UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

# Desarrollo de los procesos básicos de pensamiento desde la Pedagogía Conceptual a partir de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM

Liliana Martinez Peña

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Educación
Maestría en Educación en Tecnología
Bogotá D.C.
2021

# Desarrollo de los procesos básicos de pensamiento desde la Pedagogía Conceptual a partir de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM

Liliana Martinez Peña

Trabajo de Grado para optar por el título de
Magister en Educación en Tecnología

Modalidad: Investigación

Director
Hamlet Santiago González Melo Ph.D

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Educación
Maestría en Educación en Tecnología
Bogotá D.C.
2021

ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN #13 DE 1946 “La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

## Agradecimientos

Gracias a Dios por la bendición de la salud y la vida en tiempos de pandemia, a mi familia, porque todos ellos han contribuido con su tiempo y paciencia para que este proyecto en mi vida llegara a su final. Especialmente, a mi hermana Nancy Martinez quien me acompañó paso a paso en este proceso.

*RESÚMEN ANALÍTICO.*

| **TIPO DE DOCUMENTO:** | **TIPO DE IMPRESIÓN:** | **NIVEL DE CIRCULACIÓN:** |
|---|---|---|
| Informe final de trabajo de grado de Maestría en Educación en Tecnología. Modalidad: Investigación | Digitado en computador. | General. |
| **ACCESO AL DOCUMENTO** | | |
| **Lugar**: http://repository.udistrital.edu.co/ | | **Número de documento**: |
| **TÍTULO:** Desarrollo de los procesos básicos de pensamiento desde la Pedagogía Conceptual a partir de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM | | |
| **AUTOR(ES):** Martinez, L. | **PUBLICACIÓN:** Martinez, L. (2021). *Desarrollo de los procesos básicos de pensamiento desde la Pedagogía Conceptual a partir de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia. | |
| UNIDAD PATROCINANTE: N/A | | |
| **PALABRAS CLAVES:** Pedagogía, STEAM, Desarrollo de Competencias, Robótica. | | |

**DESCRIPCIÓN**

**Informe de trabajo de grado** cuyo propósito es identificar avances en las operaciones intelectuales de los estudiantes de grado 1002 del Colegio Eduardo Umaña Mendoza, posterior a la aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM. La autora asume las operaciones intelectuales desde los planteamientos de la Pedagogía Conceptual de Miguel de Zubiria haciendo énfasis en el análisis de representaciones gráficas del conocimiento o ideogramas para la resolución de problemas. La investigación también realiza una descripción de las interacciones de una práctica educativa realizada desde la virtualidad y la importancia de la implementación de las TICs en un proceso de aplicación del conocimiento no fragmentado aplicando temáticas relacionadas con la Robótica en proyectos que buscan dar solución a problemas que los estudiantes han identificado en su entorno.

**FUENTES:**

Se citan en total 39 referencias bibliográficas que van del año 1995 al año 2019, las cuales giran alrededor de las siguientes temáticas: Tecnología, STEAM, Pedagogía Conceptual, procesos básicos de pensamiento, operaciones intelectuales, Robótica, Grafos. Se destacan: Zubiria, Sánchez, Cilleruelo y Zubiaga, Sanders, Ejiwale, Ministerio de Educación Nacional Colombia.

**CONTENIDOS:**

**La autora presenta la investigación dividida en los siguientes capítulos:**

- Contexto, en el cual se describe las características y las interacciones de la institución educativa en la cual se desarrolla la investigación.
- Planteamiento del problema, pregunta y objetivos, la búsqueda de información permitió establecer una limitada descripción de la aplicación de los grafos como herramienta de representación de procesos básicos de pensamiento en la solución de problemas matemáticos, porque su uso en la Pedagogía Conceptual se enfoca especialmente en la lectura y la escritura; por ello a través de esta investigación se busca inicialmente mostrar la utilidad de estas representaciones en el área de matemáticas no sólo centrados en los valores de las variables sino también en las relaciones que resultan del análisis y la búsqueda de posibles soluciones en la resolución de un problema. Además, se espera visibilizar la posibilidad de establecer la relación entre la profundidad de los niveles de un gráfico elaborado por un estudiante y su desarrollo en los procesos básicos de pensamiento, previo y posterior a la implementación de una estrategia didácticas basada en el enfoque pedagógico STEAM.
- Justificación, la apatía hacia los aprendizajes en el área de matemáticas, la necesidad manifestada por los estudiantes de cambios en las metodologías de enseñanza del área antes nombrada, sumado a los bajos resultados en pruebas externas; motivan la solicitud de apoyo por parte de las directivas de la institución para abordar ciertos temas relacionados con las matemáticas desde otras áreas del conocimiento, situación que es resuelta con la aplicación de la estrategia basada en el enfoque pedagógico STEAM. El proyecto aporta la integralidad y la interdisciplinariedad del conocimiento a través de temáticas relacionadas con la Robótica, así como el enriquecimiento de las prácticas pedagógicas al incorporar las Artes en el proceso. En este mismo orden de ideas se mencionan alcances de la investigación como son el cambio en las dinámicas del aprendizaje en la resolución de problemas utilizando herramientas tecnológicas y la identificación de avances en las operaciones intelectuales elegidas posterior a la aplicación de la unidad didáctica. No obstante, se referencian algunas limitantes en el desarrollo del proyecto, entre ellas, la falta de apoyo pedagógico de otras áreas para la implementación de la unidad didáctica; la imposibilidad de realizar trabajo en equipo con los estudiantes y el acceso a los dispositivos eléctricos y electrónicos a causa de las medidas por emergencia sanitaria debido al Covid – 19.
- Antecedentes, la necesidad de un cambio en las metodologías aplicadas para el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias, son materia de estudio desde hace ya más de dos décadas, surge sobre los años 2000 una propuesta innovadora para motivar a los estudiantes a participar de proyectos STEM y STEAM con el propósito de desarrollar habilidades para desempeñarse en el mundo actual resolviendo problemas de su entorno, aplicando conocimientos transversales en varias áreas del conocimiento.
- Marco Teórico, desde la perspectiva de autores como Zubiria (2018) y Sánchez (1995) se encuentra a través de la representación gráfica de los conocimientos un instrumento para medir el desarrollo o avances en las operaciones intelectuales jerarquización, supresión y generalización utilizando procesos de análisis y síntesis. Adicionalmente, un estudio de las bondades del STEAM para el desarrollo de habilidades en la solución de problemas del entorno con miras a lograr un aprendizaje significativo, aplicando herramientas tecnológicas y TICs.
- Marco Metodológico, donde se muestra la aplicación de la metodología holística desde sus cuatro fases: perceptual, aprehensiva, comprensiva e integrativa, seguido de una descripción de los instrumentos a aplicar en la implementación del proyecto.
- Análisis de resultados, con un análisis descriptivo de la aplicación de las pruebas y la unidad didáctica diseñadas utilizando instrumentos cuantitativos y descripciones cualitativas de las interacciones en el ciberespacio utilizando TICs para lograr aprendizajes en temáticas relacionadas con la Robótica.
- Conclusiones, en la cual la autora realiza un recorrido de los aprendizajes obtenidos durante el proceso de la investigación y en los cuales se resaltan hallazgos sobre los temas planteados en el Marco Teórico.

Para finalizar en el proyecto de grado se presenta una lista de referencias bibliográficas y los anexos correspondientes.

**METODOLOGÍA:**

En el informe de Tesis la investigadora teniendo como referencia a Hurtado (2000) aplicó una Metodología Holística en la cual el uso de paradigmas cuantitativos y cualitativos permiten integrar perspectivas para ver la realidad como un todo. Para ello se organizaron cuatro etapas: Perceptual, Aprehensiva, Comprensiva e Integradora, las cuales tienen la posibilidad de sobreponerse o repetirse de acuerdo con las necesidades. La investigación tiene como población a los estudiantes del grado 1002 de la institución Eduardo Umaña Mendoza IED, ubicado en la localidad de Usme; las pruebas y la unidad didáctica se aplicaron a 32 estudiantes matriculados en el énfasis Electrónica que ofrece la institución para estudiantes de la Educación Media Vocacional. Se tomó una muestra de 9 estudiantes, haciendo uso de TICs como las aulas virtuales, redes sociales y clases sincrónicas para identificar participación y cambios durante la implementación de las pruebas y la unidad didáctica propuesta.

**CONCLUSIONES:**

La autora concluye que finalizada la aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM, se pueden evidenciar algunos avances en la construcción del conocimiento cuando los estudiantes a través de la operacionalización integran procesos intelectuales de jerarquización, supresión y generalización evidenciando la aplicación de procesos básicos de pensamiento como lo son el análisis y la síntesis en la solución de problemas de su entorno. Además, se reconocen aportes como la aplicación de la teoría de grafos a la representación que los estudiantes hacen de los conocimientos adquiridos a través de ideogramas.

De igual forma, se reconocen ente las bondades del enfoque pedagógico STEAM la integración de temáticas relacionadas con la Robótica, las cuales permiten profundizar en contenidos relacionados con la Ingeniería, las Matemáticas y la Física utilizando herramientas tecnológicas y el Arte; dándole a los estudiantes la posibilidad de contextualizar el conocimiento para aplicarlo en la solución de las necesidades de su entorno.

| | | |
|---|---|---|
| **ELABORACIÓN**:19 de enero de 2021 | **ELABORADO POR:** | **REVISADO Y CORREGIDO POR:** |
| **REVISIÓN Y CORRECCIÓN**: | Liliana Martinez Peña | Hamlet Santiago Gonzales Melo Ph.D |

## Resumen

La presente investigación analiza el impacto de una propuesta didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM, Sigla que integra Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, en el desarrollo de los procesos básicos de pensamiento, específicamente en las operaciones intelectuales: jerarquizar, suprimir y generalizar, desde la Pedagogía Conceptual.

Se utiliza la medición de la profundidad de los nodos en los ideogramas para, establecer una valoración inicial de las representaciones elaboradas por los estudiantes, seguida de una descripción de la implementación de la estrategia en tiempos de aislamiento por emergencia sanitaria, con el fin de analizar variaciones en la aplicación de conocimientos para la solución de problemas de su entorno. El análisis desarrollado desde la metodología holística muestra a partir de una descripción de situaciones en su contexto, las variaciones en los procesos de pensamiento después de la aplicación de la estrategia didáctica que integra cinco áreas del conocimiento.


Palabras clave: pedagogía, STEAM, desarrollo de competencias, robótica.


## Abstract

The following research analyzes the impact of a didactical proposal based on the STEAM pedagogical approach; initials that integrate Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, in the development of the basic thought processes, specifically in the intellectual operations: ranking, deleting and generalising, from the conceptual pedagogy.

The depth measurement of the nodes in the ideograms is used for stablishing an initial assesment of the representations made from the students, after a description of the implementation of the strategy in isolation times about health emergency, with the final purpose

of analyzing variations in the application of knowledge for solving problems of the environment.The developed analysis from the holistic methodology shows from a description based on the context, the variations in the thought processes after the application of the didactical strategy that integrates five areas of the knowledge.

Keywords: pedagogy, STEAM, skills development, robotics.

## Tabla de Contenidos



Introducción ..... 1
Capítulo 1 Contexto de la Investigación ..... 5
Capítulo 2 Planteamiento del problema, pregunta y objetivos ..... 9
2.1 Planteamiento del problema ..... 9
2.2 Pregunta problema ..... 11
2.3 Objetivos ..... 12
2.3.1 General ..... 12
2.3.2 Específicos ..... 12
Capítulo 3 Justificación ..... 13
Capítulo 4 Antecedentes ..... 17
4.1 Orígenes STEM y STEAM ..... 17
4.2 Proyectos STEAM y solución de problemas ..... 17
4.3 Operaciones Intelectuales ..... 20
Capítulo 5 Marco Teórico ..... 21
5.1 Operaciones Intelectuales desde la Pedagogía Conceptual ..... 21
5.1.1 Ideogramas como representación del conocimiento ..... 26
5.2 Estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM ..... 27
5.3 La robótica una mirada práctica al entorno ..... 30
Capítulo 6 Marco Metodológico ..... 33
6.1 Nivel Perceptual en la Metodología Holística ..... 36
6.1.1 Instrumento Encuesta estudiantes en el área de Matemáticas ..... 37
6.2 Nivel Aprehensivo en la Metodología Holística ..... 38
6.2.2 Aplicación del instrumento Prueba Diagnóstica ..... 41
6.2.3 Análisis de la información ..... 41
6.3 Nivel Comprensivo en la metodología holística ..... 42
6.3.1 Diseño de la Unidad Didáctica basada en el enfoque STEAM ..... 42
6.3.2 Desarrollo de la Unidad didáctica ..... 43
6.4. Nivel Integrativo. Análisis de resultados ..... 47
6.4.1 Encuesta de Percepción sobre las Actividades Planteadas ..... 48
Capítulo 7 Análisis de Resultados ..... 49
7.1 Análisis de la etapa Perceptual ..... 49
7.2 Análisis de la Etapa Aprehensiva ..... 51
7.3 Análisis Etapa Comprensiva ..... 56
7.3.1 Análisis Unidad Didáctica Actividad 1 ..... 57
7.3.2 Unidad Didáctica Actividad 2 ..... 61
7.3.3 Análisis Unidad Didáctica Actividad 3 ..... 63
7.4 Análisis Etapa Integrativa ..... 65
Capítulo 8 Conclusiones ..... 71
Lista de Referencias ..... 77
Anexos ..... 83
Anexo 1 ..... 83
Anexo 2 ..... 85
Anexo 3 ..... 87
Anexo 4 ..... 89

Anexo 5 ..... 91
Anexo 6 ..... 93

## Lista de tablas

Tabla 1. Resultados Pruebas Saber 11° 2019 Colegio Eduardo Umaña Mendoza IED ……1
Tabla 2. Lineamientos Curriculares MEN para el desarrollo de la Unidad Didáctica STEAM...28
Tabla 3. Unidad Didáctica basada en el enfoque STEAM …….....43
Tabla 4. Rúbrica de Evaluación Unidad Didáctica STEAM ……...…47
Tabla 5. Resumen Actividad 1 realizada por los estudiantes ……..57
Tabla 6. Respuestas de los estudiantes a las preguntas 4 y 5 ……..68

## Lista de figuras

Figura 1. Períodos del desarrollo intelectual basados en Piaget (1974) . ..... 22
Figura 2. Teoría de las seis Lecturas. Tomado de Zubiria (2018, p. 173) ..... 24
Figura 3. Ciclo Holístico basado en la Infografía N° 5 de Hurtado (2000, p. 21) ..... 34
Figura 4. Imagen Formulario de Google en aula de Classroom ..... 37
Figura 5. Estudiantes con actividades pendientes por asignatura. Drive de Ciclo V. ..... 49
Figura 6. Diagrama de resultados aplicación instrumento encuesta estudiantes en el área de Matemáticas.. ..... 50
Figura 7. Gráfico Pregunta 1. ..... 52
Figura 8. Grafo Pregunta 1. ..... 52
Figura 9. Gráfico Pregunta 2. ..... 53
Figura 10. Grafo Pregunta 2. ..... 53
Figura 11. Análisis pregunta 1 y 2 Prueba Diagnóstica ..... 54
Figura 12. Respuestas a la pregunta 3 de la prueba diagnóstica. . ..... 55
Figura 13. Respuestas a las preguntas 4 a la 7.. ..... 55
Figura 14. Encuesta de satisfacción Actividad 1 Unidad Didáctica. . ..... 59
Figura 15. Infografía imágenes Actividad 2. ..... 62
Figura 16. Gráficos estudiantes Actividad 3. ..... 64
Figura 17. Gráfico que muestra la profundidad de los nodos en los gráficos realizados por los estudiantes. Anexo 1 y 4.. ..... 66
Figura 18. Contraste respuestas pregunta 3 de la prueba diagnóstica. Anexo 5.. ..... 67

## Introducción

Lograr que los estudiantes participen motivados en el desarrollo de actividades que involucren temáticas de las áreas de matemáticas y física, como lo es la resolución de problemas es una dificultad generalizada, no solo en la básica sino también en la educación media. Generalmente, las temáticas carecen de una aplicación en su contexto real, que permitan al estudiante llenar de sentido la búsqueda de la aplicación de sus conocimientos.

Además, el escaso desarrollo de los procesos básicos de pensamiento indispensable para resolver problemas puede identificarse desde la primaria, la básica secundaria hasta la media vocacional y consiste en la dificultad que tienen los estudiantes para abordar, comprender y solucionar problemas utilizando estrategias de forma recursiva. Las causales de esta problemática se extienden desde la parte motivacional hasta una equivoca sucesión de aplicación de soluciones incorrectas a los problemas planteados.

En el colegio donde se desarrolla la investigación es tema de muchas reuniones y coloquios informales de profesores, la indiferencia, apatía y falta de interés de los estudiantes en las clases que normalmente se desarrollan en las aulas; especialmente en áreas como las matemáticas y la física, uno de los indicadores a tener en cuenta, derivados de esta problemática lo constituyen los bajos resultados en las pruebas Saber.

Tabla 1.
*Resultados Pruebas Saber 11° 2019 Colegio Eduardo Umaña Mendoza IED*

| Área | Promedio |
|---|---|
| Lectura Crítica | 52 |
| Matemática | 50 |
| Sociales y Ciudadanas | 47 |
| Ciencias Naturales | 47 |

| | |
|---|---|
| Inglés | 48 |

La tabla muestra los promedios obtenidos en cada área. Datos suministrados por el ICFES (2019b).

Ante la necesidad de aportar a la problemática antes mencionada, desde otras áreas del conocimiento, la presente investigación se plantea como una alternativa para fortalecer las operaciones intelectuales desde la Tecnología y la Informática, por ello, se considera pertinente plantear la estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM. El origen del término de esta propuesta según Portz (2015) y Ejiwale (2013), surge en los años 90 en Estados Unidos, con la integración de 4 áreas del conocimiento: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, a las que se le unió más tarde Artes; brindando así al estudiante la oportunidad de integrar saberes con un enfoque teórico y práctico, beneficiados además con la incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación.

El STEAM se presenta como un enfoque con metodologías variadas, pero en esta investigación se trabajará desde el aprendizaje basado en proyectos, por ser una metodología didáctica que permite la transversalización del conocimiento en las cinco áreas STEAM sin dejar de lado la visión global y el aprendizaje significativo. Se parte de una estrategia didáctica en el cual se transversaliza una temática contextualizada identificable en un problema que permite potencializar competencias clave: “el pensamiento crítico, la creatividad, la capacidad de iniciativa, la evaluación del riesgo, la toma de decisiones y la gestión constructiva de los sentimientos” recomendadas por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea en el 2006 y nombradas por

Ciruello y Zubiaga (2006, p. 3). Estas competencias evidencian el desarrollo de los procesos de pensamiento necesarios en la resolución de problemas.

A continuación, se plantea el objetivo del proyecto a través del cual se analizarán los avances en las operaciones intelectuales jerarquizar, suprimir y generalizar en la solución de problemas, posterior a la aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM en los estudiantes del grado 1002 de la Institución Eduardo Umaña Mendoza. Para su desarrollo se hace necesario una búsqueda de los antecedentes que permitan conocer los avances de investigaciones que hayan implementado el enfoque pedagógico STEAM y sus resultados en diferentes contextos alrededor del mundo.

En el Marco Teórico, primero se elabora una descripción de las operaciones intelectuales desde los autores Zubiria (2018), Zubiria (2010), y el desarrollo de los procesos básicos de pensamiento desde Sánchez (1995). En segundo lugar, se hará un recorrido por los planteamientos del enfoque pedagógico STEAM desde los autores Ejiwale (2013), Sanders (2009), Portz (2015), Kelley (2016), Cilleruelo y Zubiaga (2006); de igual manera se resaltan algunos contenidos de todas las áreas relacionadas, incluidas las competencias que el arte potencializa en los estudiantes.

También es importante puntualizar que para alcanzar los objetivos propuestos se utilizará una metodología que desde el punto de vista de Hurtado (2000) hace posible: "integrar los paradigmas "cuantitativo" y "cualitativo" apuntando hacia una concepción holística de la ciencia, capaz de explicar los fenómenos en estudio de manera más completa, que cada uno de los paradigmas por separado, e incluso juntos". (pp.12-

14). Está metodología permitirá el seguimiento a la aplicación y resultados de las estrategias implementadas en los estudiantes.

# Capítulo 1

## Contexto de la Investigación

El Colegio objeto de estudio se encuentra ubicado en la localidad de Usme en Jornada Única, de los 1257 estudiantes matriculados en los grados de Preescolar a Once, 136 se encuentran cursando su grado décimo y pertenecen a la población objeto de estudio. Los estudiantes pertenecen en su mayoría al estrato 1 y 2 según el sector en el cual se encuentran ubicados. La población sobre la cual se desarrolla el proyecto de investigación tiene en su mayoría entre 15 y 18 años. El área específica es la Tecnología e Informática.

Durante la contingencia de la emergencia sanitaria y la necesidad de orientar procesos de enseñanza aprendizaje alejados de la interacción social, el principal problema establecido es la conectividad para una población notoriamente vulnerable por su estrato socioeconómico, sin embargo, se cuenta en las clases sincrónicas con alrededor del 35% de los estudiantes de cada grupo y es con esa población objetivo que tiene posibilidades de conectividad con la cual se realizará la implementación del presente proyecto.

En cuanto al modelo pedagógico implementado en el colegio, se toma de su PEI lo siguiente:

> El modelo pedagógico adoptado por la institución es el Interestructurante porque además de sus características propias, involucra la interdisciplinariedad como eje fundamental del desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. Tomando como base que la institución está organizada por ciclos y que cada uno tiene una caracterización distinta, se establece un enfoque pedagógico problémico en los

> ciclos 4 y 5; en el ciclo 3 se aplica la pedagogía por proyectos, esto depende de la dinámica y de la impronta de cada uno. (PEI, 2014, pp. 5-6).

En cuanto a la Educación Media Vocacional, el colegio ofrece énfasis en Matemáticas, Electrónica, Arte y Comunicación, sabemos desde el área que no podemos llenar todas las expectativas en las modalidades y por ello, se ha diseñado un currículo basado en Pedagogía por Proyectos derivada del enfoque interacción social (Vygotsky, 1934) del modelo pedagógico constructivista, que en palabras de Not se clasifica como "autoestructuración, en la medida en que el alumno mismo es el artesano de su propia construcción" nombrado por Molina (2019, p.28).

Puede decirse, que el enfoque del colegio está clasificado en un modelo de autoestructuración, explicado a continuación según Zubiría (2010) como modelo educativo Interestructurante y dialogante:

> Hoy en día, un modelo pedagógico dialogante debe reconocer las diversas dimensiones humanas y la obligatoriedad que tenemos escuelas y docentes de desarrollar cada una de ellas. Como educadores, somos responsables frente a la dimensión cognitiva de nuestros estudiantes; pero así mismo, tenemos iguales responsabilidades en la formación de un individuo ético que se indigne ante los atropellos, se sensibilice socialmente y se sienta responsable de su proyecto de vida individual y social. No se trata simplemente de transmitir conocimientos, como supuso equivocadamente la Escuela Tradicional, sino de formar individuos más inteligentes a nivel cognitivo, afectivo, social y práxico. (p. 2).

Otro aspecto importante por mencionar es la malla curricular del área, en la cual se especifica que los estudiantes de grado décimo deben desarrollar proyectos altamente estructurados; por esta razón, la presente propuesta en su aplicación del enfoque pedagógico STEAM, incluirá didácticas enfocadas a integrar la representación y solución de problemas relacionados con las temáticas de física de grado décimo. Para la ejecución del proyecto los estudiantes objeto de estudio cuentan con portátil o Pc para desarrollar sus actividades.

Las problemáticas convivenciales y académicas según los reportes del Comité de Convivencia tienen su origen en diversos antecedentes: población venezolana desplazada, violencia intrafamiliar, hermanos mayores que cuidan a sus hermanos menores, ceden con facilidad ante la presión social, consumo de diversas sustancias sicoactivas, ausencia de acompañamiento por parte de los padres de familia, tienen trabajos informales en contrajornada o los fines de semana. Los problemas convivenciales son relativamente pocos en comparación con los grados sexto a noveno, sin embargo, podemos afirmar que se presentan dificultades académicas como en cualquier otro nivel.

En palabras de Cupani nombrado por Molina (2019) la educación en tecnología permite:

> El desarrollo de procesos de alfabetización tecnológica, pero también la formación de nuevos ciudadanos que no solo se limiten a la manipulación de artefactos, sino que desarrollen su capacidad de implementarla para solucionar problemas de su contexto. El desarrollo de competencias para la toma de

> decisiones y desarrollo de capacidades para solucionar problemas mediante el diseño, manejo, creación y/o desarrollo de objetos tecnológicos. (p. 9).

Además, es definida por Otalora (2014) como "la formación de las personas que se logra mediante sistemas organizados de hechos educativos, centrando la atención en la tecnología como esencia y como expresión" (p. 34). La investigación se puede ubicar en el escenario de la educación en tecnología, la razón fundamental, corresponde a la asignatura bajo la cual se desarrollarán las actividades: Tecnología e Informática.

El trabajo realizado en las aulas está apoyado por instituciones externas como el Programa Saber Digital de la Secretaría de Educación de Bogotá, el cual tiene como propósito la implementación de tablets en el quehacer docente, suministrando no solo los dispositivos, sino también capacitación y asesoría de un experto.

# Capítulo 2

## Planteamiento del problema, pregunta y objetivos

### 2.1 Planteamiento del problema

Desde la experiencia de la investigadora en el área de Tecnología e Informática, es notorio el desinterés y la apatía de los estudiantes cuando es necesario abordar temas relacionados con las matemáticas y la física; estos contenidos no se pueden desconocer porque hacen parte de la fundamentación básica, necesaria para la implementación práctica en las áreas inicialmente mencionadas. Las dificultades en la solución de problemas es una consecuencia del desinterés que se evidencia en las aulas.

Esta problemática es descrita por el Icfes (2019a) cuando indica que aquellos que alcanzan puntajes sobre 50, en las pruebas en el área de matemáticas y ciencias poseen dificultades para "seleccionar información, señalar errores, hacer distintos tipos de transformaciones aritméticas y algebraicas sencillas que permitan contextualizar los conocimientos en situaciones no familiares" (p. 40). Lo cual evidencia la dificultad que tienen los estudiantes para abordar, comprender y solucionar problemas, dando cuenta de la necesidad de implementar estrategias para el desarrollo de las operaciones intelectuales, las que deberían abordarse de forma más recurrente en los diferentes grados de la educación básica de forma transversal. Los esfuerzos están orientados a la interiorización de algoritmos (sumar, restar, multiplicar y dividir, entre otros,...); pero los espacios que se dan siempre serán pocos para enseñar a solucionar problemas dentro de un contexto y con un aprendizaje significativo.

Además, en la experiencia pedagógica con los estudiantes que presentan dificultades en la aprobación del área de matemáticas, se resalta en algunos diálogos establecidos con ellos, que no son claras las directrices para comprender los enunciados, los pasos a seguir para la solución de un ejercicio, evidenciándose la ausencia de fases esenciales en el proceso para la resolución de un problema y la interiorización de los procesos básicos de pensamiento y según Zubiria (2018) de la ausencia de operaciones intelectuales claves para su desarrollo en la etapa de decodificación terciaria: jerarquizar, suprimir, generalizar, construir y modelar.

Por otro lado, son inquietantes los resultados de las pruebas Saber en la institución; específicamente en las áreas de matemáticas y física donde se obtienen promedios relativamente bajos, en relación con otras áreas del conocimiento. En un análisis de estos resultados realizado por la coordinadora en el mes de enero del presente año, en reunión de docentes, se enfatiza la necesidad de implementar estrategias desde todas las áreas para reforzar las competencias relacionadas con el pensamiento crítico en los estudiantes. De esta necesidad nace la propuesta de la presente investigación, como respuesta para apoyar los procesos de pensamiento crítico desde el área de Tecnología e Informática.

La búsqueda de información permitió establecer una limitada descripción de la aplicación de los grafos como herramienta de representación de procesos básicos de pensamiento en la solución de problemas matemáticos, porque su uso en la Pedagogía Conceptual se enfoca especialmente en la lectura y la escritura; por ello a través de esta investigación se busca inicialmente mostrar la utilidad de estas representaciones en el

área de matemáticas no sólo centrados en los valores de las variables sino también en las relaciones que resultan del análisis y la búsqueda de posibles soluciones en la resolución de un problema. Además, se espera visibilizar la posibilidad de establecer la relación entre la profundidad de los niveles de un gráfico elaborado por un estudiante y su desarrollo en los procesos básicos de pensamiento.

## 2.2 Pregunta problema

Los antecedentes de la presente investigación describen avances en la implementación de proyectos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics,) como estrategia para desarrollar habilidades necesarias para la resolución de problemas utilizando conocimientos transversales en las áreas relacionadas. Paralelo a estos estudios se plantean investigaciones que apuntan al desarrollo de los procesos básicos de pensamiento con la aplicación de otros enfoques diferentes al STEAM, abordadas específicamente desde un área. Causado, Santos y Calderon (2015) trabajan en desarrollos de procesos básicos de pensamiento desde las Ciencias Naturales; Pabón (2019) trabajo centrado en el desarrollo del Pensamiento Crítico desde la literatura, entre otros.

Teniendo en cuenta el contexto institucional y los antecedentes antes mencionados, se ve la necesidad de plantear la estrategia didáctica basada en el enfoque STEAM como estrategia para el desarrollo de procesos básicos de pensamiento específicamente las operaciones intelectuales de jerarquización, supresión y generalización, habilidades

necesarias en la solución de problemas. Por consiguiente se estructura la siguiente pregunta de investigación: ¿Permite la implementación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM, el avance en las operaciones intelectuales para la solución de problemas que surgen de un contexto real planteado por los estudiantes del grado décimo del colegio Eduardo Umaña Mendoza IED?.

## 2.3 Objetivos

### 2.3.1 General

Analizar los avances en las operaciones intelectuales jerarquizar, suprimir y generalizar en la solución de problemas, posterior a la aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM en los estudiantes del grado 1002 de la Institución Eduardo Umaña Mendoza.

### 2.3.2 Específicos

2.3.2.1 Identificar las dificultades para el alcance de procesos básicos de pensamiento por los estudiantes en el área de matemáticas.

2.3.2.2 Analizar el estado inicial en las operaciones intelectuales: jerarquizar, suprimir y generalizar, a partir de la implementación de pruebas diagnósticas en los estudiantes.

2.3.2.3 Implementar una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM orientando tematicas relacionadas con la robótica.

2.3.2.4 Identificar avances relacionados con las operaciones intelectuales, a partir de los resultados obtenidos con la aplicación del enfoque pedagógico STEAM.

# Capítulo 3

## Justificación

Como se explicaba anteriormente, las dificultades en la solución de problemas se extienden desde la parte motivacional hasta las prácticas metodológicas tradicionales que enfatizan sus enseñanzas en la interiorización de algoritmos y solución de problemas de forma mecánica que no dan respuesta a las exigencias del contexto. Por esta razón, el proyecto busca implementar estrategias orientadas a la aplicación de recursos educativos digitales que contextualicen los aprendizajes de las áreas a trabajar, Carballeira (2016) afirma: "La implicación del estudiante se logra conectando las enseñanzas con la vida de los niños, acercando los contenidos curriculares a sus intereses, a su día a día" (p. 2).

Primero se dará a conocer el porqué de la resolución de problemas como eje científico de la propuesta de investigación:

> La vida es un permanente y eterno proceso de resolución de problemas. La primera y fundamental labor del hombre es el planteo y la resolución de problemas. Por lo demás, resolución de problemas y creatividad son dos hermanas siameses, inseparables, consustanciales. Es creativa una persona cuando resuelve los problemas. (Galeano, 1994, p. 121).

En segundo lugar, el enfoque pedagógico STEAM hace énfasis en la interdisciplinariedad vale la pena resaltar el componente artístico porque según Coronado citada en los lineamientos curriculares de Educación Artística del MEN "La educación en las artes perfecciona las competencias claves del desarrollo cognitivo" (MEN, 2010, p. 2). El arte permite trabajar procesos de recepción y creación, donde el estudiante

contempla, reflexiona y transforma su realidad. Por esto, abordar a los jóvenes desde las artes visuales, rompe con el paradigma de encasillar las matemáticas como una ciencia exacta sin aplicación; negándose la posibilidad de tener un acercamiento a los conocimientos propios de un área tan valiosa como lo es, la matemática.

Desde las artes se busca motivar a los estudiantes en la identificación de sus problemáticas y las posibles soluciones, alejados inicialmente de la rigurosidad en los procesos de las restantes áreas STEAM. El Ministerio de Educación Nacional propone en los lineamientos curriculares de la Educación Artística potenciar las habilidades de pensamiento desde la imaginación, la inventiva, la creatividad, el razonamiento y la sana competitividad que lo llevan a los mejores resultados; vale la pena aclarar que se incluye en la propuesta la idea que los problemas pueden tener muchas soluciones y las preguntas muchas respuestas (2010, p. 2,3). Por ello, se constituye la muestra artística como la actividad inicial a realizar después del diagnóstico.

Por otro lado, el aprendizaje basado en proyectos nos permite vincular no solo la tecnología sino también la ingeniería en la construcción de artefactos que permiten resolver problemas y evaluar las soluciones (Carrizosa, 2008, p.25) utilizando temas relacionados con la Electricidad y la electrónica. Todo lo anterior nos permite, la aplicación de la interdisciplinariedad en el proceso de enseñanza – aprendizaje, principio fundamental en el enfoque pedagógico STEAM y objetivo principal de los Estándares Básicos del Ministerio de Educación Nacional (2006) donde se afirma que “el desarrollo del pensamiento lógico y la preparación para la ciencia y la tecnología no son tareas

exclusivas de las matemáticas sino de todas las áreas de la Educación Básica y Media" (p. 47).

Es conveniente aclarar que además de las bondades del Proyecto de Investigación desde la aplicación del enfoque pedagógico STEAM se deben reconocer algunas limitantes, entre ellas:

- La ausencia de un equipo interdisciplinario para elaborar y ajustar la propuesta.
- La posibilidad de los estudiantes de trabajar en grupos por la emergencia sanitaria (escasez de equipos y conectividad, afinidad, entre otros).
- En el área de informática la mayoría de las herramientas para construir representaciones gráficas adolecen de la posibilidad de hacer relaciones no jerárquicas.

Además, se precisa que desde los planteamientos de la Pedagogía Conceptual como enfoque pedagógico se busca ampliar y fortalecer las habilidades en los procesos de pensamiento cognitivos y afectivos desde el aprehender a aprender (Zubiria, 2018); se abordan en específico las operaciones intelectuales: jerarquizar, suprimir y generalizar; basados en ideogramas o grafos estudiados en su etapa inicial antes de la construcción de mentefactos. El interés de este trabajo está enfocado en los aportes de la implementación de herramientas tecnológicas en el desarrollo de procesos básicos de pensamiento y la representación que los estudiantes hacen de los conocimientos adquiridos, permitiéndoles estar a la vanguardia en la integración de las TICs en su aprendizaje.

Al finalizar la investigación se espera encontrar algunos beneficios de la implementación de esta estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM

para identificar aplicación de las operaciones intelectuales elegidas, las cuales son claves en los de procesos de pensamiento, así como la integración del conocimiento en el trabajo interdisciplinar en la búsqueda de la solución de un problema del contexto. Por otro lado, se reconoce las limitaciones que se tienen en el proyecto por las actuales condiciones de confinamiento producto de la emergencia sanitaria provocada por el COVID 19 y la aplicación simulada de dispositivos electrónicos que condicionan las respuestas de los estudiantes, al no tener acceso a los elementos reales que hacen parte de la solución.

En síntesis, la presente investigación aporta instrumentos didácticos para dinamizar el aprendizaje en la resolución de problemas utilizando herramientas tecnológicas, basadas estas en enfoques pedagógicos como la Pedagogía Conceptual y el STEAM, los cuales buscan fortalecer competencias necesarias para afrontar los desafíos científicos y tecnológicos de la sociedad actual. Se espera integrar las áreas de Matemáticas, Tecnología e Informática, Ciencias Naturales y Artes con la Ingeniería utilizando la Robótica con temáticas integradoras que permiten transversalizar los conocimientos para un aprendizaje significativo; reconociendo los limitantes que pueden presentarse en una institución por el recurso humano y los recursos tecnológicos sumado a condiciones de aislamiento social por emergencia sanitaria.

# Capítulo 4

# Antecedentes

## 4.1 Orígenes STEM y STEAM

Sus inicios se encuentran en Estados Unidos sobre los años 2000 como STEM[1] y se consolida como política educativa a partir del año 2010. La Unión Europea la implementa desde el año 2014, teniendo acogida desde entonces en otros países en todo el planeta, el término cambia con la implementación del arte, "la tendencia STEAM se ha ido popularizando y unificando como un enfoque pedagógico" (Vasquez, 2015, p. 1). Se describe a continuación el origen del término: "Iniciativa liderada por la Escuela de Diseño de Rhode Island (EE UU), que considera que la verdadera innovación sólo puede darse con la combinación de todas estas áreas: Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas." (Educación 3.0, 2018, p.1).

Esto fue considerado como un "nuevo paradigma que plantea la ciencia y tecnología interpretada a través de la ingeniería y las Artes, STEAM" definición de Yakman nombrado por Cilleruelo y Zubiaga (2006, p. 2).

## 4.2 Proyectos STEAM y solución de problemas

A continuación, se describen algunos trabajos de grado relacionados con los temas centrales del presente proyecto de investigación. En la propuesta de Samacá (2014) titulada: Actividad tecnológica escolar para el desarrollo del pensamiento sistémico en

[1] Science, Technology, Engineering and Mathematics

estudiantes de grado décimo a través de la robótica, se describe una actividad tecnológica escolar orientada a la resolución de problemas empleando soluciones desde la lógica y lo sistémico. Se resalta de esta propuesta como aporte a la investigación, una mirada a los procesos mentales que se desarrollan en los estudiantes a través del diseño y la construcción de artefactos tecnológicos con una temática común a la propuesta de la autora del presente trabajo de grado.

Así mismo, Olmos (2014), hace referencia en su tesis: Desarrollo de habilidades del pensamiento lógico mediante la interacción con Scratch para la resolución de problemas matemáticos, a la implementación de Scratch como una herramienta que permite la constante construcción del conocimiento y también el desarrollo del pensamiento lógico para la aprehensión del mismo. Se resalta el uso de un lenguaje de programación como el utilizado en el simulador Tinkercad para dar operatividad a los montajes electrónicos propuestos en la presente investigación.

Algunos proyectos del enfoque STEAM se encuentran referenciados por la Fundación Caixa en Barcelona la cual realiza una serie de conferencias sobre STEAM anualmente, desde hace cinco años. En el marco de ese evento en el año 2015, Cindy Johanson promotora del proyecto Edutopia apoyado por la Fundación Educacional George Lucas que aborda el aprendizaje basado en proyectos (ABP) expuso sus avances en la materia nombrando bondades de la iniciativa como la mejora de las habilidades de los estudiantes en la resolución de problemas. Se destacan competencias como: el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación, la colaboración y el trabajo en equipo; todo ello, buscando fortalecer sus funciones cerebrales, esperando estén mejor

preparados para los retos de los próximos años. (Montes, 2015, p.1). Algunos ejemplos de este tipo de proyectos se pueden encontrar en su página web edutopia.org.

También se encontraron proyectos estructurados en la tendencia STEAM en diversas áreas de la ciencia, la matemática y la tecnología orientados al uso de tarjetas inteligentes y programación, por ejemplo, Robótica utilizando LEGO Mindstorms (Ruiz y otros, 2018). Todos los proyectos antes nombrados buscan desarrollar en los estudiantes habilidades para la resolución de problemas del contexto y la aplicación de conocimientos en las áreas de Matemáticas y Ciencias orientados al aprendizaje significativo. Cuando se observa las construcciones realizadas por los estudiantes en estos proyectos, se puede concluir que las expresiones artísticas están inmersas en la elaboración de los prototipos y reflejan la forma en la cual cada uno imprime un sello característico a los artefactos que construye.

Finalmente, Fernández y Lizarazo (2019) en su tesis de postgrado titulada: ATE Y STEM; Una propuesta para relacionar Biología, Geometría y Tecnología, describe como este proyecto permite a los estudiantes aprovechar y fortalecer sus habilidades a través de una propuesta interdisciplinar, resaltando sus bondades, entre las que se destaca el trabajo organizado desde varías áreas del conocimiento en búsqueda de resolver un problema identificable en el entorno de los estudiantes.

Los antecedentes mencionados evidencian que los proyectos STEAM son un enfoque que todavía se encuentra en proceso de implementación en algunos países, como es el caso de Colombia. Desde las políticas públicas se busca preparar a los docentes en ejercicio y a los futuros profesionales, en competencias creativas e innovadoras. Vale la

pena resaltar la vinculación de la materia STEM en el tercer semestre de la Maestría Educación en Tecnología para la cual se está elaborando el presente proyecto de grado. Así como, las capacitaciones del Ministerio de Educación Nacional en Colombia para acercar a los estudiantes de la Educación Media y a los docentes a las áreas STEM.

### 4.3 Operaciones Intelectuales

Las estructuras cognitivas que se definen y caracterizan en el Marco Teórico son trabajadas por Maldonado y Ramírez (2019) en su tesis de grado Operaciones Intelectuales en el pensamiento Lógico Matemático del subnivel elemental, en la cual desarrollaron una guía para docentes y estudiantes de primaria que incluía actividades para el desarrollo del pensamiento, después de la aplicación se demostró un deficiente uso de las operaciones intelectuales en el aula. Como solución la tesis presenta una guía con actividades para generar aprendizajes significativos.

En su tesis Desarrollo del Pensamiento Crítico y Reflexivo a partir de la Enseñanza de la Física, Fonseca (2019) explica como la aplicación de una estrategia favorece el desarrollo de cuatro habilidades de pensamiento crítico: análisis, interpretación, inferencia y explicación. Sus propuestas metodológicas muestran una perspectiva de interés a las temáticas relacionadas en la presente tesis y el desarrollo de operaciones intelectuales después de la aplicación de una estrategia didáctica que aplica conocimientos en Física.

# Capítulo 5

# Marco Teórico

Los fundamentos teóricos que soportan esta investigación se organizaron en tres categorías: Operaciones Intelectuales desde la Pedagogía Conceptual. En segundo lugar, la aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM. Finalmente, se aborda la Robótica como el eje integrador del proyecto STEAM.

## 5.1 Operaciones Intelectuales desde la Pedagogía Conceptual

Las operaciones intelectuales son definidas por Piaget nombrado por Pozo, Gómez, León y Sanz (1991) como

> Esquemas operatorios formales que se adquieren a partir del dominio del pensamiento formal y se tratan de formas de pensar o conceptualizar las cuales presentan tres características:
>
> a) Tener un nivel de generalidad o inclusión.
> b) Hallarse más en la mente de las personas que en los objetos, serían esquemas o modelos que las personas aplicamos a la realidad para interpretarla o asimilarla.
> c) Estar emparentados con las características estructurales del pensamiento (p. 13).

Para explicar el desarrollo de estos esquemas mentales es necesario remitirse a los períodos del desarrollo intelectual planteados por Piaget nombrado por Sanchez (1995, p. 17) que “corresponden a la caracterización de las operaciones intelectuales propias de

cada etapa de desarrollo del niño" (Zubiria, 2009, p. 4), explicados a través del siguiente diagrama:

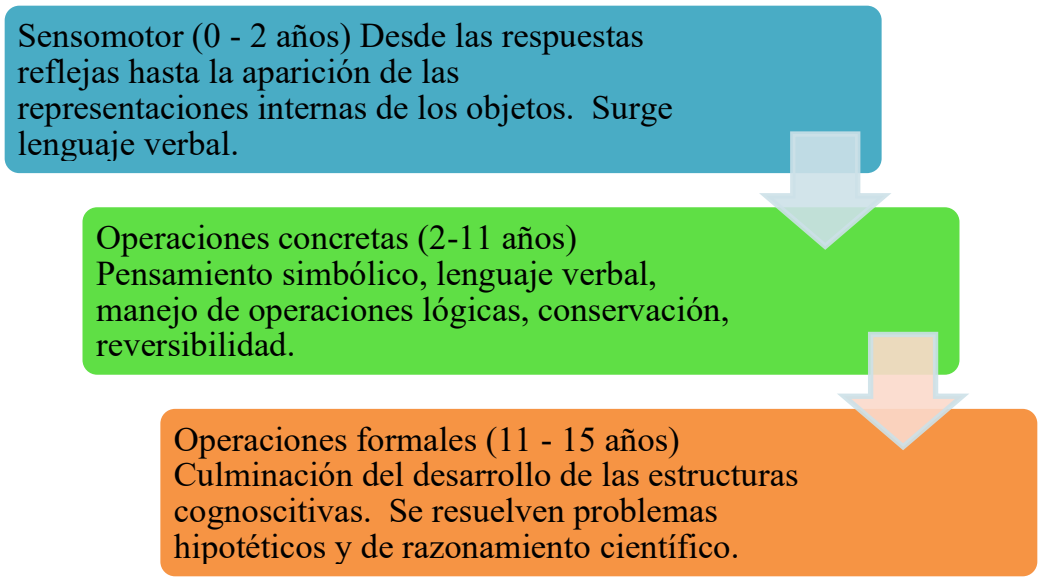



*Figura 1*. Períodos del desarrollo intelectual basados en Piaget (1974). Elaborado por la autora.

La figura anterior muestra el desarrollo el intelecto de acuerdo con la edad. Según Jean Piaget nombrado por Montealegre (1992)

> En la adolescencia se logra la estructura cognitiva de las operaciones formales, que es el máximo desarrollo y equilibrio intelectual. Frente a un problema se establecen relaciones entre los datos y eventualidades posibles, para luego encontrar, mediante el análisis lógico, cuáles de las relaciones tienen validez real para el sujeto. Se desarrolla el pensamiento hipotético-deductivo o pensamiento científico y el pensamiento proposicional o afirmaciones las cuales resultan de establecer relaciones lógicas entre las representaciones de la realidad (pp. 344-345).

Estas estructuras cognitivas constituyen el eje de la investigación y se asumirán desde los postulados teórico-prácticos de los autores Zubiria (2010) y Sánchez (1995).

Estas estructuras cognitivas regularmente son reconocidos en la etapa escolar; sin embargo, según Zubiria (2018) “no se dan de forma tan natural como el alimentarse o caminar, se requiere saber cómo funciona la mente del niño o como aprehende” (p. 174). Es necesario que el que “aprehende comprenda lo que hace, sepa por qué lo hace, conozca las razones que justifican la elección de las actividades seleccionadas para conseguir las metas y comprenda la organización de su desenvolvimiento” Not nombrado por Zubiria (2010, p. 11). Este conocimiento permite al docente aportar como mediador en el proceso del desarrollo del pensamiento.

El docente en el aula explora esos instrumentos de conocimiento y procesos de pensamiento de los jóvenes para acercarlos a su aprehendizaje. Las estructuras cognitivas son ese conjunto de operaciones intelectuales que permiten la representación, interpretación y organización del conocimiento para interactuar con la realidad, llevándolo a un aprehendizaje significativo. Estos procesos están propuestos desde la Pedagogía Conceptual como la teoría de las seis lecturas.

Para Zubiria (2018) estas estructuras cognitivas se dan en seis niveles de comprensión semántica: decodificación fonética, decodificación primaria, decodificación secundaria, decodificación terciaria, lectura precategorial y lectura metasemántica, las que se organizan en la siguiente figura:

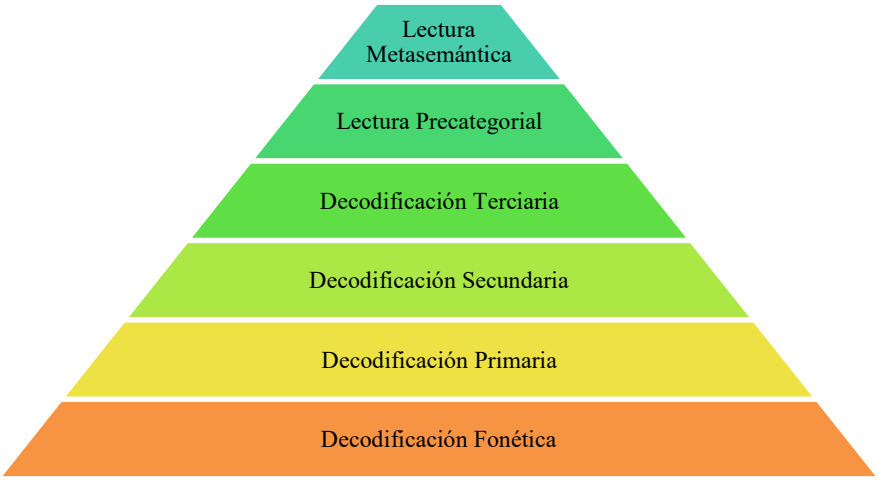



*Figura 2. Teoría de las seis Lecturas. Tomado de Zubiria (2018, p. 173)*

La organización piramidal de la fase cognitiva implica una estructura fundamentada en pilares básicos de decodificación que le dan el soporte a los niveles superiores de pensamiento de acuerdo con la edad; su ausencia genera en los estudiantes la imposibilidad de establecer conexiones para obtener una respuesta significativa a la necesidad del contexto.

En esta investigación se profundizará en la etapa decodificación terciaria porque en ella cada estudiante del grado décimo

> Debe ser capaz de establecer conexiones, jerarquizarlas hasta obtener una visión global, lo cual se refleja cuando es capaz de graficar o esquematizar la relación de las ideas ,…en este nivel para lograr una buena decodificación se aplican cinco operaciones intelectuales: jerarquizar, suprimir, generalizar, construir y modelar. (Zubiria, 2018, pp. 178-179).

Las anteriores operaciones intelectuales descritas por Zubiria fueron trabajadas por la autora Sánchez (1995), de forma minuciosa y práctica desde las matemáticas, área que forma parte del enfoque pedagógico STEAM. En sus libros se relacionan y explican las estructuras cognitivas y las operaciones intelectuales bajo el nombre de procesos básicos del pensamiento: observación, comparación, relación, clasificación, conceptualización, cambios, ordenamiento, transformaciones, clasificación jerárquica, análisis, síntesis, evaluación y analogías.

En esta investigación su propuesta facilitó la elaboración y consolidación sistemática de la prueba diagnóstica en la que se plantea que los procesos de clasificación jerárquica, análisis y síntesis son:

> "Procesos estrechamente relacionados, que forman una unidad indisoluble, presente en casi todo tipo de actividad mental. En la práctica la interacción de estos procesos permite profundizar el conocimiento y la comprensión de cualquier totalidad. A medida que la síntesis se perfecciona, influye en la calidad del análisis y facilita la comprensión del todo de una manera más completa y exhaustiva" (Sanchez, 1995, p. 180).

Las operaciones resaltadas en el párrafo anterior son nombradas por la Pedagogía Conceptual como operaciones intelectuales de Jerarquización, supresión y generalización, las cuales organizan, modifican y expresan proposiciones que son la base de la metacognición. Las proposiciones son instrumentos de conocimiento que estructuran conjuntos generales, es decir, sobre ellas se plantean las estructuras del pensamiento que facultan al individuo con estrategias para la resolución de problemas, afianzar y

profundizar conocimientos teóricos, sociales, éticos y artísticos que permitan adaptar y ejercitar habilidades conceptuales y procedimentales para un aprendizaje significativo (Zubiria, 2018, p. 149, 166).

### 5.1.1 Ideogramas como representación del conocimiento

Desde la pedagogía conceptual se definen las representaciones de los procesos mentales en su etapa inicial como ideogramas (Zubiria, 2018. p. 135) resultado del análisis y comprensión del conocimiento en la mente de los estudiantes. Desde la ingeniería se define los ideogramas como "grafos o estructuras donde se almacenan datos relacionados entre sí, los cuales representan la estructura real de un problema" (Asencio, 2005, p.1).

La presente investigación recorrió un camino teórico amplio antes de encontrar un mecanismo coherente que permitiera establecer una medida del desarrollo del pensamiento en los estudiantes a través de sus representaciones gráficas. Inicialmente, se buscaron autores que trabajaran el desarrollo del pensamiento lógico matemático, seguido de autores que trataban los procesos básicos de pensamiento, fue así como se analizaron los talleres prácticos propuestos por la autora Sánchez (1995) pero estas cartillas no mencionaban la relación de estos procesos con la resolución de problemas. Tampoco se hacía ninguna referencia explícita a la importancia o medición de estas representaciones cuando eran aplicadas en estudiantes. Finalmente, encontrando puntos comunes entre la Pedagogía Conceptual, los procesos de pensamiento de análisis y síntesis, sin dejar de lado la Teoría de grafos, se llegó a la solución que se explica a continuación.

Para establecer una medida de aciertos en las representaciones o ideogramas se tendrán en cuenta la profundidad de los caminos desde la teoría de grafos, además de la aplicación de las reglas del recorrido y coherencia desde la pedagogía conceptual.

### 5.2 Estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM

Se clasifica como enfoque pedagógico al STEAM porque visualiza una problemática que se convierte en su objeto de estudio y actualmente se construye una base teórica conceptual alrededor de esa problemática. (Vásquez y León, 2013, p. 5). Este enfoque pedagógico sugiere la integración de cinco áreas del conocimiento a través varias estrategias entre ellas, el aprendizaje basado en proyectos.

El enfoque pedagógico STEAM profundiza en el tema de las competencias sin dejar de lado la importancia que tiene la exploración de alternativas para evitar la pérdida de interés de los estudiantes en el estudio de las áreas relacionadas con el STEM y las mejoras que necesita la educación convencional Ejiwale (2013), Sanders (2009), Portz (2015), Kelley (2016), tema que no es ajeno a los planteamientos de Zubiria (2010) quien nombra como segundo propósito fundamental de la Pedagogía Conceptual: “desplegar el talento laboral de cada niño y muchacho comenzando muy temprano por explorar sus motivaciones y sus capacidades” (p. 9).

Esta metodología se puede caracterizar según Pozuelo y Rodríguez citados por Trujillo (2012, p. 10) como un proceso de enseñanza basada en los intereses de los estudiantes, lo cual permite involucrarlos, además favorece la integración del currículo con algunas áreas del conocimiento, esta estrategia dinamiza el aprendizaje en el aula con

actividades que despiertan el interés y rompen la monotonía. En atención a lo anterior, para dar respuesta al desarrollo de las competencias el STEAM valora "el enfoque globalizador, entendido como la forma natural de percibir las cosas y la realidad de manera global y no fragmentaria" (Carbonell, 2001, p. 212); donde las necesidades del contexto son el punto de partida del aprendizaje basado en proyectos.

El enfoque STEAM y el aprendizaje basado en proyectos permiten transversalizar cinco áreas del conocimiento, lo cual según La Comisión Mundial nombrada por Florez (2010)

> "plantea la necesidad de una labor conjunta a fin de generar un análisis educacional interdisciplinario en el que se integren las variables de las distintas disciplinas o campos de saberes, para así profundizar el desarrollo de habilidades de pensamiento creativo, reflexivo y crítico" (Florez, 2010, p. 2).

A la anterior afirmación se puede agregar lo enunciado por Kelley (2016) que nos habla de la falta de conexiones cuando se implementa la enseñanza separada de las áreas.

A continuación, se describe en una tabla las competencias extraídas de los Lineamientos Curriculares de cada área a trabajar en la estrategia didáctica STEAM, las cuales servirán de insumos para estructurar la Unidad Didáctica de Tecnología e Informática a aplicar con los estudiantes del grado décimo.

Tabla 2.
*Lineamientos Curriculares MEN para el desarrollo de la Unidad Didáctica STEAM*

| **Área de Conocimiento** | **Habilidades y/o competencias** | **Temáticas a Desarrollar** |
|---|---|---|
| Science | Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales<br>Desde el proceso de formación para el trabajo, en su planteamiento y tratamiento de problemas "el estudiante debe vincular el conocimiento científico con la vida | Magnitudes Eléctricas<br>Ley de Ohm |

| | | |
|---|---|---|
| | cotidiana, ofrecer posibles respuestas desde un enfoque interdisciplinario, plantear una necesidad práctica en términos de un problema tecnológico y proponer soluciones desde la teoría explicativa utilizando para ello modelos lógicos y matemáticos". (MEN, 1998, p. 106,107). | Solución de problemas aplicando la Ley de Ohm |
| Technology | Guía 30 Ser competente en Tecnología<br><br>● Identifico y formulo problemas propios del entorno, susceptibles de ser resueltos con soluciones basadas en la tecnología<br>● Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos como respuesta a una necesidad o problema, teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas (MEN, 2008, p. 25). | Solución de problemas con tecnología<br>Diseño Tecnológico<br>Prototipos |
| Engineering | Conjunto de conocimientos orientados al diseño y la creación de productos y procesos. Esta disciplina contribuye al desarrollo de habilidades y conocimientos para resolver<br>problemas del mundo real. La ingeniería hace uso de conceptos de ciencias y matemáticas, así como de herramientas tecnológicas. (Bravo, 2020, p. 2). | Dispositivos electrónicos<br>Tarjetas Arduino<br>Programación en Software Libre |
| Arts | Lineamientos Curriculares Educación Artística:<br>En las clases de artes se espera que los estudiantes sean reflexivos en relación con los procesos de aprendizaje que desarrollan en el aula. Aunque la resolución de un problema artístico (técnico o conceptual) no necesariamente implica el uso de metodologías científicas ortodoxas, es importante plantear preguntas, interpretar información recolectada, elaborar entrevistas, diarios de campo o bitácoras, actividades que están ligadas de manera directa a prácticas de indagación de las Ciencias y al desarrollo de las competencias científicas (MEN, 2010, p. 64). | Procesos de recepción, creación y socialización buscando el desarrollo de la sensibilidad, la apreciación estética y la comunicación |
| Math | Estándares Básicos Lenguaje, Matemáticas y Ciencias:<br><br>Formular, plantear, transformar y resolver problemas a partir de situaciones de la vida cotidiana, de las otras ciencias y de las matemáticas mismas. Ello requiere analizar la situación; identificar lo relevante en ella; establecer relaciones entre sus componentes y con situaciones semejantes; formarse modelos mentales de ella y representarlos externamente en distintos registros; formular distintos problemas, posibles preguntas y posibles respuestas que surjan a partir de ella. Este proceso general requiere del uso flexible de conceptos, procedimientos y diversos lenguajes para expresar las ideas matemáticas pertinentes y para formular, | La formulación, tratamiento y resolución de problemas |

> reformular, tratar y resolver los problemas asociados a dicha situación. Estas actividades también integran el razonamiento, en tanto exigen formular argumentos que justifiquen los análisis y procedimientos realizados y la validez de las soluciones propuestas. (MEN, 2006, p. 51)

Elaboración propia.

La tabla anterior consolida las competencias a desarrollar en las áreas STEAM con los estudiantes del grado décimo, este insumo facilitó la construcción de los talleres que formaron parte de la unidad didáctica basada en el Enfoque Pedagógico STEAM. Seleccionadas estas competencias se privilegió para su desarrollo el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Aula Virtual, Encuentro sincrónico, Red Social WhatsApp, entre otras), por ser herramientas que daban respuesta asertiva en la implementación del proyecto dadas las condiciones de aislamiento preventivo por la emergencia del COVID-19.

### 5.3 La robótica una mirada práctica al entorno

La robótica se implementa en las aulas de la Educación Básica y Media como asignatura o énfasis derivado del área Tecnología e Informática y se afirma en estudios como los realizados por Bravo y Forero (2012) sobre sus bondades como recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales, aspecto relevante en la investigación realizada. Para el diseño e implementación de los talleres en este tema se tienen en cuenta dos componentes importantes, a saber, el hardware o dispositivos físicos tangibles y el software que permite programar la parte física para realizar una o más tareas.

El hardware se trabaja en el área de Tecnología desde el componente solución de problemas (MEN, 2008), iniciando con palancas hasta máquinas que combinan sistemas mecánicos de control o transmisión de movimiento, alternando estos conocimientos con temáticas como estructuras, materiales y electricidad. El tema se convierte en Robótica cuando se agregan dispositivos electrónicos, especialmente tarjetas con microprocesadores que permiten la entrada, el procesamiento y la salida de información.

El software ha evolucionado desde lenguajes de bajo nivel como el ASSEMBLER hasta soluciones de programación para niños utilizando bloques lógicos como el SCRATCH. Para este proyecto la página web Tinkercad.com permite el uso del simulador y su lenguaje de programación se utiliza en la categoría de Software Libre, es decir, sin costo por su uso.

Para la enseñanza de la Robótica en los lineamientos curriculares de Tecnología (MEN, 2008) se plantean cuatro componentes.

1. Naturaleza y Evolución de la Tecnología
2. Apropiación y Uso de la Tecnología
3. Solución de Problemas con Tecnología
4. Tecnología y Sociedad

Estos componentes proponen competencias transversales aplicables independiente del tema o área del conocimiento elegido. Los docentes en Robótica en el grado décimo inician el proceso proponiendo una serie de lecturas relacionadas con un tema, de esta forma se logra sensibilizar a los estudiantes sobre los orígenes y la importancia de la robótica, luego se aplican en los dos siguientes componentes las fases del proyecto, se

busca una problemática relacionada con las necesidades del entorno, se diseña y socializa una solución a través de un artefacto tecnológico. Finalmente, se abre el espacio para la reflexión sobre las implicaciones o consecuencias de la aplicación de estas tecnologías.

La organización de estos componentes transversales es autónoma en cada institución, quien delega al equipo docente de acuerdo con las características o especialidades de los maestros, el diseño de planes de asignatura, siendo esto una limitante para que esta herramienta del conocimiento que permite la solución de problemas del entorno pueda seguir trascendiendo en una época donde la tecnología es de vital importancia.

En cuanto a la metodología en la realización de un proyecto se definen tres niveles de complejidad: bajo, medio y alto, los cuales de acuerdo con la institución se asignan a los diferentes ciclos de educación básica y media. Vale la pena aclarar que para el ciclo V se aplican proyectos con un alto nivel de complejidad que tienen entre sus características la ausencia de parámetros específicos con el propósito de desarrollar la creatividad del estudiante ante el reto de construir un robot sin que se indique un modelo a seguir.

# Capítulo 6

## Marco Metodológico

En la investigación, la metodología holística permite dar respuesta a la demanda urgente de integrar enfoques, métodos y técnicas en el momento de abordar un proyecto investigativo desde diversas disciplinas. Por lo anterior, se considera la metodología Holística como el método pertinente para abordar esta investigación, porque realiza una descripción detallada de la realidad en la aplicación de la Estrategia Didáctica basada en el enfoque Pedagógico STEAM.

La complejidad de esta investigación requiere de una visión holística que le confiera la oportunidad de ver el todo desde diferentes aristas sin fragmentar el conocimiento. Al respecto Hurtado (2000) define el término:

> holismo corresponde a una doctrina o práctica de la globalidad o de la integralidad de paradigmas, donde el sintagma constituye la comprensión integrada de los paradigmas que conforman el holos, … capaz de explicar los fenómenos en estudio de manera más completa que cada uno de los paradigmas por separado, e incluso juntos (p. 11).

La importancia de esta metodología está centrada en la globalidad como un elemento fundamental para la percepción general del entorno. Está se organiza en cuatro niveles que se describen a continuación.

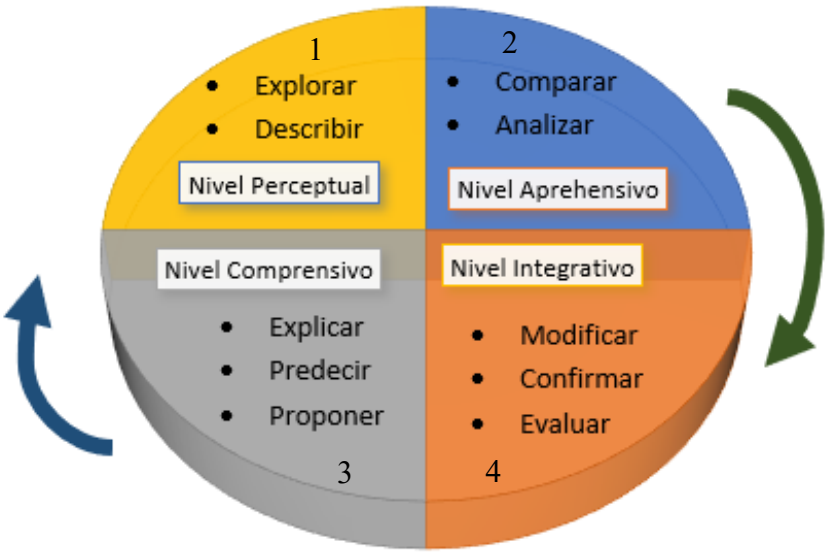



*Figura 3. Ciclo Holístico basado en la Infografía N° 5 de Hurtado (2000, p. 21)*

Con el fin de determinar resultados y procesos se aplicará el Ciclo Holístico de la Investigación desde los niveles perceptual, aprehensivo, comprensivo e Integrativo; tal como lo muestra el anterior gráfico los niveles permiten identificar el problema utilizando la exploración y la descripción, seguido de acciones que incluyen la comparación, el análisis, la explicación, predicción y generación de propuestas, para finalizar con la presentación y análisis de los datos obtenidos. Los niveles no son necesariamente consecutivos y permiten su ejecución durante el desarrollo de la investigación.

> Para llegar a la cuantificación es necesario pasar por un riguroso proceso de descripción, categorización, calificación y codificación. Así mismo, una vez utilizadas las herramientas numéricas, es necesario regresar a las descripciones y caracterizaciones para comprender el significado de los resultados dentro de su contexto (Hurtado, 2000. pp. 26-27).

Este planteamiento organizado visualiza integralmente las herramientas cuantitativas que darán unos resultados descriptivos que den cuenta de los hallazgos en la investigación.

La metodología holística da cuenta no solo de lo cuantitativo, sino también de lo cualitativo que en esta investigación se hará a través de la descripción de las interacciones en la Plataforma virtual Classroom, los encuentros sincrónicos en Meet y la red social WhastApp; dadas las condiciones actuales de confinamiento en las cuales se desarrolló la presente investigación. Los actores participantes en el proceso investigativo son los estudiantes de grado 1002 del colegio Eduardo Umaña Mendoza y la investigadora Liliana Martinez.

Este trabajo desarrollado en el año 2020 requirió un desprendimiento de la forma material como generalmente se realizaba el proceso enseñanza aprendizaje en las aulas, para dotarlo de cualidades técnicas que permitieran desarrollar los procesos en la virtualidad. Esta nueva forma determina un espacio no limitado geográficamente y que se desarrolla exclusivamente a través del Internet. El ciberespacio según Lévy (2007) nombrado por Briceño y Rodríguez (2014),

> Se refiere al uso de la infraestructura tecnológica de redes de comunicación con el propósito de constituir un mundo virtual vivo en el que cada ser humano conectado puede contribuir y participar.
>
> El ciberespacio amplifica, exterioriza y modifica funciones primitivas humanas: la memoria (bases de datos, ficheros, hipertextos), la imaginación (simuladores), la percepción (telepresencia, realidades virtuales), los razonamientos (inteligencia

> artificial) que favorecen nuevas formas de acceso a la información y nuevos estilos de razonamiento (p. 6).

Esas nuevas funciones nos conducen a nuevas dinámicas culturales y sociales expresadas en el párrafo anterior a través de un símil que lleva de la realidad material a la realidad virtual.

Por otra parte, es importante presentar de forma breve los agentes principales de la investigación, en primer lugar, los 32 estudiantes matriculados en el curso 1002 del Colegio Eduardo Umaña Mendoza IED, el énfasis elegido por los estudiantes para la Media Vocacional es Electrónica. En segundo lugar la investigadora, docente nombrada en el área de Matemáticas que asumió en horas extras las asignaturas de Tecnología, Informática y Énfasis del grado anteriormente nombrado, en su formación profesional obtuvo título de Ingeniera de Sistemas, Especialista en Aplicación de TIC para la Enseñanza y actualmente cursa cuarto semestre de la Maestría en Educación en Tecnología, con más de 20 años de experiencia docente en Instituciones privadas y públicas orientando las asignaturas de Tecnología, Informática, Matemáticas, Física y Énfasis en Electrónica. En cuanto al arte, a pesar de no poder asumir una asignación por mi formación académica, es un área con competencias transversales que acompaña todos los procesos de estética, creatividad, imaginación y comunicación, las cuales enfatizó en mi quehacer pedagógico.

### 6.1 Nivel Perceptual en la Metodología Holística

Para implementar el nivel perceptual se realizó la exploración y descripción de algunas de las problemáticas presentadas por los estudiantes del grado décimo en el

Colegio eje de la presente investigación, esta descripción permite identificar la percepción de los estudiantes respecto a la didáctica en el área de matemáticas, la cual genera dificultades en los procesos básicos de pensamiento de los estudiantes, lo cual es un factor decisivo en el rendimiento académico de los mismos y su correspondiente desempeño en pruebas externas. La encuesta se aplicará en una muestra mayor a 50 estudiantes.

Para el análisis de los resultados de este instrumento se tendrá en cuenta la Moda de los datos obtenidos.

### 6.1.1 Instrumento Encuesta estudiantes en el área de Matemáticas

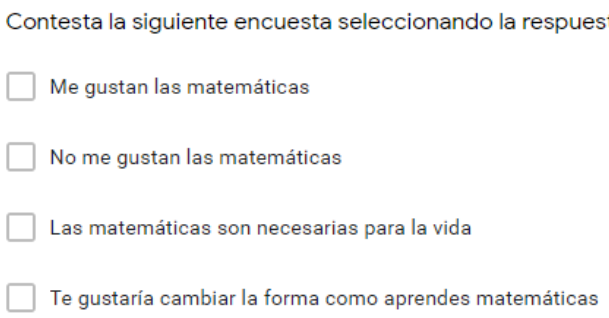



*Figura 4.* Imagen Formulario de Google en aula de Classroom

La anterior encuesta fue diseñada posteriormente a la validación de los instrumentos metodológicos por pares académicos, se espera su aplicación en la autoevaluación del segundo período con el fin, de explorar y describir la problemática planteada desde el área de matemáticas.

## 6.2 Nivel Aprehensivo en la Metodología Holística

Para establecer un punto de partida en el tema procesos de pensamiento se construirá un instrumento con preguntas abiertas y cerradas basadas en los autores Zubiria (2018) y Sánchez (1995), con el fin de diagnosticar los procesos de pensamiento relacionados con la jerarquización, supresión y generalización de los estudiantes.

### 6.2.1 Diseño del instrumento Prueba Diagnóstica

Para el segundo nivel aprehensivo se pretende aplicar una prueba diagnóstica que incluye tres preguntas de resolución de problemas utilizando habilidades jerarquización, supresión y generalización, utilizando gráficos como un árbol genealógico, una estructura jerárquica y un gráfico de nodos para la solución de un problema de transporte. Además, preguntas para indagar sobre sus conocimientos previos en sistemas electrónicos formados por tarjetas Arduino Uno y dispositivos eléctricos.

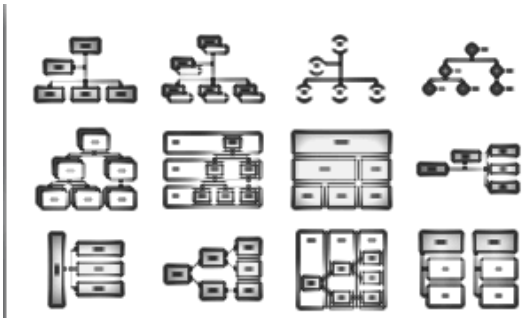
**Instrumento Prueba Diagnostica**

**Asignatura: Tecnología e Informática** **Docente: Liliana Martinez**

**Nombre: _____** **Curso: 10___**

**Prueba Diagnóstica para identificar estado inicial en procesos básicos de pensamiento.**

Utilizando diagramas como los que muestra la figura resuelve los problemas planteados.



En los puntos 1 al 3 elabora un gráfico para resolver cada problema planteado:

1. Daniel tiene 4 hermanos, durante la cuarentena conviven en una casa en arriendo con su mamá, la abuelita por parte de papá y su tía materna, la cual está casada y tiene dos hijos. Dibuja o elabora un gráfico del árbol genealógico.

2. En una obra de construcción la Arquitecta y el Ingeniero Civil comparten responsabilidades directivas, pero deben presentar informes al Gerente de la constructora, cuando se desplazan a la obra los 4 obreros contratados siguen instrucciones del Ingeniero, presentan informe verbal a la Arquitecta y reportan documentación a la Contadora, contratada por la Gerencia. Dibuja la estructura organizacional de la empresa.

occidente, cada una cuenta con Portal y 5 estaciones intermedias, si la ruta L parte del Portal Sur al portal Occidente haciendo una parada cada tres estaciones ¿Cuántas paradas realiza la ruta L de portal a portal? _____

Elabore un gráfico que justifique su respuesta.

Para contestar los puntos 4 y 5 es importante no buscar información relacionada en Internet. El propósito de la pregunta es permitir a cada estudiante expresar los conocimientos ya adquiridos y aquellos desconocidos que puedan ser retomados en clases durante el siguiente período.

4. ¿Reconoces el siguiente sistema? Describe las partes que conoces y su funcionamiento:

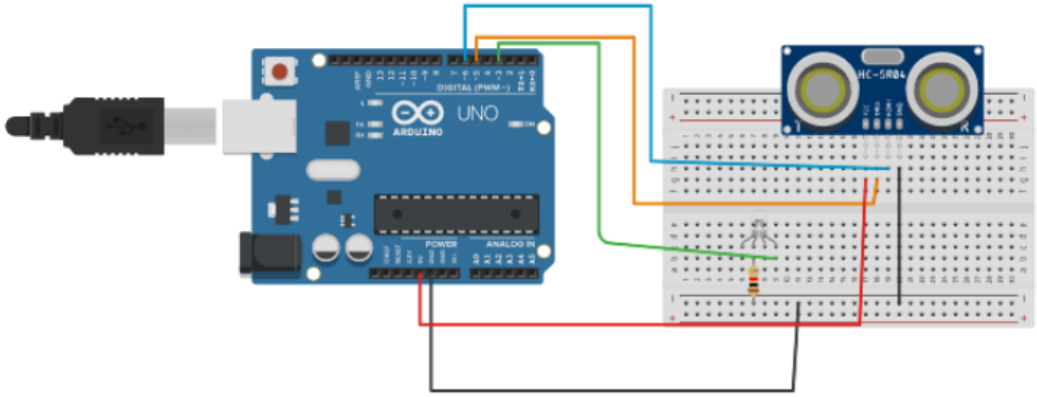



Imagen generada en la página Tinkercad.com

5. Describe las aplicaciones que tiene este sistema en tu vida cotidiana

Prueba elaborada basados en los autores Zubiria (2018) y Sánchez (1995)

6. Conoces la programación en bloques

Si _____ No _____

7. Participaste en proyectos que incluyen programación en lenguaje C

Si _____ No _____

La validación de este instrumento fue realizada por el Doctor en Educación Carlos Tique, Coordinador de la Universidad Minuto de Dios y la Magister en Educación Pilar Robayo, docentes de la Media Vocacional en el Área Tecnología e Informática, los cuales laboran en Instituciones Educativas de la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá. Sus recomendaciones, las cuales fueron tenidas en cuenta, aparecen en el Anexo 6.

### 6.2.2 Aplicación del instrumento Prueba Diagnóstica

El instrumento fue implementado en el aula virtual Informática 1002 de la plataforma Classroom. Se propuso a los estudiantes desarrollar las actividades relacionadas en el proyecto como evidencia de sus procesos de aprendizaje en las asignaturas Tecnología, Informática y Énfasis.

### 6.2.3 Análisis de la información

Para el análisis de los resultados de este instrumento en los numerales 1 y 2 se tendrá en cuenta la profundidad de las representaciones según la Teoría de grafos, para la pregunta 3 se tendrá en cuenta los resultados correctos del problema planteado; para finalizar, en los puntos 4 y 5 se analizarán primero los conocimientos previos adquiridos por los estudiantes en temas relacionados con la implementación del tema robótica

utilizando tarjetas Arduino UNO en un sistema electrónico, sumado a las conclusiones de los estudiantes relacionadas con la aplicación de estos sistemas en la solución de problemas de su entorno.

## 6.3 Nivel Comprensivo en la metodología holística

En la etapa comprensiva de la investigación se propone la metodología aprendizaje basado en proyectos para la implementación de la Unidad Didáctica relacionada con el tema de la Robótica. Se describe en el instrumento las competencias y contenidos a relacionar en las áreas de conocimiento relacionadas con el STEAM.

### 6.3.1 Diseño de la Unidad Didáctica basada en el enfoque STEAM

Para esta etapa es indispensable buscar como "captar la forma como los actores construyen y comprenden su realidad" (Bonilla & Rodríguez, 1995, p. 94), y para ello se realizará nuevamente una exploración con encuestas tipo Likert para detectar indicadores como interés y la percepción de la actividad acompañada de una descripción del contexto que permita predecir, proponer y modificar las actividades descritas en la unidad didáctica. Se tendrán en cuenta los objetivos descritos en las estrategias STEAM, entre los cuales se nombran un cambio en las didácticas para enseñar a los estudiantes a resolver problemas de su entorno.

### 6.3.2 Desarrollo de la Unidad didáctica

El diseño de la unidad didáctica se tiene como propósito la implementación del enfoque pedagógico STEAM en la práctica educativa. El proyecto planteado permite a los estudiantes explorar en su entorno e identificar una problemática a resolver a través del diseño y la construcción de un prototipo no funcional de un robot y la simulación de sistemas electrónicos que se podrían utilizar en el mundo material para como posibles soluciones a las necesidades identificadas.

Tabla 3.
Unidad didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM

| Actividad | Operaciones Intelectuales | Contenidos | Área | Desempeños o Competencias MEN en Integración Multidisciplinar |
|---|---|---|---|---|
| **Construyendo mi Robot** | Suprimir<br>Generalizar<br>Construir<br>Modelar | La formulación, tratamiento y resolución de problemas<br>Uso de Tics<br>Diseño y construcción de prototipos<br>Unidades de Longitud<br>Sensibilidad, Apreciación estética y comunicación | **S** | Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria. |
| | | | **T** | Utilizo adecuadamente herramientas informáticas de uso común para la búsqueda y procesamiento de la información y la comunicación de ideas.<br>Evalúo y selecciono con argumentos, mis propuestas y decisiones en torno a un diseño.<br>Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos (como respuesta a necesidades o problemas), teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas. |
| | | | **E** | Soluciona problemas usando Ciencia, Tecnología, Informática y Matemáticas |
| | | | **A** | Realiza procesos de recepción, creación y socialización buscando el desarrollo de la sensibilidad, la apreciación estética y la comunicación. |
| | | | **M** | Selecciono y uso técnicas e instrumentos para medir longitudes, áreas de superficies, volúmenes y |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | ángulos con niveles de precisión apropiados.<br>Uso argumentos geométricos para resolver y formular problemas en contextos matemáticos y en otras ciencias. |
| **Conocimientos Previos** | Jerarquizar<br>Suprimir<br>Generalizar | Electricidad<br>Uso de Tics<br>La formulación, tratamiento y resolución de problemas<br>Simulador<br>Ecuaciones de primer grado | **S** | Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.<br>Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.<br>Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria. |
| | | | **T** | Utilizo adecuadamente herramientas informáticas de uso común para la búsqueda y procesamiento de la información y la comunicación de ideas. |
| | | | **E** | Soluciona problemas usando Ciencia, Tecnología, Informática y Matemáticas |
| | | | **M** | Uso procesos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas. |
| **El cerebro y el corazón de un robot** | Jerarquizar<br>Suprimir<br>Generalizar<br>Modelar | Electricidad<br>Uso de Tics<br>La formulación, tratamiento y resolución de problemas<br>Tarjetas Arduino<br>Programación en Bloques<br>Sensibilidad, Apreciación estética y comunicación<br>Solución de problemas | **S** | Relaciono voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.<br>Analizo el desarrollo de los componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria. |
| | | | **T** | Utilizo adecuadamente herramientas informáticas de uso común para la búsqueda y procesamiento de la información y la comunicación de ideas.<br>Evalúo y selecciono con argumentos, mis propuestas y decisiones en torno a un diseño.<br>Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos (como respuesta a necesidades o problemas), teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas. |
| | | | **E** | Soluciona problemas usando Ciencia, Tecnología, Informática y Matemáticas |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **A** | Realiza procesos de recepción, creación y socialización buscando el desarrollo de la sensibilidad, la apreciación estética y la comunicación |
| | | **M** | Uso procesos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas. |
| **Evaluación** | Evidencia Transdisciplinar en la cual no es fácilmente identificable los límites entre cada asignatura y el trabajo permite evaluar los desempeños de forma integrada. | 1. Video que describe la identificación de un problema, el diseño y construcción del prototipo sin funcionalidad y la forma como este solucionaría la problemática detectada.<br>2. Documento actividad 2 subido a la plataforma Classroom con fotografías o videos que evidencien la interacción con el simulador Tinkercad o los montajes en la protoboard de los ejercicios planteados.<br>3. Documento actividad 3 subido a la plataforma Classroom con fotografías o videos que evidencien la interacción con el simulador Tinkercad utilizando Tarjetas Arduino Uno y diseño que evidencie la aplicación de los conocimientos adquiridos en su prototipo presentado en la actividad 1. | |

| **Solución de Problemas Integración Transdisciplinar** | **Componente, Competencia o Desempeño MEN** |
|---|---|
| **SCIENCE** | En los Lineamientos Curriculares para Ciencias Naturales nos describe:<br><br>*Desde el proceso de formación para el trabajo, en su planteamiento y tratamiento de problemas "el estudiante debe vincular el conocimiento científico con la vida cotidiana, ofrecer posibles respuestas desde un enfoque interdisciplinario, plantear una necesidad práctica en términos de un problema tecnológico y proponer soluciones desde la teoría explicativa utilizando para ello modelos lógicos y matemáticos. (MEN, 1998, pp. 106-107).* |
| **TECNOLOGY** | En la Guía 30 "Ser competente en Tecnología" especifica en el:<br><br>***Componente: Solución de Problemas con Tecnología***<br>***Competencia****: Resuelvo problemas tecnológicos y evalúo las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.*<br>***Desempeños****:*<br>● *Evalúo y selecciono con argumentos, mis propuestas y decisiones en torno a un diseño.* |

| | |
|---|---|
| | ● *Diseño, construyo y pruebo prototipos de artefactos y procesos (como respuesta a necesidades o problemas), teniendo en cuenta las restricciones y especificaciones planteadas. (MEN, 2008, p. 25)* |
| **ENGINEERING** | La ingeniería no aparece como área de estudio en los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional, pero incluye un "conjunto de conocimientos que contribuye al desarrollo de habilidades y conocimientos para resolver problemas del mundo real haciendo uso de conceptos de ciencias y matemáticas, así como de herramientas tecnológicas" (Bravo, 2020, p. 4).<br>Algunos de los temas relacionados se explican a continuación:<br>Electrónica: El uso de tarjetas Arduino, integrados y sensores, está relacionado con los temas de Electricidad y solución de problemas con tecnología.<br>Programación: la programación requiere habilidades de análisis de información. |
| **ART** | En los Lineamientos Curriculares para Educación Artística se sugiere:<br>*"En las clases de artes se espera que los estudiantes sean reflexivos en relación con los procesos de aprendizaje que desarrollan en el aula. Aunque la resolución de un problema artístico (técnico o conceptual) no necesariamente implica el uso de metodologías científicas ortodoxas, es importante plantear preguntas, interpretar información recolectada, elaborar entrevistas, diarios de campo o bitácoras, actividades que están ligadas de manera directa a prácticas de indagación de las Ciencias y al desarrollo de las competencias científicas." (MEN, 2010, p. 64).* |
| **MATHEMATICS** | En los Estándares Básicos Lenguaje, Matemáticas y Ciencias se plantea:<br>*Formular, plantear, transformar y resolver problemas a partir de situaciones de la vida cotidiana, de las otras ciencias y de las matemáticas mismas. Ello requiere analizar la situación; identificar lo relevante en ella; establecer relaciones entre sus componentes y con situaciones semejantes; formarse modelos mentales de ella y representarlos externamente en distintos registros; formular distintos problemas, posibles preguntas y posibles respuestas que surjan a partir de ella. Este proceso general requiere del uso flexible de conceptos, procedimientos y diversos lenguajes para expresar las ideas matemáticas pertinentes y para formular, reformular, tratar y resolver los problemas asociados a dicha situación. Estas actividades también integran el razonamiento, en tanto exigen formular argumentos que justifiquen los análisis y procedimientos realizados y la validez de las soluciones propuestas (MEN, 2006, p. 51)* |

La tabla describe cada una de las actividades a desarrollar en la estrategia didáctica.

Elaborada por la autora.

Tabla 4. Rubrica de Evaluación Unidad Didáctica STEAM

| | **EXCELENTE** | **BUENO** | **ACEPTABLE** | **INSUFICIENTE** |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Solución de problemas | Sus trabajos muestran completitud y soluciones acorde a las necesidades planteadas. | Sus trabajos muestran algunas soluciones, pero no completitud de las actividades planteadas. | Presenta muy pocos avances en su proyecto. | No presenta avances de su proyecto. |
| Participación | Participa activamente en todas las actividades propuestas. | Participa en la mayoría de las actividades propuestas. | Participa solo en algunas actividades propuestas. | No se interesa en la realización de actividades. |
| Evidencia audiovisual | Presenta de forma organizada evidencia audiovisual de todo el proceso realizado. | Presenta evidencia audiovisual del proceso, pero no está bien organizada. | Presenta evidencia visual o audiovisual de algunas actividades realizadas. | No presenta evidencia visual ni audiovisual del proceso realizado. |
| Análisis y capacidad de síntesis | Plantea, analiza, resuelve problemas y organiza este proceso utilizando su capacidad de síntesis, expresando sus resultados a través de diferentes diagramas. | Plantea y analiza situaciones, pero presenta inconsistencias en el proceso de síntesis y en los diagramas elaborados. | Se presenta documenta-ción incompleta sobre los procesos realizados. | Los estudiantes no presentan ningún tipo de documentación sobre los procesos realizados. |

Tabla elaborada por la autora

### 6.4. Nivel Integrativo. Análisis de resultados

Finalmente, la etapa integrativa nos debe proporcionar la oportunidad de volver a implementar las pruebas de análisis y síntesis propuestas al inicio de la investigación para comparar y analizar los datos que suministre este proceso, también confirmar y evaluar si

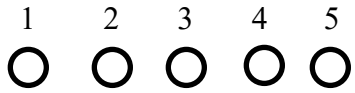
la estrategia didáctica aplicada permite avances en las operaciones intelectuales en un nivel de decodificación terciaria según Zubiria (2018).

### 6.4.1 Encuesta de Percepción sobre las Actividades Planteadas

La encuesta de percepción como instrumento nos permite identificar si las actividades STEAM implementadas cumplen con el propósito de ser una propuesta innovadora para la resolución de problemas. Las escalas de Likert serán analizadas utilizando métodos estadísticos para hallar valor central, mediana y dispersión.

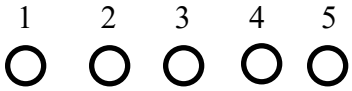
Señale su percepción de la actividad realizada.

1. Considera que la actividad realizada es interesante



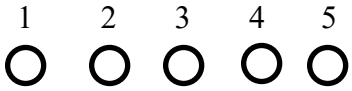

Poco Interesante

2. La actividad realizada está relacionada con el tema




No está relacionada

3. Considera importante lo que estás aprendiendo




No es importante

4. Recomendaciones para mejorar la actividad

# Capítulo 7

# Análisis de Resultados

## 7.1 Análisis de la etapa Perceptual

Con el propósito de identificar las dificultades presentadas por los estudiantes en el alcance de los procesos básicos de pensamiento para la resolución de problemas fue necesario establecer canales de comunicación con todos los estamentos de la institución dando uso al Drive del Ciclo y de Área, encuentros sincrónicos utilizando plataformas como Meet y Teams, llamadas telefónicas, Aulas Virtuales en la Plataforma Classroom y grupos en la red social WhatsApp.

En esta etapa se identificó a través del Drive del Ciclo que los estudiantes en su mayoría no realizan entregas de trabajos en las áreas de Matemáticas, Física, Tecnología e Informática.

| | N° | Estudiante | | Matemáticas | Física | Química | Tecnología | Informática | Artes |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | | | X | X | | X | | |
| 5 | 2 | | | | | | X | X | X |
| 6 | 3 | | | | | X | X | X | |
| 7 | 4 | | | X | | X | X | X | X |
| 8 | 5 | | | X | | X | X | X | X |
| 9 | 6 | | | | X | X | X | X | X |
| 10 | 7 | | | X | X | X | X | X | X |
| 11 | 8 | | | | | | X | X | |
| 12 | 9 | | | X | X | X | X | X | X |
| 13 | 10 | | | | X | X | | X | X |
| 14 | 11 | | | | | | X | | X |
| 15 | 12 | | | X | X | X | X | X | X |
| 16 | 13 | | | X | X | X | X | X | X |
| 17 | 14 | | | X | X | X | X | X | X |
| 18 | 15 | | | | | | | | |
| 19 | 16 | | | X | X | X | X | X | X |
| 20 | 17 | | | X | X | X | X | | X |
| 21 | 18 | | | X | X | X | X | X | X |
| 22 | 19 | | | X | X | X | X | X | X |
| 23 | 20 | | | X | X | | X | X | X |
| 24 | 21 | | | X | X | X | X | X | X |
| 25 | 22 | | | | | X | | X | X |
| 26 | 23 | | | X | X | X | X | X | X |
| 27 | 24 | | | | | | X | X | X |
| 28 | 25 | | | X | X | X | X | X | X |
| 29 | 26 | | | X | X | X | X | X | X |
| 30 | 27 | | | X | X | X | X | X | X |
| 31 | 28 | | | X | X | X | X | X | X |
| 32 | 29 | | | | | X | | | |
| 33 | 30 | | | X | X | X | X | X | X |
| 34 | 31 | | | X | X | X | X | X | X |
| 35 | 32 | | | | | X | X | X | X |
| 36 | 33 | | | | X | X | X | X | |
| 37 | 34 | | | X | X | X | X | X | |

*Figura 5.* Estudiantes con actividades pendientes por asignatura. Drive de Ciclo V.

Las “X” en la figura señalan los estudiantes que al finalizar el primer corte del tercer período no habían entregado trabajos en la asignatura señalada.

En virtud de los resultados en el Drive del Área se resumen las conclusiones de los encuentros sincrónicos; en los cuales los maestros analizaron los resultados, las causas y las posibles soluciones a las dificultades que se estaban presentando por los estudiantes.

Luego, se estableció contacto con los estudiantes que poseen conectividad se procede a la aplicación del primer instrumento con el cual se exploró e indago sobre la percepción de los estudiantes en lo relacionado al área de matemáticas y las metodologías aplicadas actualmente, en los procesos de enseñanza aprendizaje de esta, desde el punto de vista de los estudiantes. La siguiente gráfica muestra los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes desde el área de matemáticas.

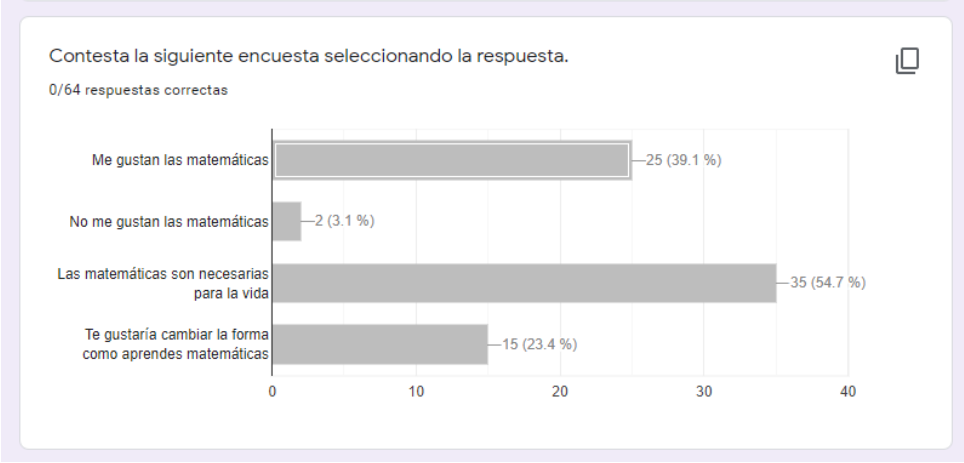



*Figura 6.* Diagrama de resultados aplicación instrumento encuesta estudiantes en el área de Matemáticas. Elaborado por la autora.

Los estudiantes reconocieron en su mayoría la importancia de las matemáticas y un 23,4% expresa su necesidad sobre un cambio en las didácticas utilizadas para el

aprendizaje en el área. Desde la experiencia como docente de matemáticas, los estilos de aprendizaje de los estudiantes no son homogéneos en un determinado curso, por ello a pesar de la utilización de múltiples estrategias didácticas finalizando cada período algunos estudiantes en cada curso no alcanzan los objetivos propuestos y además requieren de un cambio en las estrategias presentadas desde el área de matemáticas.

Cuando se aplican estos instrumentos, en algunos casos se encuentra el docente con opiniones influenciadas por la necesidad de "caer bien", premisa que no les permite a algunos estudiantes expresar libremente su verdadero sentir, sin embargo, un porcentaje considerable aceptó la necesidad de un cambio en las estrategias utilizadas para hacer más efectivos sus aprendizajes en el área de matemáticas.

La aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque STEAM está respaldada por autores como Portz (2015) y Sanders (2009) que afirman la necesidad de mejorar la educación convencional y realizar cambios en las didácticas que se utilizan para la enseñanza de los conocimientos en las áreas impartidas tradicionalmente en las aulas de clase.

### 7.2 Análisis de la Etapa Aprehensiva

En esta segunda etapa se aplica una prueba diagnóstica que permite comparar y analizar el estado inicial de las operaciones intelectuales jerarquizar, suprimir y generalizar en los estudiantes población objetivo de esta investigación.

Desarrollada la actividad diagnóstica subida en el aula virtual de Classroom (Ver Anexo 1) se tabuló la información estableciendo una medida de aciertos en las

representaciones o ideogramas teniendo en cuenta la profundidad de los caminos desde la teoría de grafos. A continuación, se describe una posible solución de los problemas planteados a los estudiantes:

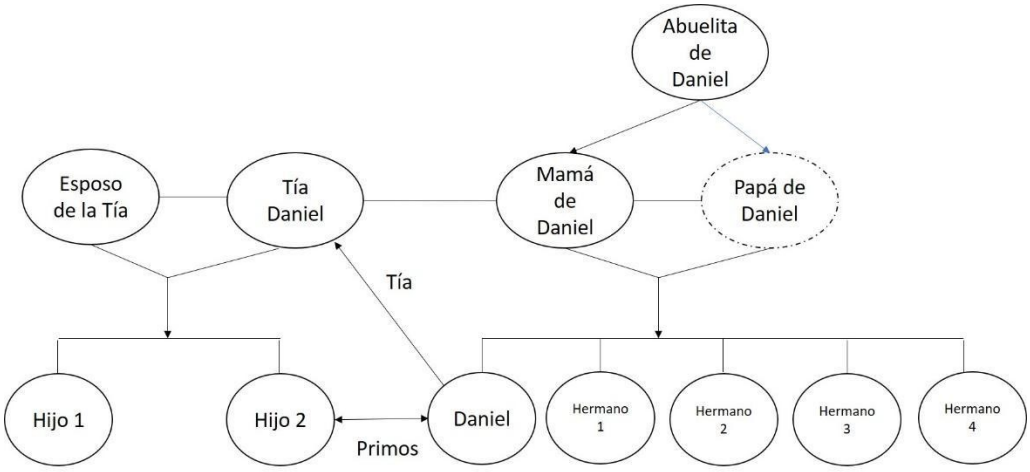



*Figura 7.* Gráfico Pregunta 1. Elaborado por la autora.

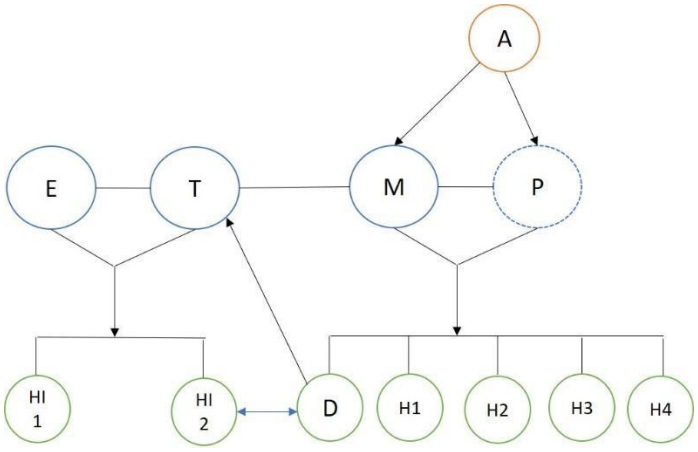



*Figura 8.* Grafo Pregunta 1. Elaborado por la autora.

Se identifican en el grafo los dos caminos con mayor profundidad y ellos tienen siete nodos cada uno. Camino 1: A, P, M, D, T, E, HI1; siete nodos de profundidad. Camino 2: A, P, M, T, E, HI1, D; siete nodos de profundidad.

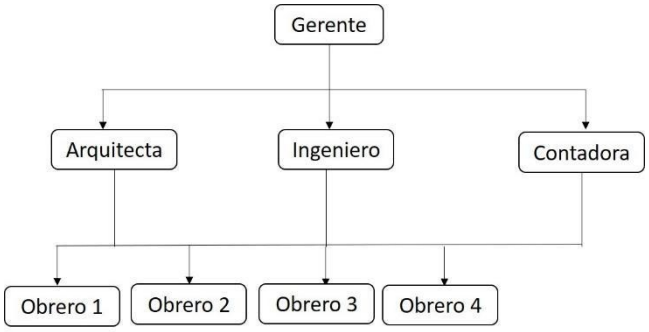



*Figura 9.* Gráfico Pregunta 2. Elaborado por la autora

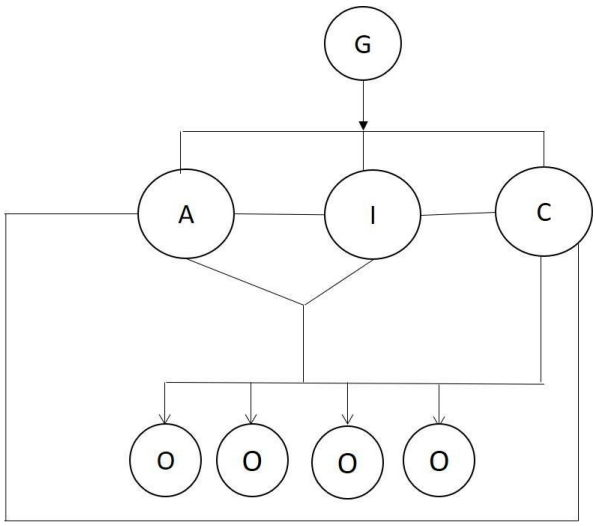



*Figura 10.* Grafo Pregunta 2. Elaborado por la autora.

Se identifican en el grafo los tres caminos con mayor profundidad y ellos tienen tres nodos cada uno. Camino 1: G, I, O; tres nodos de profundidad. Camino 2: G, A, C; tres nodos de profundidad. Camino 3: G, C, O; tres nodos de profundidad.

Se observó que existen limitantes en la mayoría de las aplicaciones a las cuales los estudiantes tienen acceso para elaborar este tipo de gráficos. La mayoría de las herramientas informáticas carecen de opciones para representar relaciones diferentes a las jerárquicas. El siguiente gráfico muestra los resultados de las pruebas presentadas por los

estudiantes comparados con el número máximo de nodos en profundidad que se pudieron representar en sus grafos (Anexo 2):

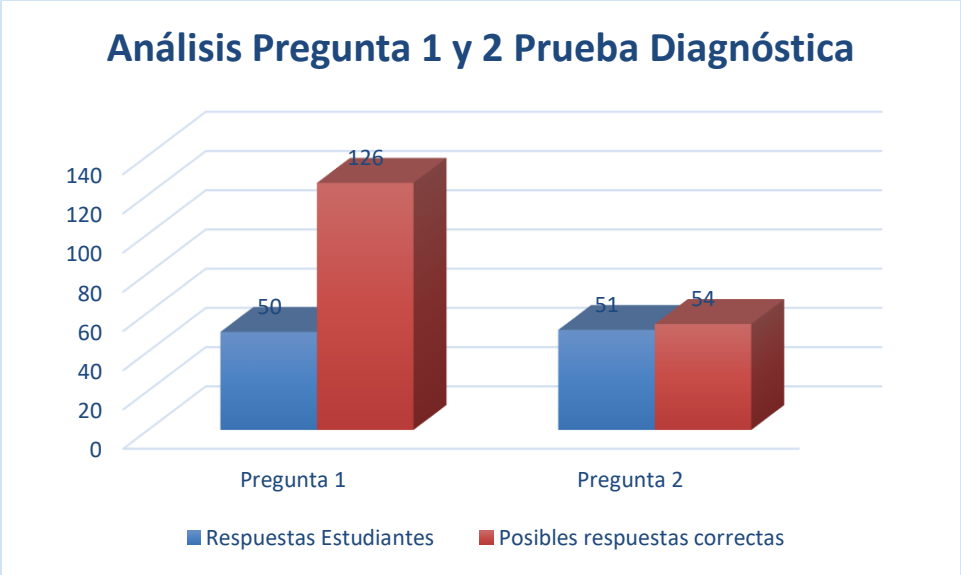



*Figura 11.* Análisis pregunta 1 y 2 Prueba Diagnóstica

De acuerdo con el desarrollo de los procesos de pensamiento sugerido por Zubiria (2018) se evidencia en los estudiantes un alto nivel en la operación intelectual de jerarquización, pero bajo nivel en supresión y generalización que se encuentran en la pregunta 1. Para las relaciones familiares que se deben establecer en el gráfico de la pregunta 1, se requiere un nivel mayor de análisis para encontrar relaciones y caminos que no son obvios en el enunciado del problema. Por ello, se considera pertinente utilizar los resultados de esta pregunta en la última prueba para identificar cambios o mejoras en el desarrollo de procesos básicos de pensamiento en los estudiantes.

Para la pregunta 3 (Anexo 3) los resultados se ilustran a continuación:

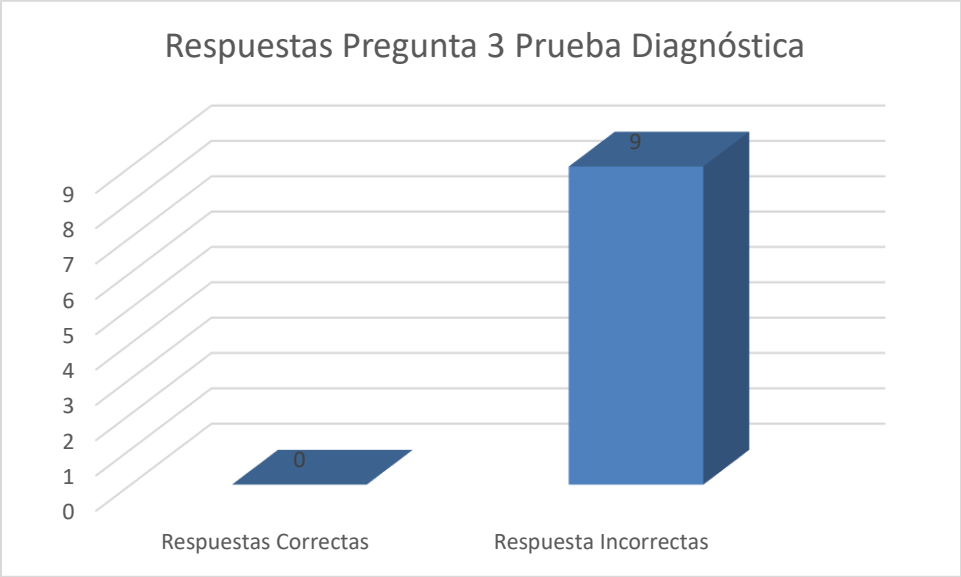



*Figura 12.* Respuestas a la pregunta 3 de la prueba diagnóstica. Elaborado por la autora.

En el análisis de los resultados de esta pregunta es evidente la necesidad de aplicación de estrategias que les permitan a los estudiantes mejorar sus habilidades para la aplicación de sus conocimientos, recursividad, imaginación, entre otras para la solución de problemas.

Para analizar las preguntas 4, 5, 6 y 7 se elabora la siguiente gráfica:

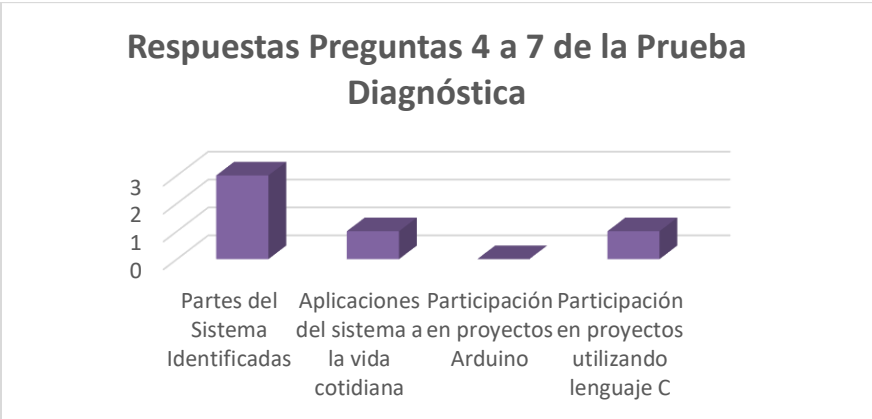



*Figura 13.* Respuestas a las preguntas 4 a la 7. Elaborado por la autora.

La gráfica nos muestra poco conocimiento en el tema a tratar, lo cual justifica la profundización en temas como: Internet de las cosas, Programación en Software Libre, participación en proyectos donde es necesaria la aplicación del lenguaje C+ para programar Tarjetas Arduino o Nodemcu y demás temáticas relacionadas en la unidad didáctica propuesta.

Para identificar los estados iniciales y finales de los procesos básicos de pensamiento en los estudiantes la presente investigación propone utilizar los ideogramas o representaciones de conocimiento que Zubiría (2018) define como herramientas de desarrollo del pensamiento, las cuales, en los primeros años le permiten al niño organizar, categorizar, abstraer y relacionar la información, mientras que a los adolescentes los lleva a transitar por la transformación de la información en conocimiento.

Para implementar la prueba fue necesario revisar el trabajo realizado por la autora Sánchez (1995) donde se describen modelos de problemas representativos para el desarrollo de las habilidades de análisis y síntesis en los estudiantes pasando inicialmente por observación, comparación, relación, clasificación, conceptualización, cambios, ordenamiento, transformaciones y clasificación jerárquica.

### 7.3 Análisis Etapa Comprensiva

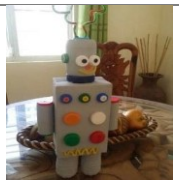
En la tercera etapa fue fundamental iniciar con la construcción de los parámetros para la implementación del enfoque pedagógico STEAM para luego aplicar la estrategia

didáctica a través de talleres propuestos en el aula virtual de la Plataforma Classroom. A continuación, se presentan y analizan las actividades desarrolladas por los estudiantes.

### 7.3.1 Análisis Unidad Didáctica Actividad 1

Con la primera actividad se pretende motivar a los estudiantes a la construcción artística de un prototipo no funcional de robot, que les permita dar solución a una problemática identificada en su entorno. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5
Resumen actividad 1 realizada por los estudiantes

| Estudiante | Robot fabricado | Problema Identificado | Estudiante | Robot fabricado | Problema Identificado |
|---|---|---|---|---|---|
| Estudiante 1 |  | Necesita luz en su habitación para hacer tareas en la noche. | Estudiante 2 |  | Reutilización de material |
| Estudiante 3 |  | La guerra Robot utilizado para la defensa personal | Estudiante 4 |  | Recoger la basura Uso de material reciclado |
| Estudiante 5 |  | Reutilización de material reciclado | Estudiante 6 |  | Contenedor de reciclaje |
| Estudiante 7 |  | Brazo robótico Discapacidad | Estudiante 8 |  | Reciclaje de basura |

| | | |
|---|---|---|
| Estudiante 9 |  | Reciclaje de basura |

Descripción de los prototipos construidos por los estudiantes. Elaborado por la autora.

La figura anterior muestra las imágenes de los prototipos enviados por los estudiantes como evidencia de la actividad 1. Las expresiones artísticas representadas en esculturas o prototipos son descritas por los estudiantes utilizando las Tics. Al observar su entorno y después de un análisis del mismo, se identifica una problemática que desean resolver, sus narrativas realizadas a través de vídeos y audios dan cuenta de la necesidad prioritaria de solución para la problemática de las basuras, la reutilización de los desechos, las necesidades de personas en condición de discapacidad y la falta de luz cuando se requieren hacer actividades escolares durante la noche.

Esta actividad se complementó con un formulario de Google que contenía una pregunta con respuesta tipo Likert y una pregunta abierta con el fin de indagar sobre la percepción de los estudiantes después del desarrollo de la actividad, los resultados de la primera pregunta se evidencian a continuación.

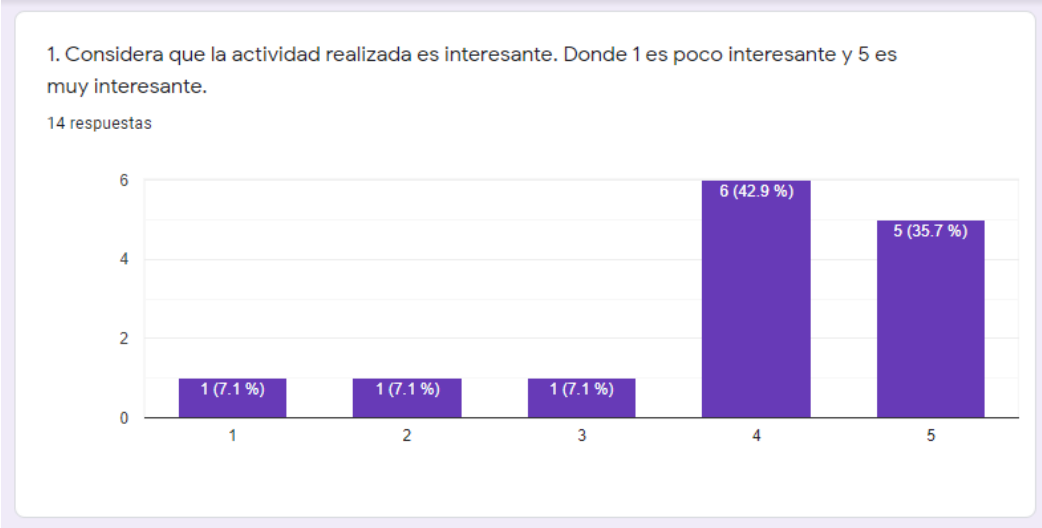



*Figura 14*. Encuesta de satisfacción Actividad 1 Unidad Didáctica. Elaborada por la autora.

La gráfica nos muestra que un 78,6% de los estudiantes participantes afirma que la actividad es interesante o muy interesante, esta cifra nos permite afirmar que es asertiva la elección de la actividad 1 y además que esta cumple con las premisas del STEAM según Kelley (2016) el cual afirma la disminución del interés y la motivación de los estudiantes en las actividades tradicionales que se realizan en asignaturas como las matemáticas y la física.

Se debe tener en cuenta para una retroalimentación de este instrumento ¿Cuál es el significado de la palabra interesante para los estudiantes del grado encuestado?, ¿Qué tipo de actividades despiertan el interés de los tres estudiantes que contestaron negativamente en la encuesta? La respuesta a estos interrogantes y el análisis de las sugerencias entregadas por los estudiantes brindan herramientas para mejorar la implementación de la estrategia didáctica propuesta.

Seguidamente, se describen las recomendaciones registradas en la pregunta abierta del formulario de Google generado en el aula de Classroom sobre las recomendaciones para mejorar la actividad:

- Estudiante 1. No sé.
- Estudiante 2. Me gustaría que el robot tuviera algún movimiento o función.
- Estudiante 3. Una explicación mejor.
- Estudiante 4. Perder el miedo a conectar el circuito a una fuente de energía
- Estudiante 5. Profesora hacer la construcción de una maqueta o alguna estructura interior robótica para saber cómo funciona y no solo el exterior de esa estructura
- Estudiante 6. Ninguna
- Estudiante 7. No pude hacer eso.
- Estudiante 8. A la próxima hacer mi robot de materiales más resistentes como el agua.
- Estudiante 9. Me gustaría que nos enfocaran más a la vida diaria a lo que realmente necesitamos para salir a la vida real y no saber cómo comprar un carro o una casa.
- Estudiante 10. Ninguna
- Estudiante 11. Ninguna
- Estudiante 12. Todo fue muy bueno
- Estudiante 13. Explicar más seguido y que muy buena la información.

Las recomendaciones 3 y 13 sugieren mejorar o ampliar las instrucciones de esta, mientras que las respuestas 2 y 5 evidencian el desconocimiento de los objetivos de la

actividad y la necesidad de contextualizar de forma significativa los temas propuestos, objetivo que se espera alcanzar en la actividad 4.

En la actividad realizada se desarrollan procesos relacionados con el talento artístico y la expresión, los estudiantes realizan una codificación artística donde son capaces de materializar o mostrar sus ideas, sentimientos y emociones a través de alguna expresión artística. Ríos nombrada por Zubiria (2018, p. 127). Los estudiantes además de realizar una expresión artística ponen en práctica competencias transversales en temas como: la resolución de problemas, ejercer su juicio crítico, poner en obra su pensamiento creativo, proporcionarse métodos de trabajo eficaces, explotar las TICs y comunicarse de manera adecuada. (Florez, 2010), porque la sustentación de la actividad se realizó a través de un video que proporcionó información valiosa al proyecto, además, del uso de las TIC como una competencia transversal para evidenciar sus procesos de aprendizaje en situación de aislamiento preventivo.

### 7.3.2 Unidad Didáctica Actividad 2

En la actividad 2 correspondiente a recordar o despejar dudas alrededor de la aplicación de conceptos sobre las magnitudes físicas Intensidad, Potencia y Resistencia Eléctrica se elaboró una presentación en el generador de contenido de la página web Genially.com, la cual, fue utilizada para la clase sincrónica correspondiente, el desarrollo de la actividad fue enviado por los estudiantes a través de vídeos utilizando dispositivos eléctricos como bombillas, baterías, interruptores y multímetros para quienes tenían los materiales en casa, la mayoría de los estudiantes realizaron prácticas en el simulador

digital Tinkercad. A continuación, la gráfica muestra algunas de las evidencias presentadas:

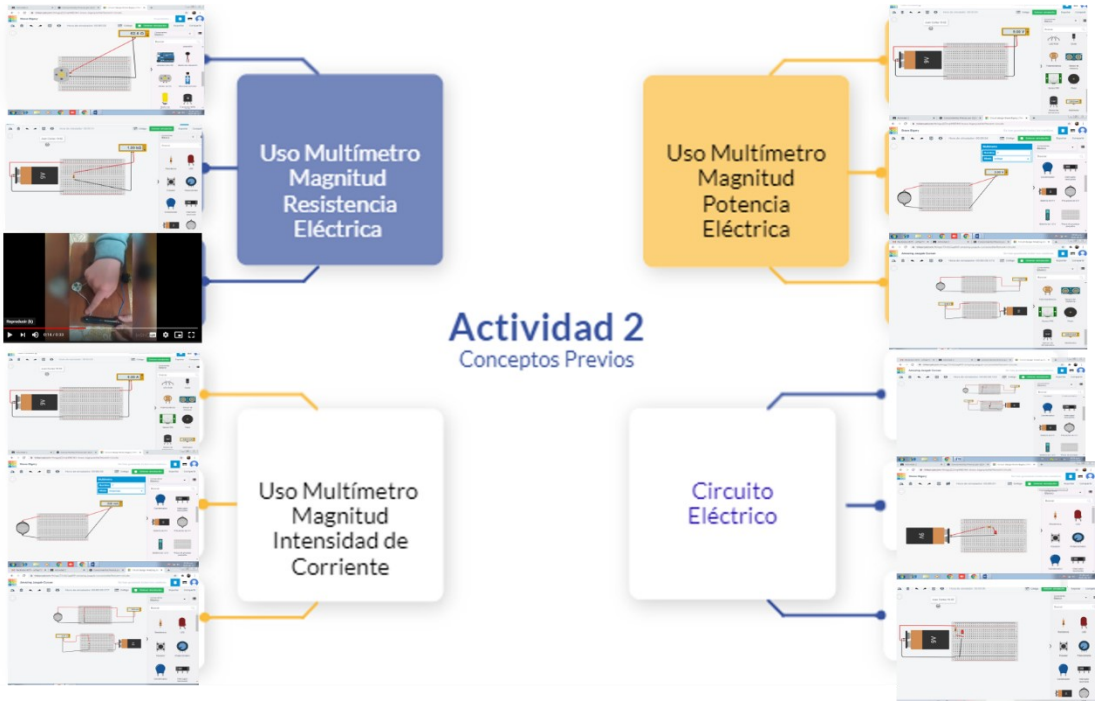



*Figura 15.* Infografía imágenes Actividad 2. Elaborado por la autora

En esta actividad se evidenciaron los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre el tema, para los jóvenes no son ajenos ni desconocidos los conceptos sobre las magnitudes físicas Intensidad de Corriente, Potencia y resistencia, además su relación a través de la ley de Ohm. Estos temas fueron trabajados teóricamente y en talleres en los primeros períodos de la asignatura Énfasis en Electrónica con el docente de la modalidad.

Desde la experiencia de la investigadora es recomendable que los estudiantes tengan un acercamiento sobre las temáticas de forma teórica antes de aplicar este taller porque esto facilita en las prácticas la identificación de problemas en el funcionamiento de los dispositivos. El taller permite hallar el valor de las magnitudes primero desde la

experimentación con el uso del multímetro y luego, se contestaban una serie de preguntas sobre las magnitudes desde la teoría usando la ley de Ohm para predecir el valor del amperaje en un circuito o el valor de una resistencia de acuerdo con su código de colores y compararlo con el valor real en el desarrollo del taller. En la actividad hizo falta esta aplicación de los conceptos matemáticos en una ecuación de primer grado.

### 7.3.3 Análisis Unidad Didáctica Actividad 3

En el desarrollo de esta actividad primero se realizaron dos clases sincrónicas a través de las cuales se explicaba a los estudiantes el origen y la evolución las tarjetas Arduino y Nodemcu, se mostraba a través de la cámara los dispositivos reales y sus ventajas con el fin de puntualizar los objetivos de la actividad y orientar los procesos a desarrollar en cada uno de sus hogares.

Se realizaron montajes de un led RGB intermitente y un servomotor utilizando una tarjeta Arduino Uno, como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje se agregó al aula Classroom videos grabados por la investigadora para realizar los montajes en el simulador Tinkercad. De todas las actividades esta representó la más alta complejidad porque se requiere una comprensión y aplicación global del tema, es decir, los vacíos y dificultades que no se hayan superado en el taller anterior no permiten desarrollar exitosamente las simulaciones más complejas que requieren líneas de programación en bloques lógicos; muy pocos lograron alcanzar todos los objetivos propuestos, por ello se requirió una segunda clase. Para finalizar este segmento, se realizó el análisis de algunos de los gráficos enviados por los estudiantes.

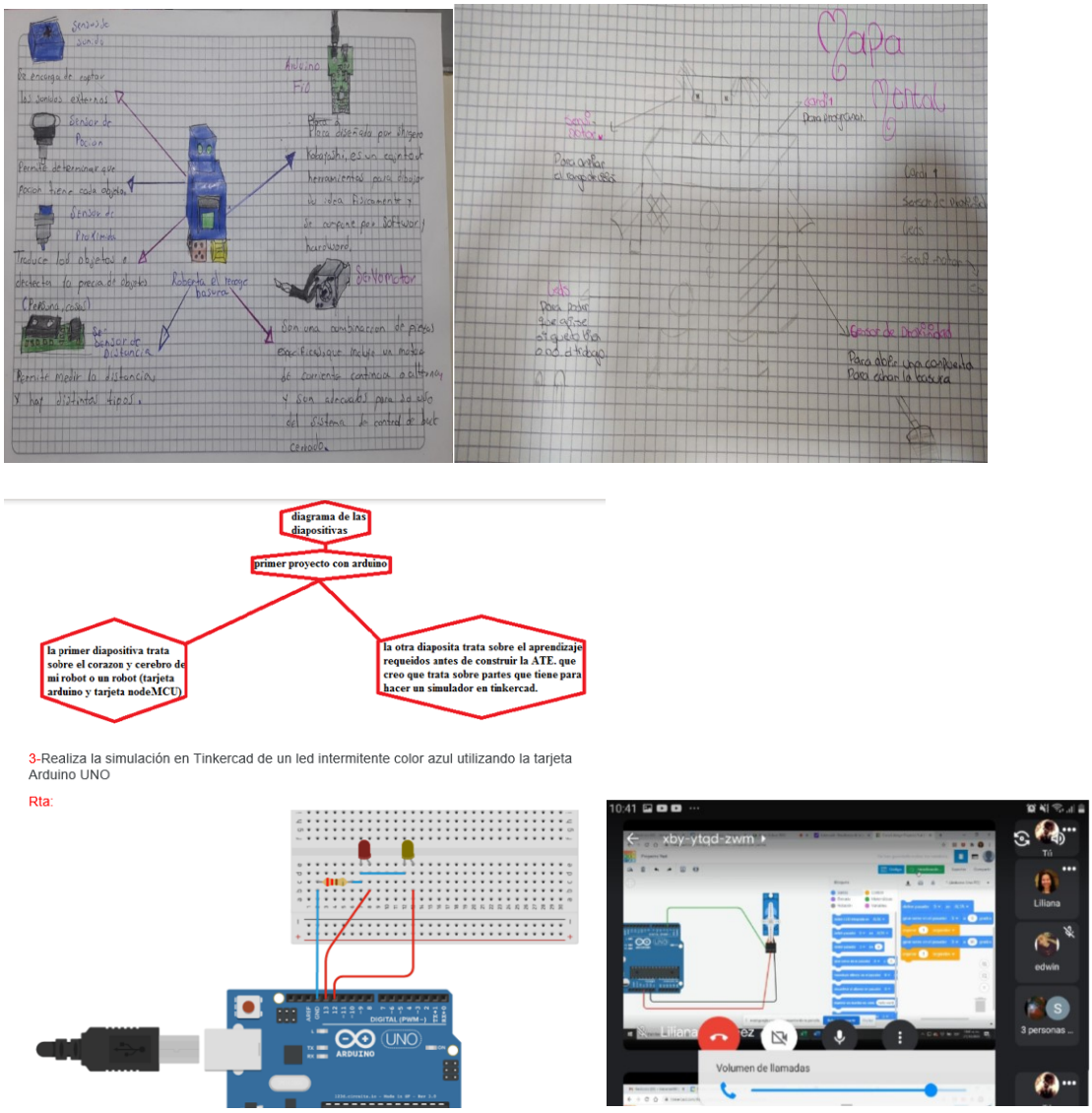



*Figura 16.* Gráficos estudiantes Actividad 3.

Los gráficos muestran una representación central de los robots elaborados por los estudiantes, las flechas señalan la ubicación de los dispositivos eléctricos y electrónicos con su funcionalidad; evidenciando la interiorización de los conceptos a través de: jerarquización, supresión y generalización del conocimiento. En el primer gráfico el modelo de un robot recolector de basura permite al estudiante no solo organizar la

información sino priorizar la utilidad de cada dispositivo para relacionarlo con una función-acción requerida en el prototipo. Por esto, las flechas muestran un dispositivo electrónico como el servomotor para desplazarse y dispositivos eléctricos como los leds para comunicarse con el exterior. Lo anterior, es explicado en la Pedagogía Conceptual como operaciones intelectuales de Jerarquización, supresión y generalización, las cuales organizan, modifican y expresan proposiciones que son la base de la metacognición (Zubiria, 2018).

### 7.4 Análisis Etapa Integrativa

En la etapa final se buscó identificar avances relacionados con las operaciones intelectuales, a partir de los resultados obtenidos después de la implementación de la estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM. Se aplicó nuevamente la prueba diagnóstica que permitió evidenciar avances en las operaciones intelectuales relacionadas con jerarquización, supresión y generalización en el proceso de la resolución del problema planteado. Un ejemplo de lo anterior se analizará en la siguiente gráfica.

**Diferencias en las Respuestas Pregunta 1 Prueba Diagnóstica**

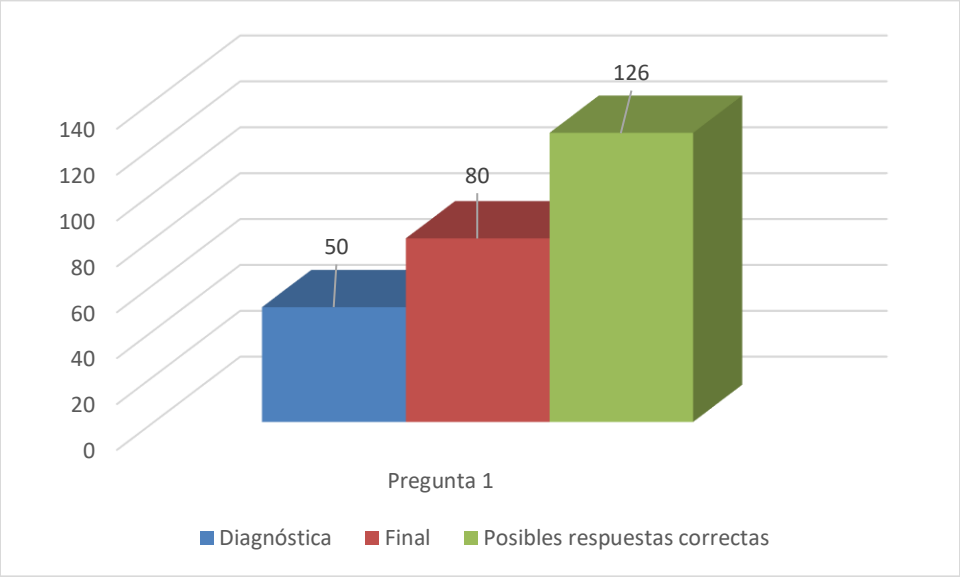



*Figura 17.* Gráfico que muestra la profundidad de los nodos en los gráficos realizados por los estudiantes. Anexo 1 y 4. Elaborado por la autora.

La imagen anterior presenta en la barra azul las respuestas de los estudiantes en un primer momento con respecto al problema planteado sobre el árbol genealógico; esta misma pregunta se hace en la última etapa y de 126 posibles conexiones los estudiantes logran avanzar a la identificación de 30 relaciones más entre los nodos que componen las gráficas. Es así como, en la segunda aplicación de la prueba los estudiantes hicieron una lectura comprensiva que se evidenció con preguntas puntuales después de observar y analizar sus gráficos. Acto seguido, contrastaron las relaciones entre los nodos y los conocimientos previos sobre las relaciones familiares para graficar de forma correcta el problema.

Como se explicó anteriormente en la etapa aprehensiva, no se abordará la pregunta 2 porque en ella los estudiantes alcanzaron el nivel de jerarquización deseado; por ello, se avanzará al análisis de la pregunta 3 en la prueba diagnóstica.

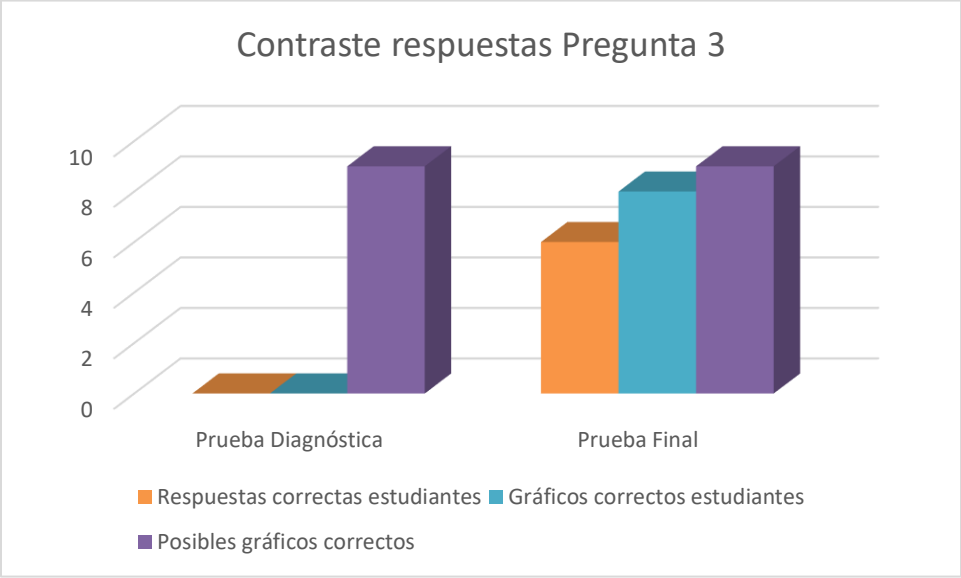



*Figura 18.* Contraste respuestas pregunta 3 de la prueba diagnóstica. Anexo 5. Elaborado por la autora.

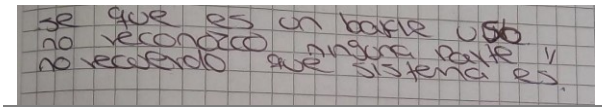
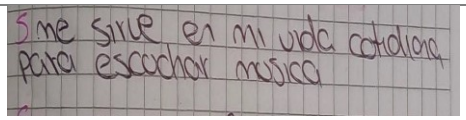
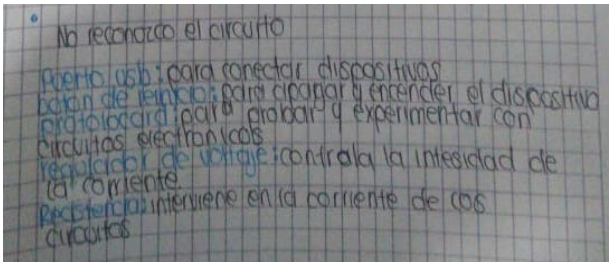
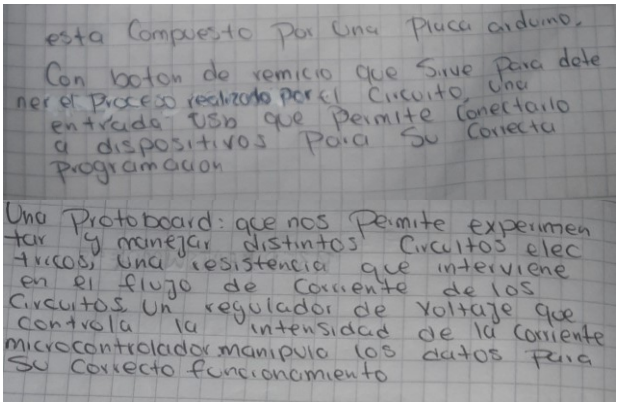
El gráfico anterior muestra que en una primera lectura los estudiantes en su mayoría no realizaron gráficos de la pregunta y por ende no encontraron la respuesta correcta al problema planteado, se limitaron a escribir: no entiendo la pregunta. En un segundo momento se analizaron ejemplos y gráficas utilizadas en el sistema de transporte masivo, estrategia que logró conectar sus conocimientos previos con la pregunta planteada y avanzar a ocho gráficos correctos y seis respuestas correctas. A pesar de encontrar solo dos respuestas correctas, se logró identificar que la dificultad está enfocada en la atención porque los gráficos estaban correctos.

En esta estrategia didáctica es clave para el docente mantener la atención en los gráficos elaborados por el estudiante para valorar el proceso en el desarrollo de las operaciones intelectuales y no mirar solo el producto final. Vale la pena resaltar que lograr en los estudiantes la conjunción del gráfico correcto con la respuesta correcta es un proceso complejo de alto nivel que puede ser otro tema de investigación.

Para terminar, se plantean las preguntas 4 y 5 con base a un gráfico relacionado con la robótica, en el cual debían identificar un sistema formado por una Tarjeta Arduino UNO y sus dispositivos eléctricos y electrónicos; sin embargo, la primera vez ninguna de las respuestas fue acertada, en el segundo momento fue satisfactoria la participación asertiva en las respuestas de los estudiantes. En este mismo sentido la pregunta número 5, dentro de un contexto de aprendizaje significativo permitió que 6 de los estudiantes lograran relacionar el uso de estos sistemas con los problemas de su entorno. El siguiente cuadro muestra los resultados de la participación de los estudiantes.

Tabla 6.
*Respuestas de los estudiantes a las preguntas 4 y 5*

| Pregunta 4<br>**¿Reconoces el siguiente sistema? Describe las partes que conoces y su funcionamiento:** | Pregunta 5<br>**Describe las aplicaciones que tiene este sistema en tu vida cotidiana** |
|---|---|
| **Estudiante 1**<br>Placa de prueba, arduino uno r3, sensor de distancia, cables de conexión. En total un circuito de prueba. | Hacer oficio, cocinar para mi mama y mi hermana hacer tareas sacar u tiempo para jugar y comer |
| **Estudiante 2**<br>Tarjeta Arduino Uno: **este sistema tiene la tarjeta Arduino la cual es el cerebro y corazón de algún aparato tecnológico.**<br>Sensor de distancia: **este sensor nos permite tomar la distancia que tenemos de algo, por ejemplo, este sensor lo tienen ciertos robots o carros automáticos.** | □ Computador<br>□ Celular<br>□ Nevera<br>□ TV<br>□ Dron |

| | |
|---|---|
| Resistencia: **Es aquella que opone la corriente eléctrica para pasar por ciertos materiales.**<br>Cables: **Estos cables son usados para transportar toda esa energía y electricidad.** | |
| **Estudiante 3**<br>El sistema no lo reconozco, pero recuerdo la resistencia de 1.0000, transistor NPN, la protoboard un leds, un pulsador, un sensor de distancia, una placa de pruebas pequeñas, y creo también que hay un LED RGV, además veo símbolos que no logro ver claramente. | puede ser el sistema de un reloj.<br>O puede ser el circuito de una linterna, pero en verdad aun no se de que es el circuito con seguridad. |
| **Estudiante 4**<br>En esta imagen se reconoce una tarjeta arduino uno acompañado de una resistencia, un led y un sensor .la tarjeta se utiliza para programar, la resistencia sirve para transformar la energía eléctrica o para generar energía calórica,el LED es emisor de luz y las bosinas emiten sonido | La aplico en la cotidianidad para programar mi robot |
| **Estudiante 5**<br> |  |
| **Estudiante 6**<br> | **No respondió** |
| **Estudiante 7**<br> | **No respondió** |

| | |
|---|---|
| **Estudiante 8**<br>alguna vez si trabaje con estos aparatos pero realmente no me acuerdo muy bien de ningún nombre | **No respondió** |
| **Estudiante 9**<br>Reconozco la protoboard, la resistencia, la plaqueta electrónica. | Estos sistemas los veo en canecas de basura en las calles, en equipos de sonido y televisores. |

La tabla muestra las respuestas de los estudiantes. Elaborada por la autora.

Al respecto de las operaciones intelectuales en esta etapa, los estudiantes logran generalizar los conocimientos adquiridos para aplicar un sistema robótico como respuesta a una necesidad de su entorno. Es el caso del estudiante 4 que plantea la posibilidad de construir canecas de basura con sistemas robóticos para resolver un problema de basuras que él identificó en su entorno.

Conforme al ejemplo anterior, es pertinente retomar lo explicado en el Marco Teórico sobre los procesos básicos de pensamiento, también llamados procesos mentales, habilidades del pensamiento y según Zubiria (2018) constituyen operaciones intelectuales que organizan estructuras del pensamiento, las modifican y expresan proposiciones que son la base de la metacognición. Lo importante es resaltar que en el análisis y la síntesis se hace jerarquización, supresión, generalización de la información de las partes, sus funciones y la relación que existe entre ellas. Estos dos procesos se encuentran reunidos cuando se resuelven problemas; permitiendo profundizar en el conocimiento y tener una comprensión de la realidad según Sánchez (1995). Además, estas operaciones intelectuales facultan al individuo para profundizar en conocimiento teóricos, sociales, éticos y artísticos.

# Capítulo 8

## Conclusiones

Para iniciar las conclusiones del proyecto se hará referencia al objetivo general porque permitió finalizada la aplicación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM, el análisis de algunos avances en las operaciones intelectuales como jerarquizar, suprimir y generalizar en la solución de problemas de su entorno; con estos, se reconocen aportes como la importancia de la representación que los estudiantes hacen de los conocimientos adquiridos a través de ideogramas.

Se hace necesario resaltar la pertinencia de la investigación con respecto a las operaciones intelectuales desde las matemáticas y otras áreas relacionadas como la Tecnología y las Ciencias; vinculando temáticas relacionadas con la Robótica. Las operaciones antes mencionadas ayudan a los estudiantes al logro de competencias indispensables para alcanzar metas en el mundo actual.

En relación a los objetivos específicos se integraron con las etapas metodológicas de la investigación y los análisis de la aplicación de las pruebas e instrumentos; evidenciándose las dificultades relacionadas con la motivación y escaso desarrollo de las operaciones intelectuales, así como los avances en procesos de jerarquización, supresión y generalización; reflejados en las soluciones nuevas que presentan los estudiantes aplicando la Robótica, a través de la creatividad y la integración del Arte en sus proyectos.

Como resultado del análisis de la investigación se concluyó que la operación intelectual de jerarquización es un estadio alcanzado por los estudiantes de grado décimo,

dado que en la prueba diagnóstica se les facilitó identificar las relaciones de subordinación. Estas relaciones utilizadas en los mapas conceptuales son regularmente empleadas en el área de Lengua Castellana, pero desde la Pedagogía Conceptual se recomienda incluir en el currículo desde la Básica Primaria la asignatura Desarrollo del Pensamiento de forma transversal para fortalecer las operaciones intelectuales.

Al respecto Zubiria (2018) menciona que la aplicación de las operaciones intelectuales de Supraordinar (¿A qué clase superior pertenece el concepto), Excluir (¿Qué otros conceptos hay como él?), Isoordinar (¿Qué caracteriza este concepto?), Infraordinar(¿Qué variedades o tipos hay de ella?), son identificables en un mapa conceptual o mentefacto. Estas cuatro operaciones intelectuales son necesarias en la solución de problemas y deben ser abordadas desde las matemáticas, área donde poco se privilegia su uso.

Otras operaciones intelectuales utilizadas por los estudiantes en la implementación de la estrategia didáctica basada en el enfoque STEAM fueron el modelado y la construcción, a través de las cuales expresaron su talento artístico y fueron capaces de materializar sus ideas, sentimientos, emociones y sueños. La imaginación y creatividad se dieron cita en los hogares para cristalizar la respuesta inmediata a las necesidades físicas de un entorno hostil e incierto.

En el desarrollo del proyecto poco a poco se vieron florecer los procesos de pensamiento más complejos: supresión y generalización, abordados en las etapas comprensiva e integrativa de la investigación; siendo gratificante ver la materialización en unas hojas de los diseños de los prototipos, indicando desde la robótica lo que se

necesita para su funcionamiento. Son claros los avances logrados en la eliminación de información no relevante con respecto a los elementos eléctricos y electrónicos no necesarios para el funcionamiento de su robot y la relación entre dichos dispositivos para el funcionamiento y la aplicación de estos sistemas en la solución de problemas de su entorno.

El cuanto, al enfoque pedagógico STEAM, Sigla que integra Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, en el desarrollo de los procesos básicos de pensamiento; se valora su aporte para dar respuesta al desarrollo de las competencias logrando percibir e interiorizar la realidad y el conocimiento de manera no fragmentada; su uso en el aula logra motivar a los estudiantes, hacerlos conscientes de la utilidad que tienen los conocimientos en Robótica para dar respuesta a las necesidades de su entorno. Además, permite plantear unidades de contenidos desde la transversalización de algunas áreas; que van más allá de minimizar el volumen de trabajos a entregar, hasta elevarlo como una propuesta flexible que logre involucrar grupos de maestros para transformar su práctica pedagógica.

Vale la pena resaltar el acierto en la metodología seleccionada para esta investigación, la cual permitió una visión globalizada de las interacciones que resultan de la práctica. educativa en el ciberespacio, su aplicación facilitó el análisis de gráficas estadísticas y lectura de grafos en lo cuantitativo; así como, la integración de las ciencias exactas desde una visión descriptiva de la realidad educativa actual dada por las medidas sanitarias derivadas de la emergencia generada por el COVID- 19, desde lo cualitativo. Desde el paradigma cuantitativo se evidenció la posibilidad de establecer grados de profundidad en

los grafos o ideogramas elaborados por los estudiantes. En cuanto al paradigma cualitativo la descripción de las interacciones en la práctica educativa no presencial visibilizó las fortalezas y limitaciones de la investigación desde la virtualidad. En cuanto a las fortalezas se encuentra el entrenamiento en el uso de los simuladores, el uso de las TICs y la autonomía en procesos de aprendizaje llevados a cabo por los estudiantes. No obstante, fue limitante la falta de conectividad, la imposibilidad de realizar las prácticas con dispositivos reales y los inconvenientes para realizar trabajo en equipo por las medidas de confinamiento originadas por el Covid-19.

Por otro lado, se logró documentar bibliográficamente la investigación con los aportes de Sánchez (1995) desde las matemáticas y la propuesta de Las Seis Lecturas con Zubiria (2018) en la Pedagogía Conceptual, estos dos aportes le dieron al trabajo investigativo un soporte integrado que enriqueció el análisis dejando la posibilidad de profundizar en una temática tan necesaria como lo son las operaciones intelectuales para el fortalecimiento de las competencias necesarias en la solución de problemas.

Desde las encuestas realizadas a los estudiantes al finalizar cada actividad se observó en las gráficas y los comentarios abiertos el interés por los talleres realizados y la retroalimentación del proceso de enseñanza y aprendizaje; sus recomendaciones fueron tenidas en cuenta y mostraron una vez más que cuando se tienen en cuenta los intereses y necesidades de los estudiantes y la solución de un problema del entorno se logra un aprendizaje significativo.

En virtud de los resultados, finalmente estos hallazgos ofrecen posibilidades en el campo de los Simuladores para el desarrollo de soluciones con Realidad Virtual o

Aumentada que permitan mejorar la experiencia pedagógica con el uso de dispositivos electrónicos para un acercamiento a la realidad en las prácticas virtuales con elementos eléctricos y electrónicos. Además, en cuanto a la medición de la profundidad en los grafos es posible el diseño e implementación de software capaz de realizar esta tarea que manualmente es bastante dispendiosa.

Dando respuesta al interrogante ¿Cómo una estrategia STEAM influye en las operaciones intelectuales de los estudiantes?, la autora concluye que citando afirmaciones de Piaget (1974) nombrado por Montealegre (1992), el conocimiento se construye a partir de la interacción entre el sujeto y el medio; la estrategia STEAM permite a los estudiantes establecer relaciones entre las necesidades de su medio y los conocimientos adquiridos en Ciencias, Matemáticas, Ingeniería y Artes, para luego encontrar mediante el análisis lógico, soluciones a las problemáticas de su entorno y en ese proceso desarrollar sus operaciones intelectuales de jerarquización, supresión, generalización, construcción y modelado las cuales les permiten desarrollar procesos cognitivos y de comprensión frente a otras problemáticas como las presentadas en la prueba diagnóstica y expresar soluciones correctas a través de ideogramas o grafos.

En el proceso del trabajo investigativo inicialmente se planteó la posibilidad de realizar únicamente la implementación de una estrategia didáctica basada en el enfoque pedagógico STEAM, analizando sus bondades y dificultades, no obstante, las problemáticas analizadas desde el área de Matemáticas mostraron la necesidad de profundizar en temas referentes a la solución de problemas desde lo cognitivo y buscar una prueba práctica que permitiera diagnosticar a los estudiantes en este aspecto. El

desarrollo de estas estructuras cognitivas se relacionan con procesos básicos de pensamiento o procesos de comprensión lectora que son indispensables en la solución de problemas desde el área de Matemáticas y Ciencias; por ello el Marco Teórico se fundamentó en parte con la propuesta de Zubiria (2018). En la etapa de implementación, inicialmente se pensó la posibilidad de aplicar las pruebas diagnósticas a grupos de control y experimental, pero la idea fue descartada por la misma complejidad de la investigación. Esas decisiones contribuyeron a mantener el eje central de la propuesta y fueron importantes en el proceso de formación investigativa.

Finalmente, este trabajo logra concientizar sobre la necesidad de realizar la investigación en el aula para enriquecer, analizar y retroalimentar actividades y metodologías que permiten nuevos aportes al quehacer pedagógico. Así mismo, le permite al investigador reflexionar sobre los procesos cotidianos en la enseñanza de las matemáticas para plantear estrategias innovadoras desde la Tecnología e Informática y la integración de otras áreas.

## Lista de Referencias

Asencio, A. Quevedo, E. y López, R. (2007). *Tema 9: Grafos.* Recuperado de http://www.iuma.ulpgc.es/users/jmiranda/docencia/programacion/Tema9_ne.pdf

Bonilla, E. y Rodríguez, P. (1995). *Más allá del dilema de los métodos.* Editorial Norma. Bogotá. Colombia. Recuperado de https://www.academia.edu/31932615/Libro-Mas_alla_del_dilema_de_los_metodos.pdf?auto=download

Bravo, F. (2020). *STEM y Educación en Tecnología*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. Colombia. Inédito.

Bravo, F. y Forero, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación en la Sociedad de la Información,* Vol. 13 (2).

Carballeira, E. (2016). *Las razones de la desmotivación en el aprendizaje*. Fundación Aucal. Recuperado de https://www.aucal.edu/blog/servicios-sociales-comunidad/las-razones-de-la-desmotivacion-en-el-aprendizaje/

Carbonell, J. (2015). *Pedagogías del Siglo XXI.* Barcelona, España: Editorial Octaedro.

Causado, R. Santos, B. y Calderón, I. (julio - diciembre 2015). Desarrollo del Pensamiento Crítico en el área de Ciencias Naturales en una escuela secundaria. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín,* 4(2), 17-42.

Cilleruelo A. y Zubiaga, L. (2006). *Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la enrucijada arte,ciencia y tecnología. Jornadas de Sicodidáctica*.

Recuperado de https://www.augustozubiaga.com/web/wp-content/uploads/2014/11/STEM-TO-STEAM.pdf

Colegio Eduardo Umaña Mendoza. (2014). *PEI Colegio Eduardo Umaña Mendoza IED.* Bogotá D.C. Colombia.

Educación 3.0. (5 de noviembre de 2018). 10 claves para implantar la educación en STEAM en el aula. *Educación 3.0*. Recuperado de https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/steam-en-el-aula/41064.html

Ejiwale, J. (2013). Barriers to Sucessful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning*. Vol. 7. p. 63. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/50a4/b1519cf02f279cf9ea120993d2a991c0bfce.pdf

Fernández, M. y Lizarazo, Z. (2019). *ATE y STEM; Una propuesta para relacionar Biología, Geometría y Tecnología (tesis de especialización).* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. Colombia.

Flórez, R.I. (2010). El Pensamiento Crítico como una competencia transversal para la calidad de la educación. *Congreso Iberoamericano de Educación*. *Metas 2021*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de https://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/ACCESO/RLE2353_Flores.pdf

Fonseca, Y. (2019). *Desarrollo del Pensamiento Crítico y Reflexivo a partir de la Enseñanza de la Física*. (tesis de Maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. Colombia.

González, J. (2001). El Paradigma Interpretativo en la Investigación Social y Educativa. Nuevas respuestas para viejos interrogantes. *Universidad de Sevilla*, p. 227. Recuperado de http://institucional.us.es/revistas/cuestiones/15/art_16.pdf

Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística.* Editado por Fundación Sypal. Caracas, Venezuela.

Icfes. (2019a). *Prueba de Matemáticas Saber 11.° 2019. Marco de Referencia para la evaluación, Icfes.* Recuperado de https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1500084/Marco+de+referencia+-+matematicas+saber-11.pdf/4ac33900-99c8-cab5-2143-180405ff6647

Icfes. (2019b). *Resultados pruebas Saber 2019.* Recuperado de http://www.icfes.gov.co

Kelley, T. (2016). A conceptual framework for Integrated STEM education. International. *Journal of STEAM Education Article.* Recuperado de https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-016-0046-z

Ministerio de Educación Nacional. MEN. (1998). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental.* Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf

Ministerio de Educación Nacional. MEN. (2006). *Estándares Básicos Lenguaje, Matemáticas y Ciencias.* Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf

Ministerio de Educación Nacional. MEN. (2008). *Guía N° 30 Lineamientos Curriculares: Competencias en el componente Solución a Problemas con Tecnología.* Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915_arc

Ministerio de Educación Nacional. MEN. (2010). *Lineamientos Curriculares de Educación Artística.* Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_4.pdf

Mirete, A. Soro, M. y Sanchez, J. (2015). El fracaso escolar y los enfoques de aprendizaje: medidas para la inclusión educativa. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 183-197. Recuperado de https://www.redalyc.org/html/2170/217042307015/

Molina, R. (2019). *Modelos, Enfoques y Corrientes Pedagógicas.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Inédito.

Montealegre, R. (1992). Desarrollo de la Acción Intelectual y Formación de la Actividad en Estudiantes Universitarios. *Revista Latinoamericana de Psicología.* 24(10), 343-355.

Montes, L. (25 de Abril de 2015). Innovadores por dentro, la educación según George Lucas. *El Mundo*. Recuperado de https://www.elmundo.es/economia/2015/04/20/55314cb9ca47418f388b4577.html

Olmos, A. (2014). *Desarrollo de habilidades del pensamiento lógico mediante la interacción con Scratch para la resolución de problemas matemáticos*. (tesis de

Especialización). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. Colombia.

Pabón, A. (2019). Desarrollo del Pensamiento Crítico en los niños y niñas a partir de la experiencia literaria. *Tesis de Maestría en Infancia y Cultura de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Bogotá D.C.

Portz, S. (2015). *The Challenges of STEM Education*. Scholarly Commons Citation. Recuperado de https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3410&context=space-congress-proceedings

Pozo, J. Gomez, M. Limon, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos Cognitivos en la Comprensión de la Ciencia*. CIDE.

Ruiz, F. Zapatera, A. Montes, N. y Rosillo, N. (2018). Proyectos STEAM con LEGO Mindstorms para educación. *Innodoct*, 711-720. Recuperado de http://dx.doi.org/10.4995/INN2018.2018.8836

Samacá, E. (2014). *Actividad tecnológica escolar para el desarrollo del pensamiento sistémico en estudiantes de grado décimo a través de la robótica*. (tesis Especialización). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. Colombia.

Sánchez, M. d. (1995). *Desarrollo de Habilidades del Pensamiento.* Editorial Trillas. México.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Tecnology Teacher.*

*December/January*. Recuperado de https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf

Scientix. (2019). La comunidad para la educación científica en Europa. *Scientix*. Recuperado de http://www.scientix.eu/

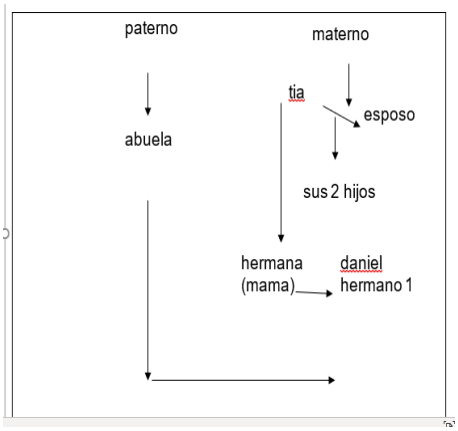
Vásquez, A. L. (2015). *Educación STEM como tendencia y perspectiva futura.* Recuperado de https://geneticcontent.blogspot.com/2015/06/educacion-stem-como-tendencia-y_23.html

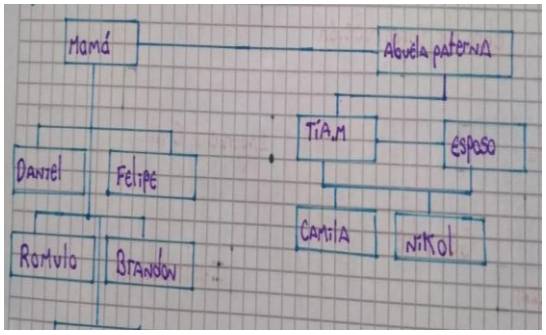
Zubiria, J. d. (2010). Hacia una Pedagogía Dialogante. *Ensayo publicado en el libro A Refundar la Escuela*. Recuperado de http://www.institutomerani.edu.co/noticias/hacia-una-pedagogia-dialogante.pdf

Zubiria, M. d. (2018). *Pedagogía Conceptual: una puerta al futuro de la educación.* Bogotá, Colombia: DGP Editores SAS.

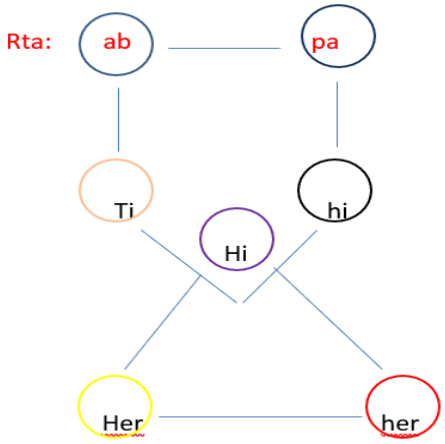
# Anexos

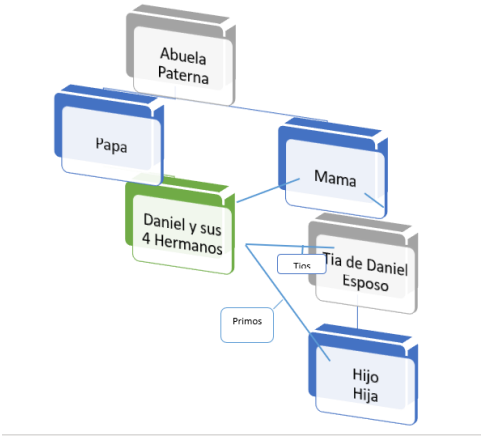
## Anexo 1



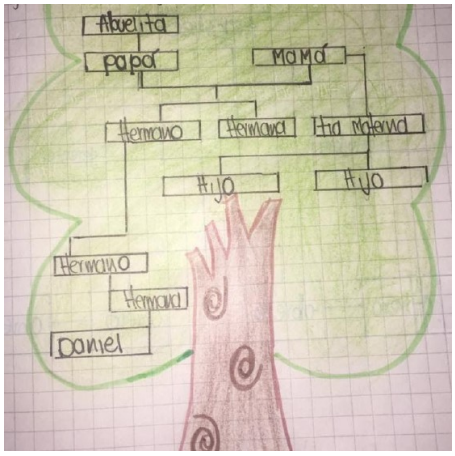



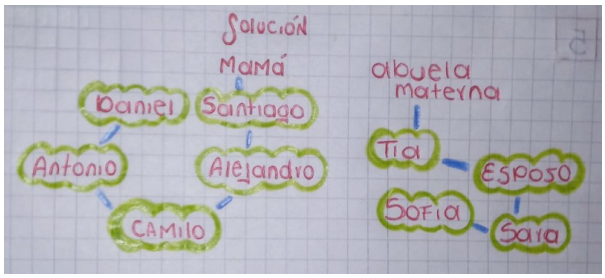

Estudiante 1. Primer camino, 2 nodos. Segundo camino 2 nodos.
Estudiante 2. Primer camino, 3 nodos



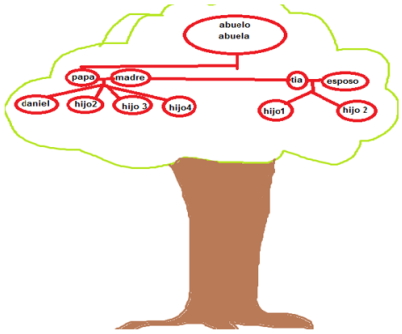



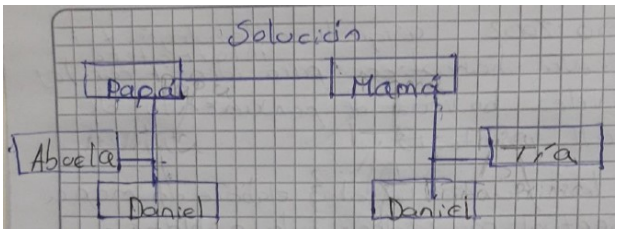

Estudiante 3. Un camino, 3 nodos.
Estudiante 4. Un camino, 4 nodos.  Un camino, 5 nodos.



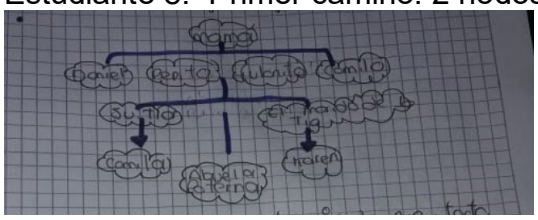




Estudiante 5. Primer camino. 3 nodos. Segundo camino 5 nodos.
Estudiante 6. Primer camino. 2 nodos.



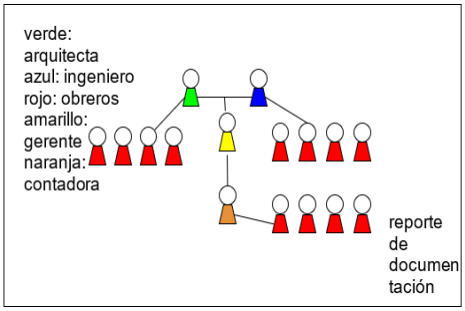



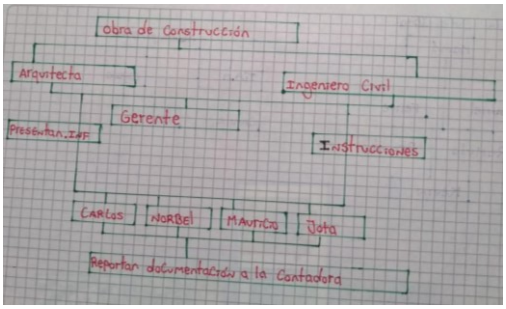

Estudiante 7. Primer camino. 3 nodos. Segundo camino. 5 nodos.
Estudiante 8. Primer camino. 2 nodos. Segundo camino. 3 nodos



Estudiante 9. Un camino. 3 nodos. Segundo camino. 3 nodos.

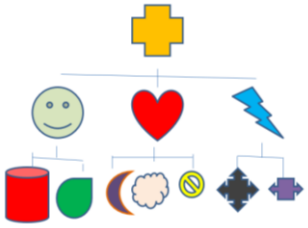
**Anexo 2**

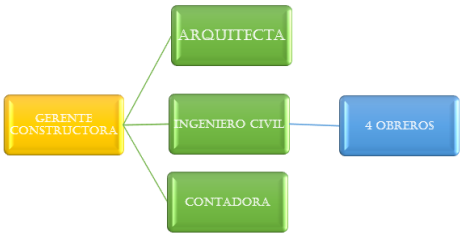



Estudiante 1. Un camino, 3 nodos. Dos caminos de dos nodos, error en los obreros

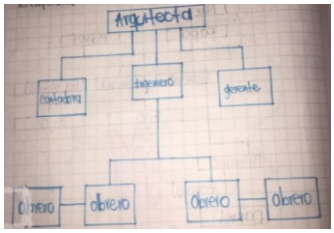
Estudiante 2. Dos caminos de dos nodos cada uno.

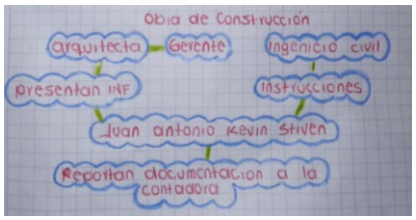





Estudiante 3. Tres caminos de tres nodos cada uno. Error en el número de obrero

Estudiante 4. Un camino de tres nodos y dos caminos de dos nodos cada uno.

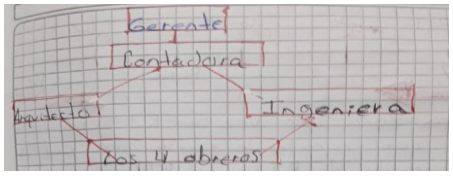



Estudiante 5. Dos caminos de dos nodos cada uno.

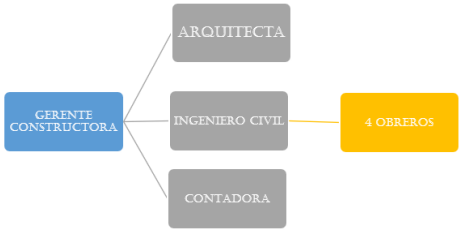
Estudiante 6. Un camino de tres nodos y dos caminos de dos nodos cada uno

*Rta: no entendí este punto*




Estudiante 7. Cero nodos.

Estudiante 8. Tres caminos de dos nodos cada uno.



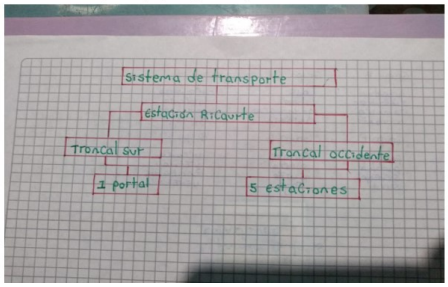

Estudiante 9. Un camino de tres nodos y dos caminos de dos nodos cada uno.

## Anexo 3

estaciones ¿Cuántas paradas realiza la ruta L de portal a portal? **4**
Elabore un gráfico que justifique su respuesta.

portal
ricaurte
23 paradas

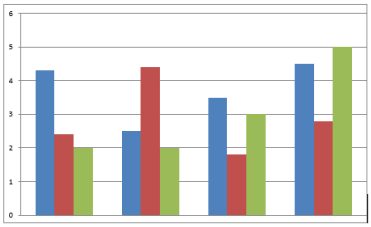
de ida y de vuelta hay 22 paradas sin los portales




Estudiante 1. Gráfico no realizado y respuesta incorrecta
Estudiante 2. Gráfico y respuesta incorrecta

¿Cuántas paradas realiza la ruta L de portal a portal? RTA:4
Elabore un gráfico que justifique su respuesta.

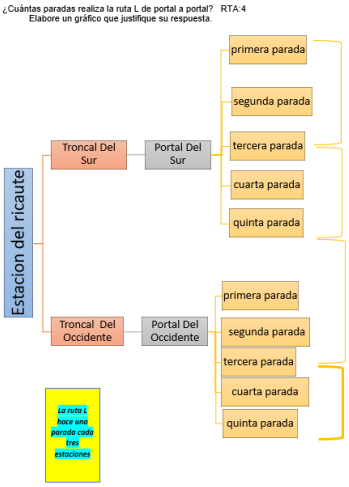
Rta:



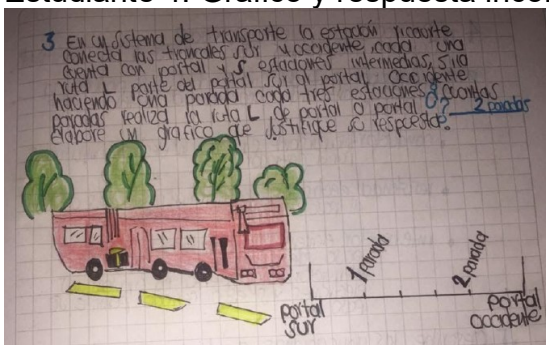
*Las verde son las que no paro

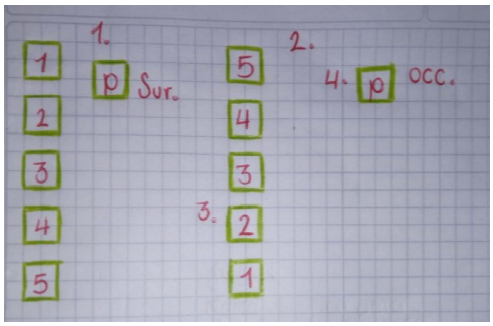
*las azules fue lo que recorrió

*las roja fue las vez que paro en su destino




Estudiante 3. Gráfico y respuesta incorrecta
Estudiante 4. Gráfico y respuesta incorrecta



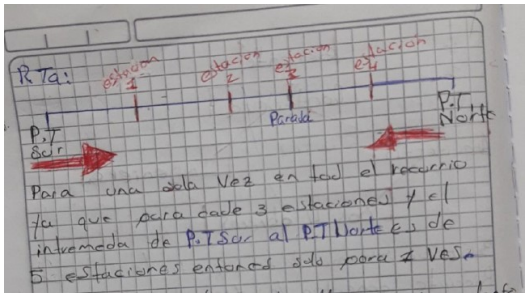




Estudiante 5. Gráfico y respuesta incorrecta
Estudiante 6. Gráfico y respuesta incorrecta

L parte del Portal Sur al portal Occidente haciendo una parada cada tres

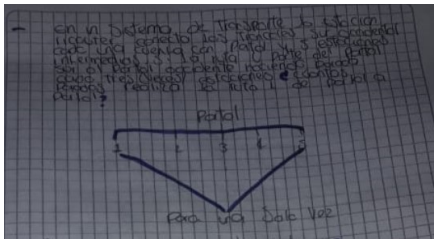
estaciones ¿Cuántas paradas realiza la ruta L de portal a portal? 20 PARADAS

**PORQUE** más de 865 millones de usuarios confían en Moovit como la mejor ... de transmilenio de la línea L



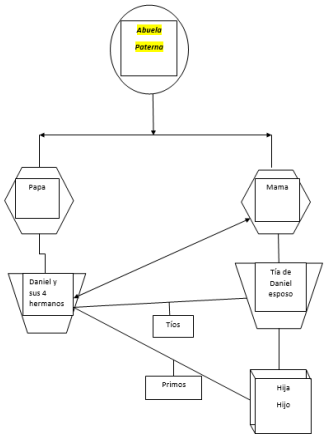

Estudiante 7. No realizó gráfico, respuesta incorrecta

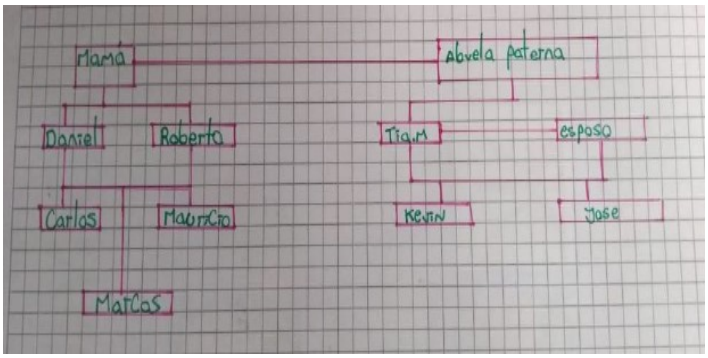
Estudiante 8. Gráfico y respuesta incorrecta



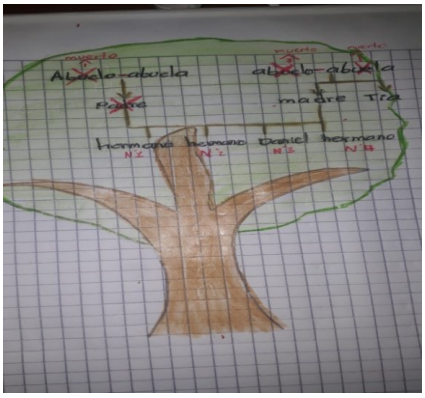

Estudiante 9. Gráfico y respuesta incorrecta

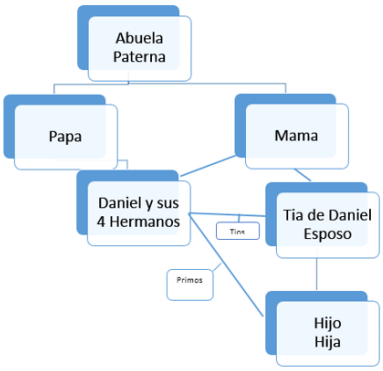
**Anexo 4**



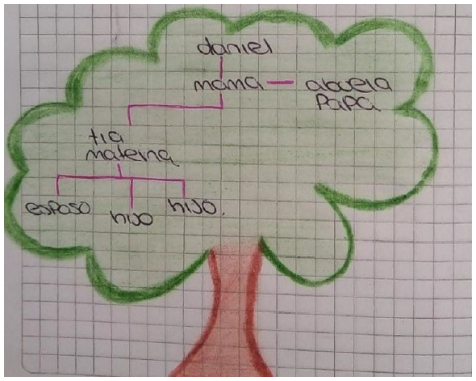



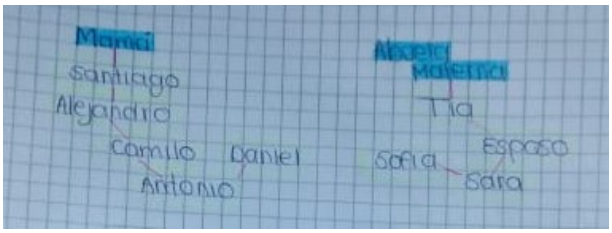

Estudiante 1. Primer camino. 6 nodos. Segundo camino. 6 nodos.
Estudiante 2. Primer camino. 3 nodos. Segundo camino. 3 nodos.



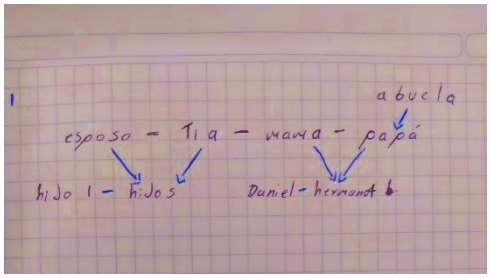

Estudiante 3. Primer camino. 4 nodos. Segundo camino. 3 nodos.
Estudiante 4. Primer camino. 6 nodos. Segundo camino. 6 nodos.



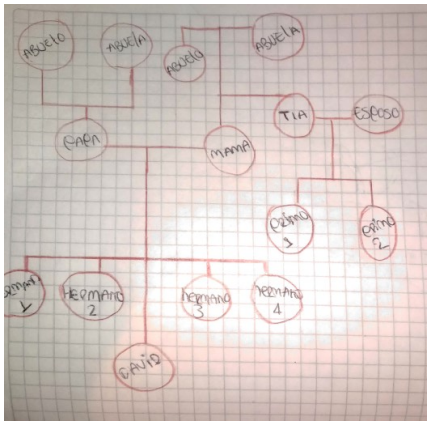




Estudiante 5. Primer camino. 4 nodos. Segundo camino. 4 nodos.
Estudiante 6. Primer camino. 2 nodos. Segundo camino. 4 nodos.



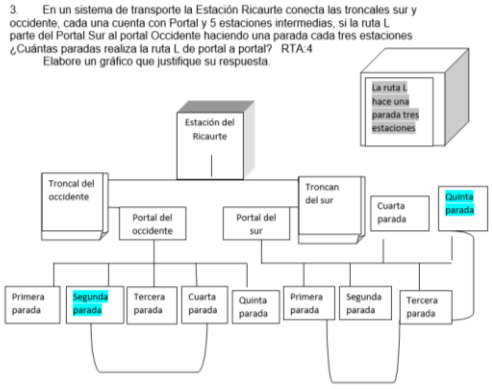



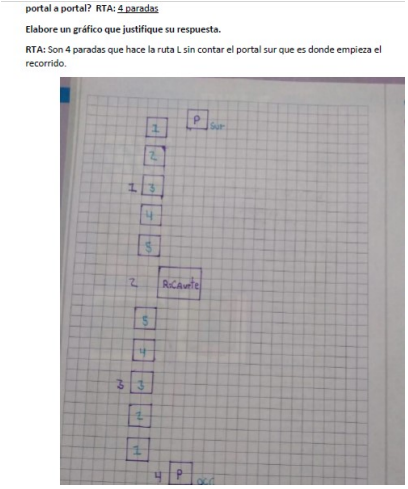

Estudiante 7. Primer camino. 4 nodos. Segundo camino. 5 nodos
Estudiante 8. Primer camino. 4 nodos. Segundo camino. 6 nodos



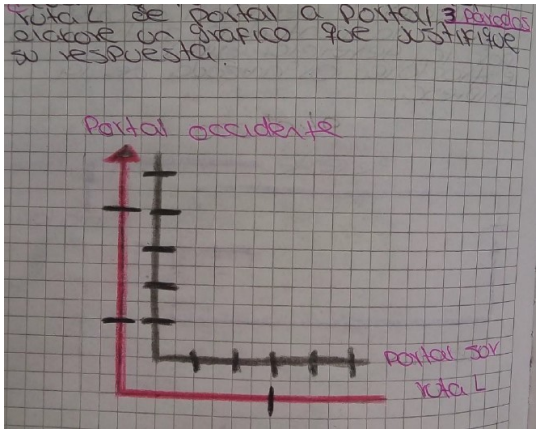

Estudiante 9. Primer camino. 4 nodos. Segundo camino. 6 nodos

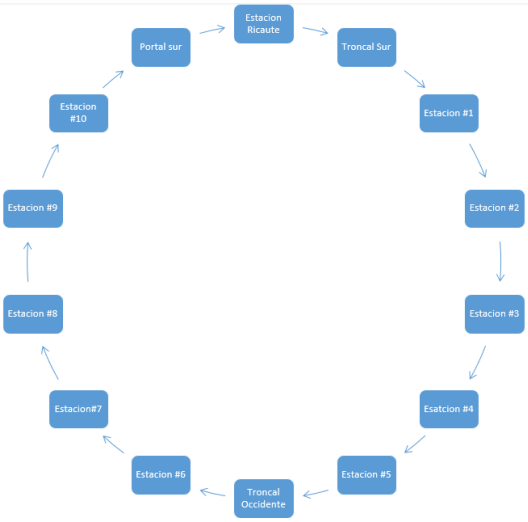
## Anexo 5



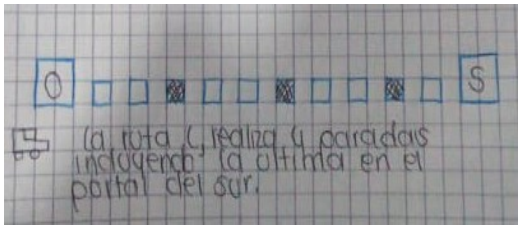




Estudiante 1. Gráfico correcto y respuesta correcta
Estudiante 2. Gráfico correcto y respuesta correcta

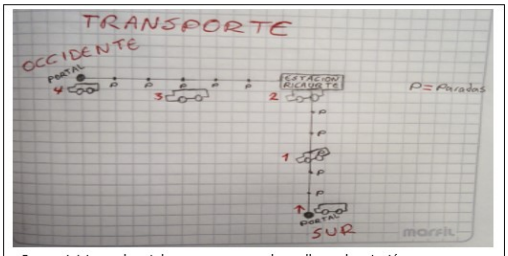



Estudiante 3. Gráfico correcto, respuesta incorrecta
Estudiante 4. Gráfico con errores, respuesta incorrecta

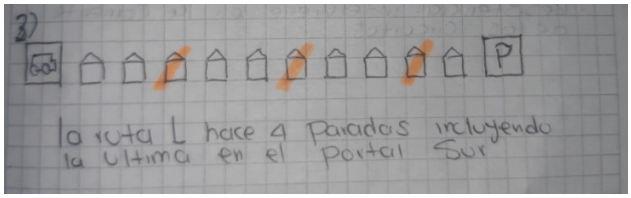



estaciones ¿Cuántas paradas realiza la ruta L de portal a portal? _4_
Elabore un gráfico que justifique su respuesta.

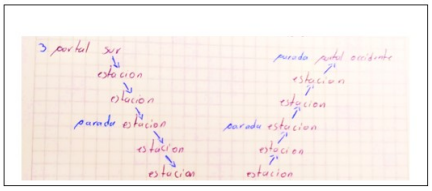



Porque inicia en el portal sur, para una vez, luego llega a la estación, para una vez más antes de llegar a su destino, y finalmente para en el portal del occidente.

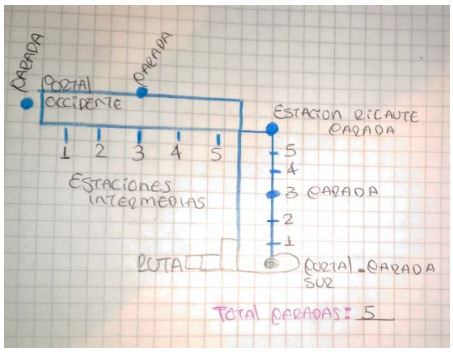
Estudiante 5. Gráfico correcto y respuesta correcta
Estudiante 6. Gráfico correcto y respuesta correcta




estaciones ¿Cuántas paradas realiza la ruta L de portal a portal? 4 hasta el portal
Elabore un gráfico que justifique su respuesta.



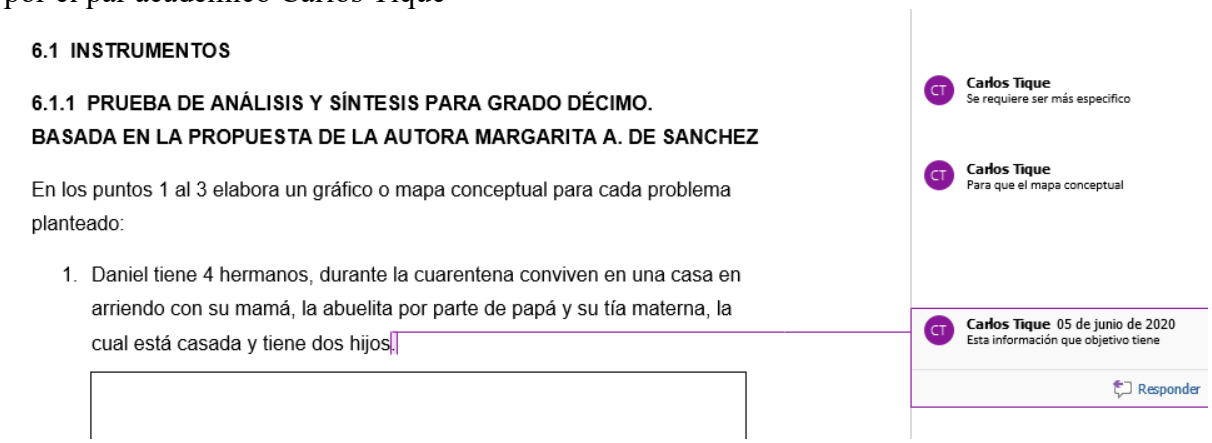
Estudiante 7. Gráfico correcto y respuesta correcta
Estudiante 8. Gráfico correcto y respuesta correcta

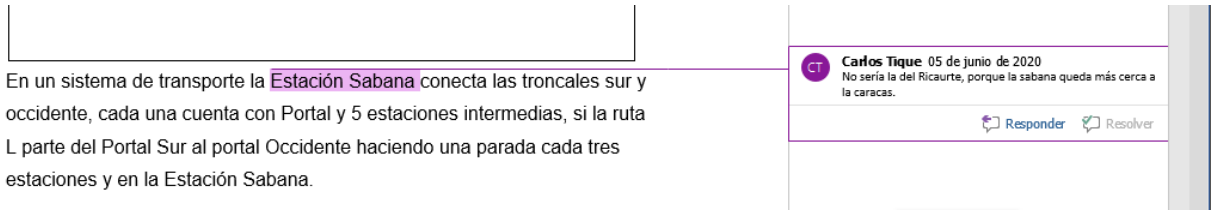


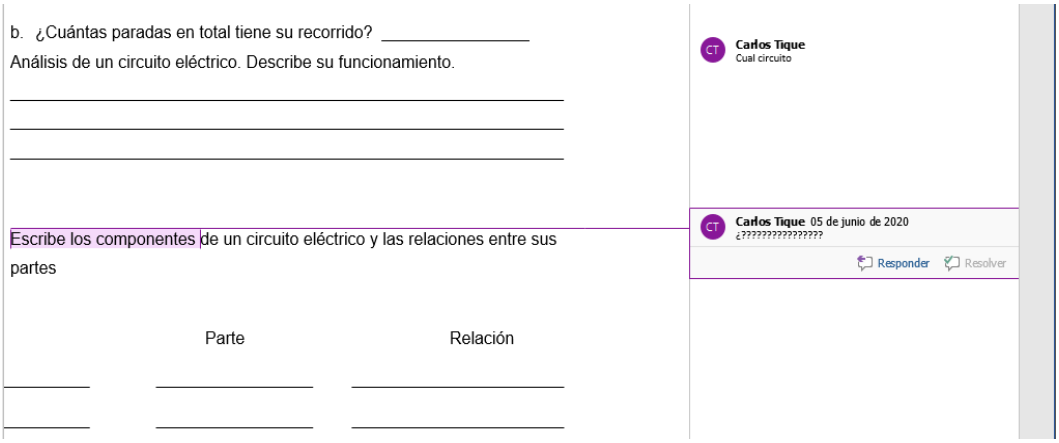

Estudiante 9. Gráfico correcto y respuesta incorrecta. Se genera confusión si no se especifica la inclusión de la salida como primera parada.

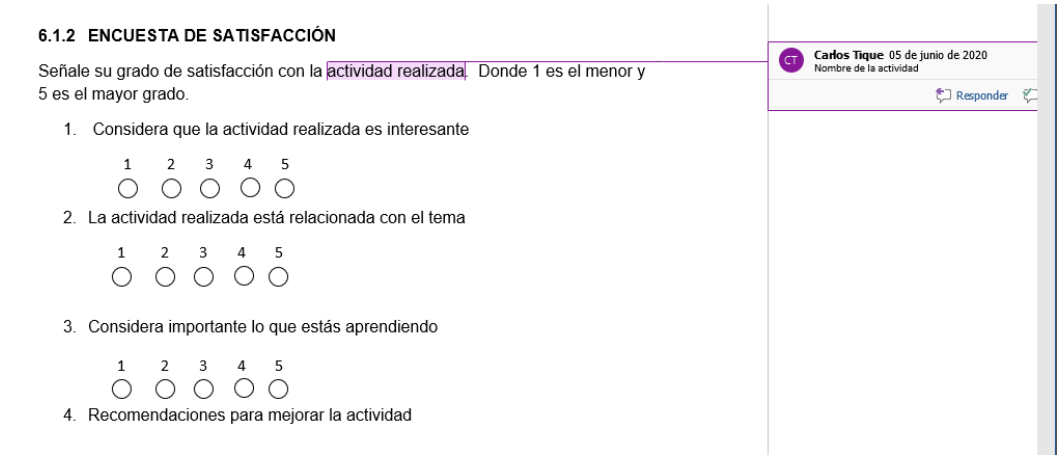
## Anexo 6

A continuación se anexan pantallazos de las observaciones realizadas en el documento por el par académico Carlos Tique





**6.1.2 ENCUESTA DE SATISFACCIÓN**

Señale su grado de satisfacción con la actividad realizada. Donde 1 es el menor y 5 es el mayor grado.

1. Considera que la actividad realizada es interesante

   1 2 3 4 5

2. La actividad realizada está relacionada con el tema

   1 2 3 4 5

3. Considera importante lo que estás aprendiendo

   1 2 3 4 5

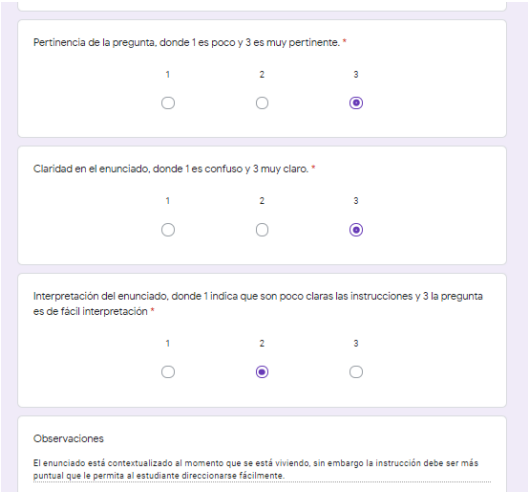
4. Recomendaciones para mejorar la actividad

CT **Carlos Tique** 05 de junio de 2020
Nombre de la actividad

Responder

Respuestas Par Académico Pilar Robayo en el formulario de Google creado para tal fin en el drive institucional. A continuación, se anexan pantallazos de las respuestas.

Pregunta 1 Prueba Diagnostica



Pertinencia de la pregunta, donde 1 es poco y 3 es muy pertinente. *

1 2 3

Claridad en el enunciado, donde 1 es confuso y 3 muy claro. *

1 2 3

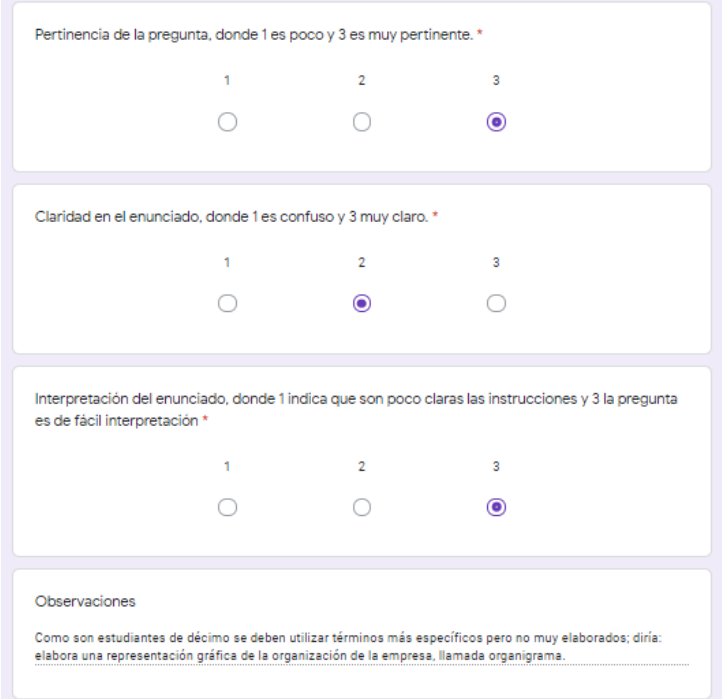
Interpretación del enunciado, donde 1 indica que son poco claras las instrucciones y 3 la pregunta es de fácil interpretación *

1 2 3

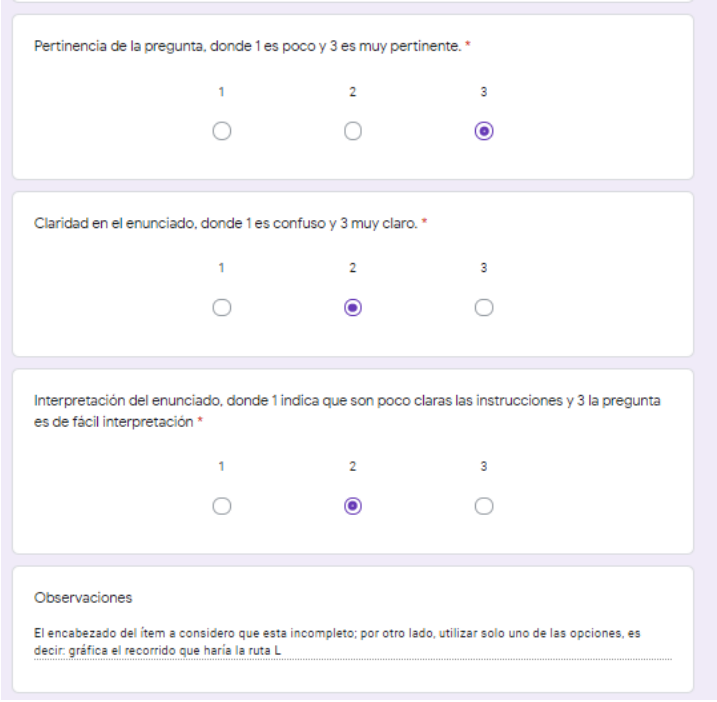
Observaciones

El enunciado está contextualizado al momento que se está viviendo, sin embargo la instrucción debe ser más puntual que le permita al estudiante direccionarse fácilmente.

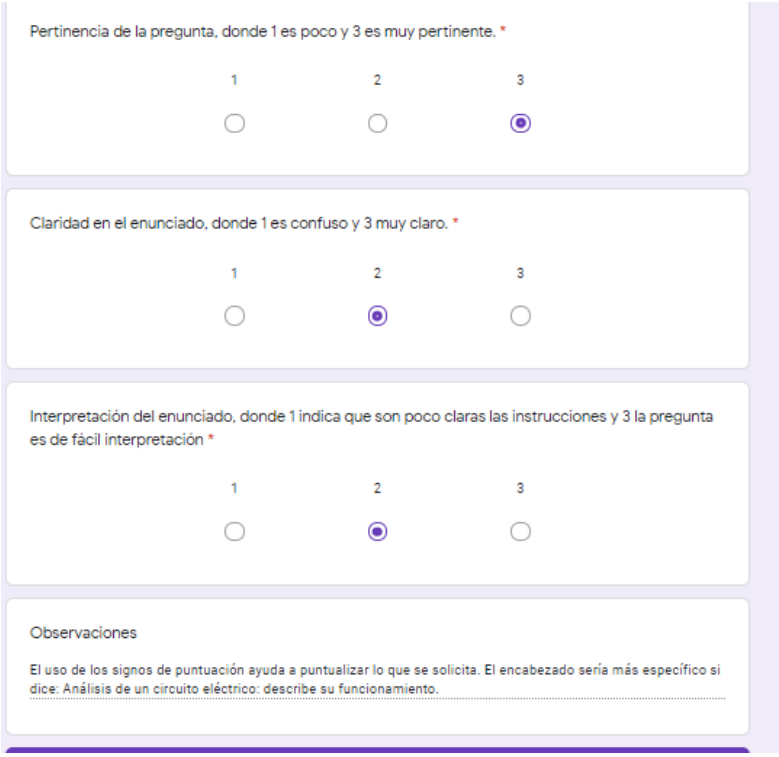
Pregunta 2 Prueba diagnostica



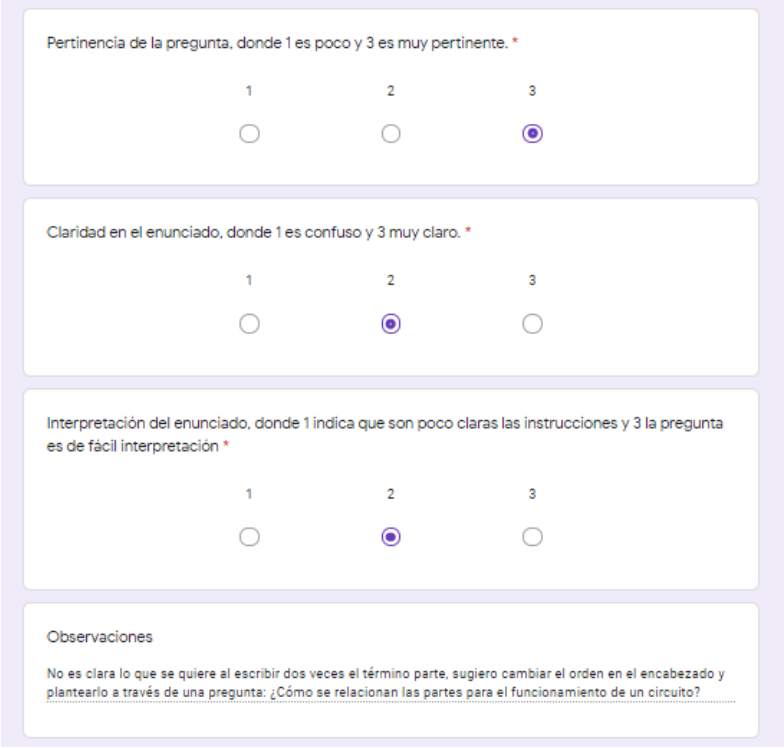

Pregunta 3 Prueba Diagnóstica



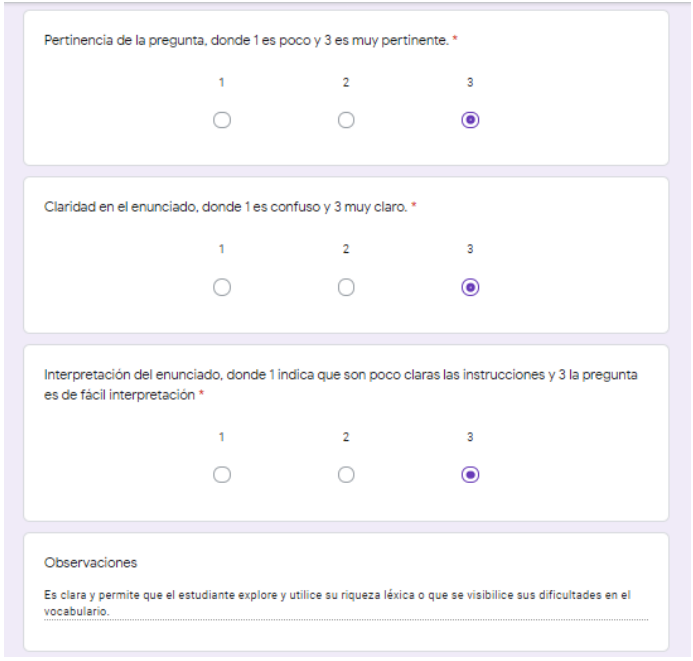

Pregunta 4 Prueba Diagnóstica



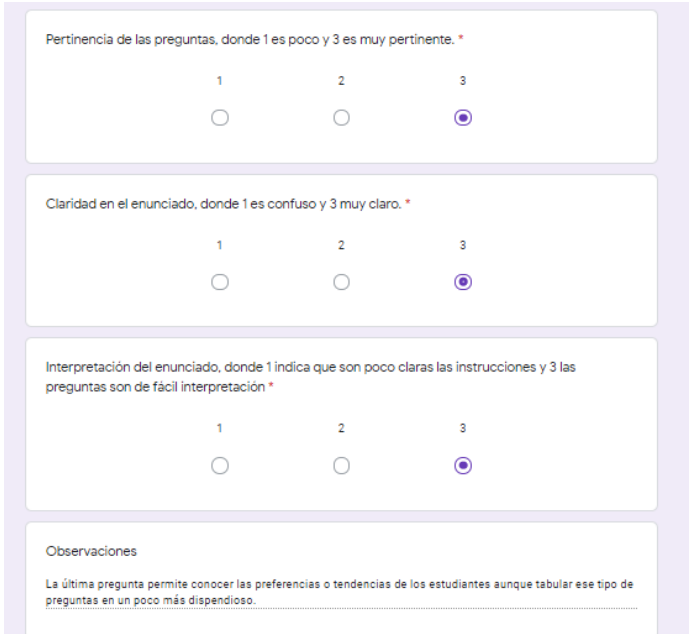

Pregunta 5 Prueba Diagnóstica



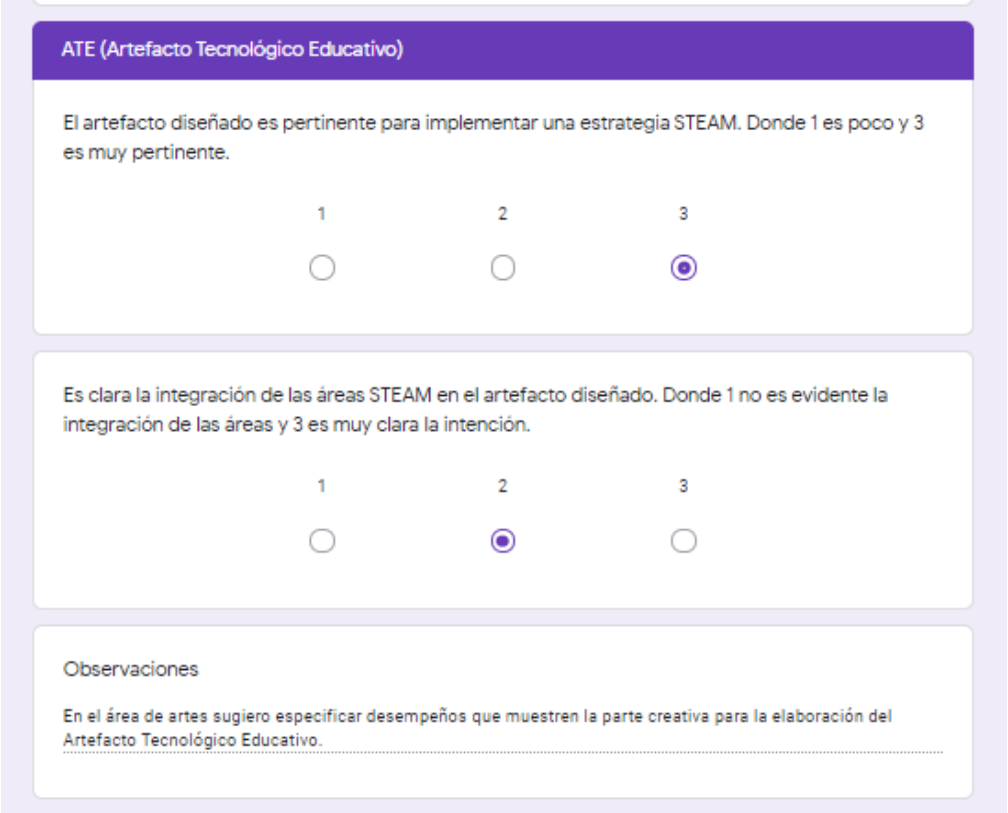

Pregunta 6 Prueba Diagnóstica




Instrumento 2 Encuesta de satisfacción



Unidad Didáctica



ATE (Artefacto Tecnológico Educativo)

El artefacto diseñado es pertinente para implementar una estrategia STEAM. Donde 1 es poco y 3 es muy pertinente.

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| ○ | ○ | ◉ |

Es clara la integración de las áreas STEAM en el artefacto diseñado. Donde 1 no es evidente la integración de las áreas y 3 es muy clara la intención.

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| ○ | ◉ | ○ |

Observaciones

En el área de artes sugiero especificar desempeños que muestren la parte creativa para la elaboración del Artefacto Tecnológico Educativo.