagógicos	Se evidencian recursos que permiten diseñar soluciones a las problemáticas abordadas.	La profesora repartió los cables DuPont de colores a los grupos para que puedan realizar las conexiones respectivas de los LED con el Protoboard. Así también, en este último dispositivo estaba integrada una T- cobbler Plus de Raspberry Pi la cual cuenta con puertos GPIO (General Purpose Input Output) que pueden ser configurados vía software, en este caso, con Scratch, para el propósito del proyecto (OEERD3).
Metodología de enseñanza	La secuencia didáctica está planteada bajo una metodología activa específica o rasgos propios de alguna que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje.	
Estrategias pedagógicas	Utiliza estrategias pedagógicas que permiten demostrar la puesta en práctica de diversas habilidades individuales y grupales para resolver problemas.	Después de haber hecho una explicación general a todos los grupos haciendo uso de los cables, y los dispositivos de programación en su mesa de trabajo, la profesora les dio 20 minutos para que realicen las conexiones de los cables a los focos LED (OPEHD4).

---





---

**Matriz de datos observados: semana 4**

Variable	Dimensión observada	Observación
Conocimiento conceptual y epistemológico	Se formalizan conceptos y conocimientos a través de procedimientos y fundamentos epistemológicos propios de los campos disciplinares correspondientes.	La duda de uno de los equipos era sobre cómo colocar la resistencia en el circuito. La docente les dijo que la resistencia tenía que estar entre la fuente de corriente directa y el foco, de manera lineal, por lo tanto, tenían que seguir la secuencia de los focos que habían colocado. Replicó además que se fijen bien en cuál es positivo o negativo en cada ubicación (OPEDD4).
Conocimiento procedimental	Desarrolla las sesiones bajo una secuencia progresiva de acciones que permite aplicar el aprendizaje en un nuevo contexto o nivel.	Después de unos minutos compartió el procedimiento de la programación por bloques con los estudiantes en la pizarra. Tenían que estar presentes los comandos GPIO dentro de enviar porque este sería el puente que manda la orden a la Raspberry. La docente mostraba su presentación mientras demostraba cómo se encendían las luces. (...) la docente preguntó si se había entendido y una alumna dijo que se parecía a lo que habían hecho con la caja de actividades, porque el procedimiento era similar y luego algunos compañeros repetían la misma idea o decían “sí, miss, es como lo que ya hemos hecho” (OPECD6).
Recursos pedagógicos	Se evidencian recursos que permiten diseñar soluciones a las problemáticas abordadas.	Cuando llegó la docente los animó a seguir avanzando en el proyecto y anunció que en 30 minutos tendrían que hacer una pausa para que explique cómo se hace la programación de los bloques para el encendido de las luces LED (OEERD4).
Metodología de enseñanza	La secuencia didáctica está planteada bajo una metodología activa específica o rasgos propios de alguna que permitan alcanzar los objetivos de aprendizaje.	Tres equipos colocaron los cables que iban hacia el terminal positivo del LED de un color, y los negativos de otro color. Otro grupo apuntó en un post it los colores positivos y negativos de los cables que iban colocando. Así también, otro equipo apuntó en una

---

hoja cuales son los numerales de los pines GPIO en los que colocaban ciertos colores de cables para digitar más rápido (OEEMD2).

La profesora les dio la razón a los alumnos y les dio el resto del tiempo de la clase para que trabajen en la programación y si tenían dudas la podían llamar (OEEMD3).

Estrategias pedagógicas

Utiliza estrategias pedagógicas que permiten demostrar la puesta en práctica de diversas habilidades individuales y grupales para resolver problemas.

Los estudiantes llegaron unos minutos antes a la clase, tomaron sus proyectos que dejaron en el laboratorio de Innovación y comenzaron a realizar el cableado que no terminaron la clase anterior ( OPEHD5).

En algunos equipos de 5 integrantes se habían distribuido la programación entre dos integrantes y el resto seguían conectando y apuntando las ubicaciones de los cables en el papel o algunos miembros del equipo se acercaban a ver el ejemplo de la maestra y volvían para ayudar a programar a los encargados o rotaban los puestos (OPEHD6).

---

C. Matrices de análisis de datos codificados

<b>Objetivos</b>	<b>Categoría</b>	<b>Sub categoría</b>	<b>Código</b>
Describir los aspectos de la planificación didáctica que configuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to de primaria	Planificación didáctica	Propósito del proyecto	OEOP1, OEOP2.
		Tipo de contenido programado	OETCP1, OETCP2, OETCP3, OETCP4.
		Secuencia didáctica	OESD1, OESD2, OESD3
Determinar los componentes didácticos que estructuran el enfoque de enseñanza del curso de Innovación de 5to de primaria	Proceso de enseñanza	Conocimiento conceptual y epistemológico	OPEDD1, OPEDD2, OPEDD3, OPEDD4.
		Conocimiento procedimental	OPECD1, OPECD2, OPECD3, OPECD4, OPECD5, OPECD6.
		Recursos pedagógicos	OEERD1, OEERD2, OEERD3, OEERD4.
		Metodología de enseñanza	OEEMD1, OEEMD2, OEEMD3.
		Estrategias pedagógicas	OPEHD1, OPEHD2, OPEHD3, OPEHD4, OPEHD5, OPEHD6.

#### Anexo 4. Guía de observación

##### Guía de observación sobre un entorno educativo orientado bajo elementos del enfoque STEM de enseñanza

Institución educativa			
Tema de la clase			
Fecha	/ /	Número de clase observada	Nº
Categorías	Criterios	Observaciones	
Incorpora las disciplinas STEM	¿Cómo se incluyen conceptos, teorías o ejemplos sobre cada una de las áreas STEM?		
	¿Cómo la secuencia de actividades incorpora procedimientos prácticos de las áreas STEM?		
Inserción interdisciplinar de las áreas STEM	¿De qué manera la propuesta integra los contenidos de forma interdisciplinar de materias STEM?		
	¿De qué forma el propósito del proyecto se interrelaciona con las disciplinas STEM?		
Los proyectos están basados en contextos reales	¿Cómo se formula y/o incentiva a la formulación de problemas reales en base a un contexto concreto?		
	¿En qué momentos se incluyen debates, consensos y oportunidades de planificación del diseño para la solución del proyecto?		
Emplea estrategias y metodologías de enseñanza que favorecen el entorno educativo STEM	¿El enfoque de enseñanza de la clase comparte aspectos de las líneas metodológicas del ABP o Design Thinking en la secuencia didáctica?		
	¿De qué forma se promueve el aprendizaje cooperativo de los estudiantes a través de la metodología propuesta en la clase?		
Manejo de recursos tecnológicos	¿Qué recursos que permitan diseñar soluciones tecnológicas a los problemas planteados se proponen en la sesión?		
	¿En qué momentos de la sesión se hace explícita la utilidad de los recursos, sus diseños, composición, y usos cotidianos permitiendo la comprensión práctica de cada uno de ellos?		

## Anexo 5. Consentimiento Informado

### PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA INSTITUCIÓN Y DOCENTES

La presente investigación tiene como responsable a *Karla Brigitte Aguilar Sotelo* de la Pontificia Universidad Católica del Perú. El objetivo de este estudio es conocer las características del proceso de enseñanza del curso de Innovación. Específicamente, se pretende estudiar aquellas que se orientan hacia el enfoque STEM (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

Es importante sistematizar experiencias educativas que sigan esta línea para generar aportes a la comunidad educativa en un tema que viene teniendo relevancia a partir del crecimiento tecnológico. Tener el aula de Innovación como referente tiene un valor significativo para la investigación y se espera que posteriormente pueda ser acogida de igual manera por la institución.

En este contexto, cabe precisar que la investigadora desempeñará el rol de observadora durante las sesiones asignadas para el estudio. La observación no participante se centrará en la docente y en su interacción con los alumnos con el fin de conocer el enfoque metodológico que guía sus sesiones y la propuesta educativa que ofrece en el curso de Innovación.

Es importante recalcar que en la observación solo participa la investigadora encargada. Así también, no se necesitará la participación de ningún padre de familia o de otros agentes que pertencen a la comunidad educativa. La observación se realizará solo en el aula de Innovación en el horario, aula y durante el periodo asignado.

Finalmente, se reitera el agradecimiento por permitir efectuar esta observación. La investigadora se ajustará a las normas institucionales con el fin de preservar el compromiso ético con la institución y asegurar que no se trasgredirá, dañará o expone a algún participante.

Lima, 2019

## Anexo 6. Juicio de Expertos

### Carta de aprobación de instrumento de observación para la aplicación en el aula

Costa Rica, 05 de agosto del 2019

Yo Marco Vinicio López Gamboa, experto en el tema que se sustenta en la presente tesis, declaro mi aprobación de la guía de observación titulada "Guía de observación sobre el manejo de clases en relación al perfil del docente STEM". La cual se podrá utilizar para los fines del estudio de caso, debido a que, cumple coherentemente con los objetivos planteados y acoge las características de la enseñanza bajo el enfoque STEM. Así mismo, esta guía puede generar aportes significativos tanto desde los resultados que se dispongan para este estudio como para investigaciones futuras.



Mag. Marco Vinicio López Gamboa  
NeuroAula, Centro de Investigación y  
Gestión en Educación, Tecnología e  
Innovación de I.S. Corporación.