



**TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN A TRAVÉS DE “ROBOT OTTO”:  
DESARROLLO DE COMPETENCIAS STEAM EN EL COLEGIO JEFFERSON DE  
CALI**

Informe de Sistematización presentado como requisito para obtener el grado de la  
Maestría en Educación Mediada por las TIC.

JOHN ARLIN BENAVIDES LOZANO

LILIANA CAROLINA ROJAS ALVARADO

Asesora de Investigación

SANDRA PATRICIA PEÑA BERNATE

UNIVERSIDAD ICESI  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MEDIADA POR LAS TIC  
SANTIAGO DE CALI

2025

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN -----	5
2.	CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA -----	7
3.	PROBLEMA DE SISTEMATIZACIÓN-----	8
3.1.	Contexto y surgimiento de la experiencia -----	8
3.2.	Caracterización de los actores que hacen parte de la práctica. -----	9
3.3.	Actividades y recursos de la práctica. -----	10
3.4.	Pregunta de Sistematización-----	11
3.5.	Objetivos de la sistematización-----	11
3.6.	Ejes de la Sistematización-----	12
3.7.	Alcances del proceso de sistematización -----	16
3.8.	Resultados y usos esperados de la sistematización -----	17
3.9.	Requerimientos personales e institucionales en el desarrollo de la sistematización. -----	18
4.	JUSTIFICACIÓN -----	19
5.	MARCO TEÓRICO -----	22
5.1.	Enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas)-----	23
5.2	Estándares ISTE-----	25
5.3.	Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) -----	31
5.4.	Robótica Educativa-----	33
6.	MARCO METODOLÓGICO -----	34
6.1.	Modelo metodológico que orienta el proceso de sistematización -----	34
6.2.	Contexto de la investigación -----	36
6.3.	Métodos y técnicas de recolección de información-----	38

6.4 Análisis de datos-----	38
El proceso de sistematización se desarrollará en cuatro fases:-----	38
6.5. Validez y fiabilidad-----	38
6.6. Consideraciones éticas-----	39
La sistematización se acoge a principios éticos fundamentales: -----	39
7. RECONSTRUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA -----	39
7.1 Fase 1: Diseñar -----	41
7. 2 Fase 2: Hacer-----	44
7.3 Fase 3: Probar-----	54
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA EXPERIENCIA -----	58
8.1 Análisis didáctico, pedagógico y tecnológico de la experiencia -----	58
8.2. Evidencias del ABP en un entorno STEAM -----	60
8.3. La robótica educativa -----	62
7.4. Pensamiento computacional en el proyecto Robot Otto-----	64
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	65
10. REFERENCIAS -----	70

## ABSTRACT

El presente trabajo sistematiza la experiencia pedagógica desarrollada en el Colegio Jefferson de Cali mediante la implementación del proyecto "Robot Otto", orientado al fortalecimiento de competencias STEAM en estudiantes de primero a cuarto de primaria. Utilizando la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el enfoque STEAM, se diseñaron e implementaron actividades de diseño, construcción y programación de un robot educativo, integrando herramientas TIC como Scratch, Arduino y Tinkercad.

La experiencia se desarrolló en tres fases: diseñar, hacer y probar, promoviendo un aprendizaje significativo, colaborativo y contextualizado. A través de la recolección de datos cualitativos y cuantitativos, se analizó el impacto del proyecto en el desarrollo de habilidades como el pensamiento computacional, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Los resultados evidencian que la robótica educativa, adaptada a contextos escolares desde edades tempranas, puede ser una herramienta potente para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, fomentar la autonomía y fortalecer la conexión entre tecnología y realidad educativa.

**Palabras claves:** Robot Otto, sistematización, robótica educativa, STEAM, ABP, pensamiento computacional, educación primaria, innovación pedagógica.

# 1. INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico ha transformado profundamente la educación, exigiendo nuevos enfoques pedagógicos que preparen a los estudiantes para un mundo en constante cambio (UNESCO, 2022). En este contexto, el desarrollo de competencias digitales, la creatividad y la innovación se han convertido en elementos esenciales para la formación de ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos del siglo XXI (INTEF, 2017).

La educación, más allá de la transmisión de conocimientos, debe actuar como un agente de transformación social, reduciendo brechas y garantizando oportunidades equitativas de aprendizaje, especialmente en países como Colombia, donde persisten desigualdades en el acceso a recursos tecnológicos y educativos (DANE, 2021). Ante esta realidad, resulta fundamental diseñar estrategias que promuevan una enseñanza significativa, interdisciplinaria y orientada a la resolución de problemas reales.

El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) se ha consolidado como una estrategia pedagógica innovadora que fomenta la integración de diversas disciplinas para el desarrollo del pensamiento computacional, la creatividad y la resolución de problemas (Yakman, 2008). Esta metodología propicia que los estudiantes aprendan de manera activa a través de experiencias prácticas, estimulando su autonomía, su capacidad de indagación y su pensamiento crítico (Martínez & Rodríguez, 2019). Dentro de este marco, el uso de herramientas tecnológicas (como el robot Otto) representa una oportunidad valiosa para potenciar el aprendizaje en educación básica, promoviendo la exploración, la experimentación y el fortalecimiento de habilidades fundamentales para la era digital (Eguchi, 2014).

El presente trabajo sistematiza la experiencia de implementación del proyecto Robot Otto en el Colegio Jefferson de Cali, durante el cual, por tres meses, estudiantes de los grados 1° a 4° participaron en un proceso de diseño, construcción y programación de un robot educativo. A través de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), los estudiantes transitaron por las fases de "Diseñar, Hacer y Probar", lo que les permitió integrar conocimientos de distintas áreas del saber y aplicarlos en un contexto real (Larmer et al., 2015). Esta experiencia favoreció el fortalecimiento de competencias STEAM, al tiempo que promovió el trabajo colaborativo, la creatividad y el desarrollo del pensamiento computacional desde edades tempranas.

La sistematización de esta experiencia busca analizar su impacto en el aprendizaje de los estudiantes y su potencial como modelo replicable en otros contextos educativos. A través de un análisis reflexivo y basado en evidencia, se identifican logros, desafíos y recomendaciones que contribuyen a la mejora de las prácticas pedagógicas en el ámbito de la educación con tecnología. Asimismo, este estudio se enmarca en los Estándares ISTE (International Society for Technology in Education, 2016) del estudiante como Diseñador Innovador, Pensador Computacional y Constructor de Conocimiento.

Con este trabajo, se espera aportar al diálogo académico sobre innovación educativa, demostrando cómo la integración de la tecnología y un enfoque pedagógico interdisciplinario pueden transformar las experiencias de aprendizaje y preparar a las nuevas generaciones para enfrentar los retos del futuro. La experiencia en la construcción con el Robot Otto evidencia que es posible construir espacios educativos dinámicos y significativos, donde los estudiantes no solo adquieran conocimientos técnicos, sino que también desarrollen habilidades esenciales para su participación activa en una sociedad en constante evolución.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

En el Colegio Jefferson de Cali es una institución educativa bilingüe de carácter privado y reconocida por su enfoque integral, innovador y humanista. Se promueve una formación que equilibra la excelencia académica con el desarrollo ético, emocional y social de sus estudiantes. A partir de una propuesta pedagógica centrada en el respeto por la diversidad, el pensamiento crítico y la formación de ciudadanos globales, el Colegio ha adoptado modelos educativos que fomentan el aprendizaje activo, la investigación, la creatividad y el trabajo colaborativo. Entre estos, se destaca la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el uso significativo de las tecnologías digitales y el desarrollo de habilidades para el siglo XXI. En este contexto, la incorporación de herramientas tecnológicas se reconoce como un componente clave para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

A pesar de ello, esta integración no ha estado exenta de desafíos. Aunque existe una intención clara por parte de la institución en implementar el enfoque STEAM desde la infancia, su puesta en práctica ha resultado compleja. Entre los principales retos se encuentran la falta de una planificación pedagógica estructurada, la necesidad de fortalecer la formación docente en el uso significativo de la tecnología, y las dificultades para identificar y valorar las competencias que se desarrollan mediante estrategias como la robótica educativa.

Aunque el "Robot Otto" tiene gran potencial educativo, su implementación enfrenta desafíos como la resistencia al cambio y el desconocimiento de su valor pedagógico. La falta de evidencia sistematizada dificulta evaluar su impacto real en el aprendizaje. Por ello, es necesario reflexionar sobre experiencias concretas que demuestren cómo la robótica puede fortalecer habilidades clave en primaria.

## 3.PROBLEMA DE SISTEMATIZACIÓN

### 3.1. Contexto y surgimiento de la experiencia

La iniciativa de sistematizar la experiencia significativa del proyecto Robot Otto surge de la transformación profesional y educativa vivida por el docente John Arlin Benavides Lozano, Licenciado en Tecnología e Informática. Transformación que representó un punto de inflexión y originó la necesidad de documentar y analizar críticamente todo el proceso.

El punto de partida se encuentra en el cambio de contexto educativo que experimentó el docente. Inicialmente, John Arlin trabajaba en el Colegio Bennett de Cali con estudiantes de educación media (grados 9° a 11°), desarrollando proyectos complejos enfocados en pensamiento computacional, lógica algorítmica y plataformas avanzadas como Arduino y diseño 3D.

En agosto de 2024, inició labores en el Colegio Jefferson de Cali (institución reconocida por su modelo educativo innovador). John Arlin, afrontó un cambio radical en su población estudiantil, pues pasó a trabajar con niños de Transición a 4° de primaria. Cambio que representó un desafío profesional significativo: ¿cómo adaptar una propuesta de robótica educativa, originalmente diseñada para adolescentes, a un público infantil con necesidades, intereses y habilidades diferentes?

En este marco, la presente sistematización propone analizar la experiencia educativa del proyecto "Robot Otto", con el fin de comprender cómo la robótica educativa, en el marco del

enfoque STEAM, puede fortalecer el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias esenciales en la educación básica.

### 3.2. Caracterización de los actores que hacen parte de la práctica.

El desarrollo del proyecto "Robot Otto" en el Colegio Jefferson de Cali involucra a diversos actores que, desde sus realidades y perspectivas, enriquecen la experiencia de aprendizaje. En primer lugar, los estudiantes de primero a cuarto de primaria, niños y niñas entre los 6 y 10 años, son los verdaderos protagonistas de esta experiencia. Se destacan por su curiosidad natural, su creatividad en constante movimiento y un entusiasmo genuino por aprender explorando, construir y experimentar con nuevas formas de conocimiento. En un aula multigrado, su participación es aún más dinámica, pues los niños mayores asumen un rol de mentoría con los más pequeños, fomentando el aprendizaje entre pares y la cooperación.

Los docentes cumplen un papel fundamental como mediadores del aprendizaje. Son profesionales comprometidos con la innovación pedagógica, que, aunque en algunos casos enfrentan retos frente al uso de tecnologías, buscan constantemente nuevas formas de motivar y guiar a sus estudiantes.

Por su parte, los coordinadores académicos y directivos cumplen un papel esencial al respaldar esta apuesta institucional. Son quienes orientan el proceso con lineamientos claros, facilitan los recursos necesarios y brindan acompañamiento. Las familias también son aliadas fundamentales, ya que, con su apoyo cotidiano y su interés por el aprendizaje de sus hijos, refuerzan desde el hogar lo vivido en el aula.

Finalmente, los docentes investigadores asumen un rol reflexivo y activo: observan, documentan y analizan de manera crítica la experiencia, buscando no solo comprender su impacto, sino también aportar a la transformación de las prácticas pedagógicas desde una mirada situada, humana y comprometida.

### 3.3. Actividades y recursos de la práctica.

Dentro de las actividades y recursos que hacen parte de esta práctica, cabe resaltar que el Colegio Jefferson cuenta con una infraestructura sólida, las aulas están dotadas con dispositivos tecnológicos, conexión a internet de alta velocidad y espacios como laboratorios de tecnología y salas de innovación que permiten trabajar de manera colaborativa y creativa. Además, se dispone de kits de robótica, herramientas de programación visual y plataformas educativas que apoyan el desarrollo de habilidades digitales y científicas.

Estas condiciones materiales se complementan con una planeación pedagógica centrada en el aprendizaje activo, donde los estudiantes no solo manipulan tecnología, sino que resuelven retos, trabajan en equipo, diseñan soluciones y reflexionan sobre sus propios procesos. Todo esto en un ambiente que promueve la autonomía, la exploración y el pensamiento crítico, haciendo posible una experiencia educativa significativa y alineada con los principios del enfoque STEAM.

Se llevó a cabo un proceso de evaluación continua que incluyó observaciones en el aula, pruebas diagnósticas y estrategias de motivación orientadas a la construcción del Robot Otto. Para ello, se utilizaron diversos recursos como kits de robótica, computadores con software de programación, guías de aprendizaje y materiales multimedia y didácticos ajustados a las necesidades y niveles de los estudiantes.

El proyecto "Robot Otto" se desarrolló a través de actividades estructuradas que combinan la robótica con el enfoque STEAM. Para iniciar, los estudiantes participaron en sesiones prácticas basadas en la metodología "Diseñar, Hacer y Probar", donde construyeron prototipos y programaron el robot Otto, utilizando las herramientas TIC como *Scratch*, *Tinkercad* y *Arduino*.

### 3.4. Pregunta de Sistematización

¿Cómo impacta la integración del enfoque STEAM en el desarrollo de competencias como el pensamiento computacional, crítico, creativo, colaborativo y resolutivo en los estudiantes de primaria del Colegio Jefferson de Cali durante la implementación del proyecto "Robot Otto"?

### 3.5. Objetivos de la sistematización

#### 3.5.1. Objetivo general

Sistematizar la experiencia educativa del proyecto "Robot Otto" en el Colegio Jefferson de Cali, para analizar el impacto de la integración del enfoque STEAM contribuye al desarrollo de competencias clave en estudiantes de primaria, y así poder mejorar y compartir esta experiencia en otros espacios educativos.

#### 3.5.2. Objetivos específicos

- Analizar el aporte del enfoque STEAM al desarrollo de competencias clave en estudiantes de educación básica primaria de primero a cuarto de primaria.
- Identificar las fases del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) presentes en el desarrollo de la experiencia del proyecto "Robot Otto" y su impacto en el aprendizaje activo y significativo.

- Analizar el desarrollo del pensamiento computacional y la alfabetización digital en los estudiantes durante la implementación del proyecto.
- Describir las interacciones pedagógicas y socioemocionales generadas durante el proyecto en el aula multigrado a lo largo del proyecto, y cómo estas influyeron en el proceso de aprendizaje en estudiantes de educación básica primaria de primero a cuarto de primaria.

### 3.6. Ejes de la Sistematización

La sistematización del uso del robot Otto en el Colegio Jefferson se organiza en torno a tres ejes temáticos que guían su análisis y comprensión.

#### 3.6.1 Aprendizaje Basado en proyectos (ABP)

El proyecto se estructuró siguiendo las fases del ABP, permitiendo a los estudiantes enfrentar desafíos reales y desarrollar competencias clave:

**Diseñar:** El proceso inicia con una evaluación diagnóstica en Jamboard, donde los estudiantes expresan sus conocimientos previos sobre robótica y construcción de prototipos, favoreciendo la reflexión y el análisis inicial. Posteriormente, se presenta un video introductorio sobre el robot Otto, que proporciona un referente visual y funcional para comprender su estructura y características. Con base en esta información, los estudiantes elaboran un boceto de su propia versión del robot, integrando conceptos de diseño, proporción y funcionalidad, lo que sienta las bases para el desarrollo del proyecto.

**Hacer:** En esta fase, los estudiantes transforman sus diseños en prototipos funcionales mediante la integración de herramientas físicas y digitales, consolidando tanto la estructura mecánica como la programación del robot. Inicialmente, trabajan en el modelado físico

utilizando piezas de LEGO, lo que les permite desarrollar una comprensión tridimensional y estructural del robot. Luego, trasladan este diseño al entorno digital con Tinkercad, explorando diferentes vistas y configuraciones para su posterior exportación en formato STL e impresión en 3D.

Paralelamente, fortalecen su pensamiento computacional a través de juegos interactivos que introducen conceptos de algoritmos y lógica de programación. La programación del robot se aborda en dos niveles: primero, mediante Scratch, donde los estudiantes utilizan un lenguaje de programación visual basado en bloques para estructurar el comportamiento del robot; y posteriormente, con Arduino, donde aplican un enfoque más avanzado, configurando sensores, motores y variables a través de un lenguaje de programación estructurado que les permite resolver problemas con mayor precisión y autonomía.

**Probar:** En la etapa final, los estudiantes verifican y ajustan el funcionamiento integral del robot, asegurando que tanto su estructura como su programación operen de manera óptima. Primero, realizan una validación del código en Arduino, comprobando el correcto desempeño de sensores, motores y variables para garantizar una respuesta precisa a los comandos programados. Luego, ensamblan el robot, integrando las piezas impresas en 3D con los circuitos, baterías y demás componentes electrónicos, consolidando el conjunto final.

Finalmente, llevan a cabo una serie de pruebas funcionales, identificando posibles ajustes en la mecánica y en la programación para optimizar su desempeño. Este enfoque basado en proyectos no solo fortalece la comprensión técnica, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), potenciando la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en contextos reales.

Las preguntas orientadoras para dicho eje son:

- ¿Cómo se evidenció cada fase del ABP (Diseñar, Hacer, Probar) en el proyecto "Robot Otto"?
- ¿Qué tipo de problemas o desafíos reales se propusieron a los estudiantes, y cómo se relacionaron con su contexto?
- ¿Qué rol tuvieron los estudiantes en la toma de decisiones del proyecto y cómo se promovió su autonomía?

### 3.6.2. Estándares ISTE

En la sistematización de la experiencia centrada en el proyecto "Robot Otto" la integración de estos estándares permitió fortalecer competencias digitales en los estudiantes, fomentar la resolución colaborativa de retos, y construir aprendizajes situados mediante la robótica y la programación. De este modo, los Estándares ISTE operaron como una guía práctica y ética para diseñar escenarios de aprendizaje innovadores, inclusivos y alineados con las demandas contemporáneas de la educación.

La experiencia permitió a los estudiantes desarrollar competencias como:

- **Diseñador Innovador:** Uso de herramientas digitales para crear soluciones originales y personalizar sus robots.
- **Pensador Computacional:** Descomposición de problemas complejos y desarrollo de soluciones algorítmicas mediante programación.
- **Constructor de Conocimiento:** Integración de aprendizajes de diversas áreas para construir un producto tangible.

Las preguntas orientadoras para dicho eje son:

- ¿De qué manera se fortaleció el pensamiento computacional en los niños que participaron en la experiencia?
- ¿Cómo se evidenciaron los estándares de competencia ISTE durante la participación de los niños?
- ¿Qué aprendizajes significativos se generaron en términos de autonomía, creatividad y colaboración?

### 3.6.3 Enfoque STEAM y articulación de las áreas dentro de la construcción del robot Otto.

Esta sección describe cómo el proyecto "Robot Otto" se convirtió en un escenario de integración de áreas del conocimiento, metodologías activas y desarrollo de competencias clave en los estudiantes de primaria del Colegio Jefferson de Cali.

- **Ciencias:** Uso de materiales reciclables para la recolección y elaboración del robot. También es importante mencionar que el material que se utiliza para impresión 3D del robot Otto es PLA, que es a base de maíz o caña de azúcar.
- **Tecnología:** Utilización de herramientas TIC, *Tinkercad* para la elaboración del modelado 3D del robot Otto.
- **Ingeniería:** Desarrollo del pensamiento computacional, a través del lenguaje de programación en bloques a través de la herramienta Scratch, cuando los estudiantes generen habilidades en la programación se procede a luego trabajar en el lenguaje de programación Arduino.

- **Arte:** Personalización del diseño y creación del robot que cada uno de los estudiantes va a poner un toque especial, donde los estudiantes generen habilidades en la creación de su robot Otto.
- **Matemáticas:** Aplicación de conceptos geométricos (triángulo, un cuadrado, un rectángulo y medidas de construcción del robot.

Asimismo, las preguntas orientadoras para dicho eje son:

- ¿Cómo contribuyó la integración del enfoque STEAM al desarrollo de competencias como el pensamiento computacional, crítico, creativo, colaborativo y resolutivo en los estudiantes?
- ¿Qué desafíos y oportunidades surgieron al implementar este enfoque en un aula multigrado?

### 3.7. Alcances del proceso de sistematización

Los alcances de implementación de la experiencia de sistematización, organizados según los ejes de "diseñar, hacer y probar", comprenden diversas áreas clave para asegurar el éxito y la utilidad del proyecto. En la fase de diseño, se establecerán objetivos y preguntas de investigación precisas que guiarán todo el proceso, junto con el desarrollo de una metodología detallada que incluirá técnicas de recolección de datos apropiadas y criterios éticos robustos. Durante la etapa de implementación, se llevará a cabo una ejecución precisa del plan, incluyendo la capacitación del personal y la aplicación del robot Otto en actividades educativas, garantizando la calidad y validez de los datos mediante supervisión constante y ajustes según sea necesario.

En la fase de prueba, se realizará un análisis riguroso de los datos recolectados para identificar patrones y tendencias, seguido de una evaluación crítica de los hallazgos para asegurar que las conclusiones sean fundamentadas y alineadas con los objetivos iniciales del proyecto. Estos procesos no solo fortalecerán la estructura metodológica de la sistematización, sino que también permitirán generar recomendaciones prácticas y aplicables para optimizar la integración de tecnologías educativas como el robot Otto en el contexto escolar del Colegio Jefferson.

### 3.8. Resultados y usos esperados de la sistematización

Los resultados esperados de la sistematización del uso del robot Otto en el Colegio Jefferson de Cali, se centrarán en dos áreas principales: primero, obtener un conocimiento detallado de las competencias específicas que los estudiantes desarrollan al interactuar con el robot, facilitando una adaptación efectiva del currículo para fortalecer estas habilidades. Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva del impacto del robot en el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico y la colaboración, respaldando la efectividad educativa con datos empíricos. Estos resultados no solo mejorarán la implementación del robot en el aula, sino que también informarán la formulación de recomendaciones prácticas y políticas educativas basadas en evidencia.

En cuanto a los usos esperados, la sistematización permitirá optimizar continuamente el uso del robot en diversos contextos educativos y desarrollar estrategias educativas más efectivas adaptadas a las necesidades de estudiantes y docentes. Además, servirá como plataforma para la difusión de lecciones aprendidas y buenas prácticas mediante publicaciones, conferencias y talleres educativos, contribuyendo así a la mejora continua de la calidad educativa en el Colegio Jefferson y estableciendo un modelo replicable para la integración exitosa de tecnologías educativas en otras instituciones a nivel nacional e internacional.

### 3.9. Requerimientos personales e institucionales en el desarrollo de la sistematización.

Para llevar a cabo de manera efectiva la sistematización del proyecto “Robot Otto” en el Colegio Jefferson, es fundamental contar con ciertos requerimientos tanto a nivel personal como institucional. Estos incluyen el compromiso del equipo docente, el respaldo de la institución, el acceso a recursos tecnológicos, y el tiempo necesario para observar, documentar y reflexionar sobre la experiencia.

**Recursos Humanos Capacitados:** Es crucial contar con un equipo de investigación con habilidades en metodologías de investigación cualitativa y cuantitativa, así como experiencia en el uso de tecnologías educativas. Se necesita el compromiso y la participación activa de directivos, docentes y estudiantes para asegurar la colaboración y el éxito del proyecto.

**Infraestructura Tecnológica:** Se requiere acceso adecuado a la tecnología necesaria, incluyendo robots Otto, dispositivos para recolección de datos, y software especializado para análisis de datos. Es esencial garantizar la conectividad y el funcionamiento eficiente de los equipos tecnológicos durante todo el proceso.

**Apoyo Institucional y Financiero:** La sistematización demanda el respaldo institucional tanto en términos de financiamiento para adquirir equipos y recursos, como en la asignación de tiempo y espacio dentro del currículo escolar para implementar el uso del robot Otto de manera efectiva.

### **Posibles dificultades en el desarrollo de la sistematización**

Llevar a cabo una sistematización educativa implica enfrentar ciertos retos que, si bien son comunes, requieren atención para no obstaculizar el proceso. Uno de los más frecuentes es la falta de tiempo disponible, tanto para los docentes como para los estudiantes. Las múltiples responsabilidades académicas diarias a menudo limitan el espacio para reflexionar y documentar con profundidad la experiencia vivida.

También puede surgir cierta resistencia al cambio, especialmente cuando se introducen metodologías innovadoras como la robótica educativa. En algunos casos, los docentes pueden sentirse poco capacitados o inseguros frente al uso de nuevas tecnologías, mientras que algunos estudiantes pueden tardar en adaptarse a estas herramientas.

Además, la disponibilidad de los recursos tecnológicos juegan un papel clave. Fallas técnicas, problemas de conectividad o limitaciones en el acceso a los dispositivos pueden dificultar la implementación continua del proyecto.

Finalmente, un desafío frecuente es organizar y mantener un registro riguroso de las evidencias como fotografías, videos, observaciones o reflexiones. De no establecerse una estrategia clara desde el inicio para recopilar esta información, se corre el riesgo de perder datos valiosos para el análisis posterior.

## **4. JUSTIFICACIÓN**

En los escenarios educativos actuales, se reconoce que el aprendizaje significativo va más allá de la simple memorización de contenidos. Se entiende como un proceso en el que los estudiantes construyen activamente su conocimiento, lo relacionan con sus saberes previos y

lo aplican en situaciones reales y contextualizadas. Desde esta perspectiva, el aprendizaje cobra sentido cuando los estudiantes logran establecer vínculos entre lo nuevo y lo conocido, permitiéndoles interpretar, reflexionar y actuar de manera más consciente en su entorno.

Tal como lo plantea Ausubel, el aprendizaje significativo se alcanza cuando el estudiante es capaz de conectar nuevos conocimientos con los que ya posee y los integra de forma comprensible y útil en diferentes contextos (Ausubel, 1963). Esta visión está en estrecha sintonía con las teorías constructivistas del aprendizaje, que destacan el papel activo del sujeto, la experiencia directa y la reflexión como elementos fundamentales para la construcción del conocimiento (Piaget, 1970).

En un mundo donde la tecnología evoluciona constantemente, es fundamental que la educación no solo brinde acceso a herramientas digitales, sino que también promueva su uso crítico, creativo y reflexivo. La integración del enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en la educación primaria permite desarrollar competencias clave para el siglo XXI, tales como el pensamiento computacional, la resolución de problemas y la colaboración efectiva.

El proyecto "Robot Otto", implementado en el plan de actividades complementarias del Colegio Jefferson de Cali, busca potenciar el aprendizaje a través de la robótica educativa y el enfoque STEAM. En este proceso, los estudiantes de los grados primero a cuarto, no solo aprenden sobre programación y diseño, sino que también fortalecen habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas, creatividad y trabajo colaborativo. La experiencia de diseñar, construir y programar un robot les permite aprender haciendo, experimentando y reflexionando sobre sus propios procesos.

Diversos estudios han demostrado que la robótica educativa en la educación primaria contribuye al desarrollo cognitivo y socioemocional de los estudiantes. Por ejemplo, investigaciones indican que la participación en actividades de robótica mejora la memoria de trabajo visoespacial y las habilidades de razonamiento lógico y abstracto en los niños (Kim et al., 2023). Además, la robótica puede apoyar el desarrollo de habilidades sociales y emocionales, como la regulación emocional y la empatía, especialmente en niños neurodivergentes (Baynes, 2024).

La sistematización de esta experiencia es fundamental, ya que permite visibilizar cómo la robótica puede transformar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades y ritmos de aprendizaje de cada estudiante. A través de la documentación y el análisis del proceso, se busca comprender cómo los niños interiorizan los conocimientos, cómo interactúan con la tecnología y de qué manera esta contribuye a su desarrollo cognitivo y socioemocional. Además, la sistematización facilita la identificación de buenas prácticas y desafíos, brindando información valiosa para mejorar futuras implementaciones y replicar el modelo en otros contextos educativos.

Este enfoque centrado en el estudiante se alinea con los Estándares ISTE, promoviendo su rol como Diseñadores Innovadores, Pensadores Computacionales y Constructores de Conocimiento. Más allá de adquirir conocimientos técnicos, los niños desarrollan autonomía y confianza en su capacidad de creación. Se fomenta un aprendizaje activo donde cada estudiante se convierte en protagonista, experimentando el error como parte del proceso y valorando el trabajo colaborativo.

## 5. MARCO TEÓRICO

La educación constituye un pilar estratégico para el desarrollo económico, social y cultural de los territorios, ya que incide de manera directa en la generación de capital humano calificado, en la innovación y en la cohesión social. Diversos estudios, tanto nacionales como internacionales, coinciden en que el fortalecimiento de los sistemas educativos es determinante para mejorar la competitividad y el bienestar colectivo.

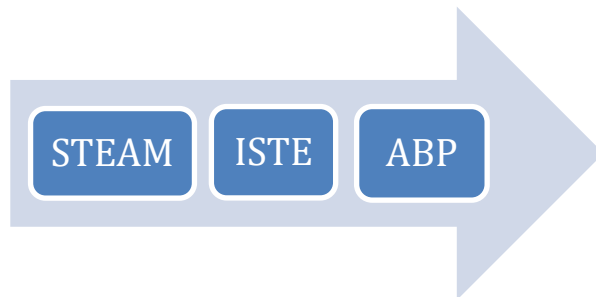
En el contexto colombiano, informes como el *Informe Nacional de Competitividad*, el *Índice Departamental de Competitividad (IDC)*, el *Índice de Competitividad de Ciudades (ICC)* y el *Índice Subnacional de Emprendimiento (ISE)* revelan una correlación positiva entre la calidad educativa y el desarrollo económico regional. Estas mediciones, promovidas por el Consejo Privado de Competitividad (2024), muestran cómo los territorios que apuestan por una educación pertinente e innovadora logran mejorar indicadores clave en productividad, empleabilidad y dinamismo empresarial.

A nivel internacional, diferentes organismos multilaterales han resaltado la urgencia de transformar los procesos educativos para responder a los desafíos del siglo XXI. En particular, los resultados de las pruebas PISA, lideradas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), han evidenciado brechas significativas en el desarrollo de competencias fundamentales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la alfabetización científica y el uso ético y creativo de las tecnologías. Esto plantea la necesidad de replantear los modelos pedagógicos tradicionales para garantizar aprendizajes significativos y contextualizados.

En este mismo sentido, los *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* propuestos por la Organización de las Naciones Unidas, especialmente el ODS 4: Educación de calidad, abogan

por una educación inclusiva, equitativa y de calidad, que promueva oportunidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida y fomente la justicia social. Por su parte, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha enfatizado la necesidad de construir sistemas educativos más resilientes e innovadores, capaces de incorporar tecnologías digitales no como un fin, sino como medios que potencien la equidad, el acceso y la transformación pedagógica (CEPAL, 2022).

**Figura 1.** Relación entre el enfoque STEAM, los estándares ISTE y la metodología ABP.



*Nota.* Elaboración propia basada en los principios del enfoque STEAM (Yakman & Lee, 2012), los Estándares ISTE (ISTE, 2016) y la metodología ABP (Larmer et al., 2015).

### 5.1. Enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas)

El enfoque STEAM representa una evolución del modelo STEM al integrar el componente artístico como elemento esencial para enriquecer los procesos de diseño, comunicación y expresión. Esta perspectiva reconoce que la ciencia y la tecnología requieren, además de conocimientos técnicos, imaginación, sensibilidad y pensamiento divergente (Kakman, 2008).

Como propuesta pedagógica transformadora, STEAM promueve una enseñanza transdisciplinaria e integrada que articula saberes científicos con la creatividad, el pensamiento crítico y la innovación, generando experiencias de aprendizaje significativas, contextualizadas y orientadas a la resolución de problemas reales (Bybee, 2013). Santillán (2019) plantea que este enfoque se estructura en cinco momentos metodológicos: diagnóstico del problema, definición de metas, planificación de acciones, implementación interdisciplinaria y evaluación de resultados. Estas fases se desarrollan mediante el trabajo por proyectos, el uso pedagógico de tecnologías digitales y la colaboración entre pares.

Diversas investigaciones han evidenciado los beneficios del enfoque STEAM en la educación inicial y básica, destacando su impacto en el pensamiento computacional, la motivación por el aprendizaje, la integración curricular y la formación integral. García-Holgado et al. (2021), a partir de un análisis bibliométrico, identifican como conceptos clave asociados a STEAM en la literatura científica: robótica educativa, métodos pedagógicos, currículo, motivación y pensamiento computacional.

Desde esta perspectiva, el proyecto **Robot Otto** constituye un ejemplo concreto de implementación del enfoque STEAM. A través de la construcción, programación y resolución de retos con un robot, los estudiantes desarrollan competencias como la lógica, la creatividad, la colaboración y la perseverancia, fortaleciendo su pensamiento científico y su capacidad para afrontar situaciones complejas.

En consecuencia, formar ciudadanos del siglo XXI implica ir más allá de la memorización de contenidos, favoreciendo el desarrollo de habilidades para pensar, crear, comunicar, resolver problemas y adaptarse a contextos cambiantes. En este sentido, el

enfoque STEAM se presenta como una herramienta clave para una educación integral desde las primeras etapas del aprendizaje.

## **5.2 Estándares ISTE**

La sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE) “es una comunidad global de educadores que se dedica a aprovechar la tecnología en el aula para transformar la enseñanza y el aprendizaje” (ISTE, 2016). Para ello, han diseñado estándares para estudiantes, educadores, líderes educativos y entrenadores profesionales en ciencias de la computación con el propósito de fomentar entornos de aprendizaje innovadores en la era digital.

En un mundo en constante evolución, es fundamental que los estudiantes desarrollen no solo competencias cognitivas, sino también habilidades socioemocionales y ocupacionales que les permitan adaptarse, comunicarse y colaborar de manera efectiva. El trabajo en equipo, potenciado por el uso de herramientas digitales, se convierte en una vía clave para construir conocimiento en diversas áreas del saber. Además, fortalece habilidades como la comunicación asertiva y la alfabetización digital, fundamentales para una participación activa y crítica en la sociedad actual (ISTE, 2016).

### **Estándares ISTE para estudiantes**

En el contexto de la transformación educativa impulsada por las tecnologías digitales, los Estándares ISTE (International Society for Technology in Education) se consolidan como un marco de referencia fundamental para guiar a los educadores en la creación de experiencias de aprendizaje activas, significativas, escalables y sostenibles. En particular, los estándares

orientados a estudiantes están diseñados para fomentar su agencia, empoderamiento y participación crítica en el proceso de aprendizaje, garantizando que este se configure como un proceso centrado en el sujeto que aprende (ISTE, 2016).

**Figura 2.** Estándares ISTE para estudiantes



*Nota: Tomado de estándares ISTE (2016).*

La relevancia de estos estándares radica en su capacidad para responder a las demandas de un entorno global interconectado, cambiante y altamente tecnológico. Preparar a los estudiantes para prosperar en este escenario implica ir más allá de la simple adquisición de habilidades técnicas. Supone, además, desarrollar competencias como la resolución de problemas complejos, el pensamiento computacional, la alfabetización digital y mediática, la ciudadanía digital y la colaboración intercultural (Ribble, et al., 2022).

Desde esta perspectiva, los Estándares ISTE para estudiantes promueven un modelo educativo que no solo incorpora tecnología, sino que la pone al servicio del pensamiento crítico, la creatividad y la construcción de conocimiento colaborativo. Se reconoce así que el aprendizaje del siglo XXI requiere metodologías que potencien la autonomía del estudiante, su

voz y su capacidad de actuar con responsabilidad en entornos digitales. Tal y como se evidencia en la tabla 1.

**Tabla 1.** Estándares ISTE para Estudiantes (ISTE, 2016)

Estándar	Definición
<b>Aprendiz Empoderado</b>	El estudiante utiliza la tecnología para asumir un rol activo en la elección, desarrollo y demostración de sus aprendizajes, alineados con sus metas de aprendizaje.
<b>Ciudadano Digital</b>	El estudiante comprende sus derechos, responsabilidades y oportunidades como miembro de una comunidad digital interconectada, y actúa de manera segura, ética y legal.
<b>Constructor de Conocimiento</b>	El estudiante evalúa críticamente diversas fuentes de información y emplea herramientas digitales para construir, aplicar y compartir conocimiento significativo.
<b>Diseñador Innovador</b>	El estudiante utiliza herramientas digitales en procesos de diseño con el fin de identificar y abordar problemas reales mediante la creación de soluciones originales, útiles o creativas.

<b>Pensador Computacional</b>	El estudiante aplica estrategias de pensamiento computacional y herramientas tecnológicas para explorar problemas y desarrollar soluciones eficientes.
<b>Comunicador Creativo</b>	El estudiante se expresa con claridad, originalidad y eficacia mediante el uso de medios digitales apropiados a sus objetivos comunicativos.
<b>Colaborador Global</b>	El estudiante utiliza tecnologías digitales para ampliar sus perspectivas, enriquecer su aprendizaje y colaborar con otros, tanto en contextos locales como globales.

*Nota: Elaboración propia basada en los Estándares ISTE (2016).*

Para esta sistematización, se han seleccionado tres estándares fundamentales: Pensador computacional, Diseñador innovador y Constructor de conocimiento. Estos estándares permiten comprender cómo los estudiantes movilizan habilidades tecnológicas, cognitivas y creativas en entornos de aprendizaje activo y contextualizado.

### **El pensamiento computacional y la alfabetización digital desde la infancia.**

Wing (2016) define el pensamiento computacional como “el proceso de formulación de problemas de manera tal que sus soluciones puedan ser representadas en una forma que pueda llevarlas a cabo de manera efectiva un agente de procesamiento de información” (p. 33). Entre sus componentes esenciales se encuentran la organización y el análisis lógico de datos, la representación de información mediante abstracciones (como modelos y simulaciones), la

automatización de soluciones a través de algoritmos y la búsqueda de la secuencia de pasos más eficiente. Además, este enfoque promueve la capacidad de generalizar y transferir dichas estrategias a distintos tipos de problemas, integrando habilidades tanto cognitivas como técnicas para optimizar recursos y procesos (ISTE & CSTA, s. f.)

Seymour Papert (1980), pionero en el campo de la educación con tecnología, ya planteaba que los niños no solo pueden usar computadoras, sino también aprender a pensar de forma computacional. Esto implica descomponer problemas, identificar patrones, diseñar soluciones paso a paso y mejorar constantemente a través del ensayo y error.

Más allá de las destrezas puramente técnicas, el desarrollo del pensamiento computacional se sustenta en actitudes fundamentales como la confianza para enfrentar la complejidad, la persistencia ante retos difíciles, la tolerancia a la ambigüedad, la capacidad de abordar problemas abiertos y la habilidad para comunicarse y colaborar con otros en la búsqueda de soluciones comunes. Estas disposiciones socioemocionales resultan clave para que los estudiantes no solo adquieran competencias algorítmicas, sino también interioricen un enfoque reflexivo y cooperativo frente a los desafíos educativos y cotidianos (ISTE & CSTA, s. f.)

Estas habilidades, propias del pensamiento computacional, hoy están estrechamente ligadas a la alfabetización digital, una competencia que, según los estándares ISTE (2016, 2024), debe ser promovida desde la escuela primaria. A través de herramientas como la robótica educativa, se potencia no solo la capacidad de programar, sino también de comprender el funcionamiento de las tecnologías, desarrollar autonomía en el uso de recursos digitales y ser creativos en su aplicación.

## **Diseñador innovador**

En el ámbito educativo actual, el perfil de Diseñador Innovador se reconoce como una competencia clave para fortalecer la creatividad, la capacidad de resolver problemas y el uso significativo de la tecnología en el aprendizaje. De acuerdo con los Estándares ISTE para Estudiantes (ISTE, 2016), este rol implica que los estudiantes utilicen herramientas digitales en procesos de diseño con el fin de identificar y abordar problemas reales mediante la creación de soluciones originales, útiles o creativas. Este enfoque busca formar estudiantes que no solo consuman tecnología, sino que la utilicen activamente para transformar su entorno, desarrollando ideas, experimentando hipótesis y construyendo prototipos que respondan a necesidades concretas.

El proceso de diseño en este contexto no ocurre de manera improvisada, sino que sigue etapas estructuradas como la empatía, la definición del problema, la ideación, la elaboración de prototipos y la evaluación de soluciones. Esta secuencia les permite a los estudiantes comprender a fondo los desafíos que enfrentan y adoptar una actitud de mejora continua. Además, al elegir conscientemente las herramientas digitales que utilizarán, los estudiantes aprenden a planear y gestionar sus proyectos considerando limitaciones y riesgos, lo cual fortalece su pensamiento estratégico y su capacidad para tomar decisiones informadas. Más allá de lo técnico, esta competencia también promueve habilidades socioemocionales como la perseverancia, la tolerancia a la ambigüedad y la disposición a enfrentar problemas abiertos, preparándolos para desenvolverse en contextos complejos y cambiantes (International Society for Technology in Education [ISTE], 2016).

## **Constructor de conocimiento**

Desde la perspectiva constructivista, la construcción de conocimiento se entiende como un proceso activo y reflexivo mediante el cual los estudiantes integran nuevas experiencias en sus estructuras mentales previas, ajustándolas y ampliándolas a través de la asimilación y la acomodación (Piaget, 1952). Asimismo, desde la perspectiva sociohistórica de Vygotsky (1978), este proceso no ocurre de forma aislada, sino que emerge de la interacción social y del lenguaje, en la medida en que los aprendices negocian significados, participan en prácticas compartidas y reciben andamiaje de sus pares o del docente en la zona de desarrollo próximo.

El constructor de conocimiento se caracteriza por asumir un papel activo y colaborativo en el proceso educativo, donde el aprendizaje deja de ser un acto individual para convertirse en una práctica colectiva de creación y mejora continua del saber. Scardamalia y Bereiter (2003) definen el knowledge building como “la creación deliberada y la mejora de artefactos conceptuales que resultan valiosos para una comunidad” (p. 1370), enfatizando que los estudiantes no solo consumen información, sino que la transforman, refinan y comparten, generando así un acervo de conocimiento accesible y evolutivo para todos los miembros del grupo. De este modo, el constructor de conocimiento opera en un entorno en el que la investigación, el diálogo y la revisión constante de ideas son el motor para avanzar en el aprendizaje colectivo (Bereiter & Scardamalia, 2014).

### **5.3. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)**

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología activa que sitúa al estudiante en el centro del proceso educativo, retando a resolver situaciones reales o simuladas a través de la investigación, el análisis crítico y la aplicación práctica del

conocimiento. A diferencia de los enfoques tradicionales basados en la transmisión de contenidos y la memorización, el ABP promueve un aprendizaje significativo, contextualizado y colaborativo, donde el docente asume un rol de guía, mediador y facilitador del proceso (Coll, 1988; Thomas, 2000).

Esta metodología ha evolucionado con base en aportes de distintos referentes teóricos. Dewey (1916) propuso que el aprendizaje debía partir de la experiencia y la resolución de problemas reales. Kilpatrick (1918) formalizó el método de proyectos como una vía para conectar intereses personales con el aprendizaje. Piaget (1950,1970) destacó la importancia de la construcción activa del conocimiento, mientras que Vygotsky (1978) introdujo el concepto de Zona de Desarrollo Próximo, resaltando el valor de la mediación y la interacción social. Ausubel (1976) enfatizó la importancia de la motivación y los conocimientos previos, y Papert (1980) integró el uso de la tecnología en el aprendizaje a través de la creación de productos significativos, una idea central en el construccionismo.

El Modelo metodológico que orientará el proceso para la sistematización será el ABP Aprendizaje basado en proyectos para la el desarrollo del proyecto Robot Otto, esta metodología fue implementada a través de tres fases: “Diseñar, Hacer y Probar”, donde los estudiantes participaron activamente en la ideación, construcción y programación de un robot. Este proceso integró conocimientos de distintas áreas —como matemáticas, arte, tecnología y ciencias, mediante un enfoque interdisciplinar y práctico.

Al enfrentar desafíos reales, los estudiantes desarrollan competencias esenciales del siglo XXI, como la autonomía, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Larmer et al., 2015). Además, se promovió la reflexión constante sobre los aciertos y errores durante cada etapa, consolidando un aprendizaje con sentido, basado en la

experiencia, el trabajo en equipo y la construcción colectiva del conocimiento. Así, el ABP no solo guio el desarrollo del proyecto, sino que se convirtió en una herramienta poderosa para dar propósito al aprendizaje y fortalecer la conexión entre el colegio y la vida real.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se alinea de forma natural con el enfoque STEAM. Autores como Larmer, Mergendoller y Boss (2015) sostienen que los proyectos permiten a los estudiantes apropiarse de su proceso de aprendizaje, al enfrentarse a situaciones reales que exigen investigar, planear, construir, equivocarse y volver a intentar.

#### **5.4. Robótica Educativa**

La robótica educativa es una disciplina que integra componentes de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) con fines pedagógicos, permitiendo a los estudiantes aprender mediante la construcción, programación y manipulación de robots. Esta práctica fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales a través de metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas y el pensamiento computacional (Eguchi, 2014).

Desde la perspectiva pedagógica, la robótica no solo permite la aplicación práctica del conocimiento, sino que también estimula la curiosidad, la creatividad y el trabajo colaborativo. Según Bers (2020), la robótica promueve en los estudiantes una forma de pensar orientada a la innovación, ayudándolos a experimentar con el error, el diseño iterativo y la mejora constante. De hecho, se convierte en una plataforma natural para integrar el construccionismo de Papert, quien ya en la década de 1980 sostenía que los niños aprenden mejor cuando crean objetos significativos, especialmente cuando estas creaciones se relacionan con el mundo tecnológico (Papert, 1980).

En el ámbito escolar, la robótica se ha mostrado eficaz desde edades tempranas, permitiendo que niñas y niños desarrollen no solo habilidades técnicas como la programación, sino también competencias blandas como la comunicación asertiva, la colaboración y la toma de decisiones (Alimisis, 2013). Además, con el avance de tecnologías como Arduino, Scratch y Tinkercad, la robótica ha dejado de ser un campo exclusivo de niveles superiores para convertirse en un recurso accesible e inclusivo, capaz de adaptarse a diversos contextos educativos y niveles escolares.

La implementación de robótica en el aula responde también a estándares internacionales, como los propuestos por la International Society for Technology in Education (ISTE), los cuales orientan a docentes y estudiantes en el uso ético, creativo y crítico de la tecnología. Alineada con estos estándares, la robótica educativa contribuye a formar ciudadanos capaces de comprender y transformar su entorno con soluciones innovadoras y tecnológicamente sostenibles.

## 6. MARCO METODOLÓGICO

### 6.1. Modelo metodológico que orienta el proceso de sistematización

El modelo metodológico que orienta esta sistematización se fundamenta en un enfoque mixto, el cual permite combinar la riqueza interpretativa del enfoque cualitativo con la precisión de los datos cuantitativos, lo que resulta esencial para comprender de manera integral una experiencia educativa tan significativa como la implementación del proyecto *Robot Otto*. Tal como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2018), este tipo de enfoque posibilita una

mirada holística al fenómeno educativo, al articular diferentes tipos de información que se complementan mutuamente.

Desde lo cualitativo, se han seleccionado técnicas como la observación participante, la cual se llevará a cabo durante las sesiones de clase y talleres de robótica con el propósito de documentar, de forma detallada y contextual, las interacciones, reacciones y dinámicas que emergen entre los estudiantes, docentes y el entorno educativo durante las fases del proyecto. Esta herramienta resulta clave para captar aspectos que van más allá de lo que pueden mostrar los datos cuantitativos, revelando matices del aprendizaje experiencial y la apropiación de la tecnología.

Asimismo, se incorporará el análisis documental como una estrategia de triangulación que incluye la revisión de planes de clase, guías didácticas, registros de progreso y productos finales elaborados por los estudiantes. Esta técnica no solo aporta profundidad al análisis, sino que permite rastrear evidencias del proceso pedagógico, tal como lo sugieren Miles, Huberman y Saldaña (2014).

Por su parte, el componente cuantitativo se enfocará en medir de forma sistemática el impacto del proyecto mediante encuestas aplicadas antes y después de la intervención educativa, dirigidas tanto a estudiantes como a docentes. Estas encuestas se centrarán en la identificación del desarrollo de habilidades STEAM, la percepción del aprendizaje logrado y el nivel de motivación generado por el proyecto. A su vez, se emplearán rúbricas de evaluación para valorar con objetividad el desempeño de los estudiantes en las distintas etapas del proceso: desde la ideación del prototipo hasta su construcción y programación.

Las rúbricas contemplarán indicadores asociados al progreso técnico, la capacidad de trabajo colaborativo y la resolución de problemas, siguiendo los lineamientos propuestos por Martínez y Moya (2020) en el marco de una evaluación formativa adaptada a entornos de aprendizaje STEAM.

## 6.2. Contexto de la investigación

La sistematización de la experiencia educativa con el proyecto Robot Otto surge en un contexto escolar innovador y comprometido con la transformación pedagógica, como lo es el Colegio Jefferson de Cali. Esta institución, ubicada en la zona rural del corregimiento de Dapa, ha asumido el desafío de integrar tecnologías emergentes al currículo escolar desde una perspectiva formativa, lúdica y significativa. Su modelo educativo se sustenta en el desarrollo integral del estudiante, promoviendo ambientes de aprendizaje centrados en la autonomía, la experimentación y la resolución de problemas reales, alineados con un enfoque socioconstructivista.

El contexto que motivó la presente sistematización se caracteriza por una población estudiantil diversa, en edades comprendidas entre los 6 y los 10 años, perteneciente a los grados 1° a 4°, con quienes se desarrolló la experiencia. En un entorno multigrado, el proyecto Robot Otto ofreció una oportunidad para explorar metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), fortaleciendo competencias clave desde edades tempranas, tales como el pensamiento computacional, la creatividad, la colaboración y la autonomía (Larmer et al., 2015).

El escenario institucional propició no solo el acceso a recursos tecnológicos como kits de robótica, impresoras 3D y plataformas digitales (Scratch, Tinkercad, Arduino), sino también una apertura pedagógica para que docentes y estudiantes pudieran participar de

experiencias transformadoras. Sin embargo, el contexto también presentó desafíos, como la necesidad de formación docente específica en robótica educativa y la gestión del tiempo en un plan de actividades extracurriculares.

Desde un plano más personal, la sistematización se enmarca en un proceso de reinención profesional del docente líder del proyecto, quien, tras haber trabajado previamente en niveles de educación media con adolescentes, debió adaptar su propuesta metodológica y tecnológica a un público infantil, reconociendo en ello una oportunidad para repensar la robótica desde una pedagogía afectiva y exploratoria. Esta transición profesional fue, en sí misma, una experiencia de aprendizaje profundo, que evidenció la importancia de contextualizar las innovaciones educativas según las características, intereses y necesidades de los estudiantes (Papert, 1980; Dewey, 1916).

El contexto de la sistematización, por tanto, no se limita al espacio físico ni al tiempo cronológico de ejecución del proyecto, sino que abarca una visión integral de los actores, las condiciones institucionales, las prácticas pedagógicas y los desafíos éticos que configuran una experiencia educativa situada. Como señalan Hernández, Fernández y Baptista (2018), comprender el contexto en una investigación cualitativa permite interpretar con mayor profundidad los fenómenos educativos, identificando relaciones entre los significados, las acciones y los resultados.

En este sentido, la sistematización del proyecto Robot Otto representa un ejercicio reflexivo y riguroso que recoge una vivencia particular, pero que aspira a aportar al conocimiento colectivo sobre cómo transformar la educación desde la tecnología, la creatividad y el compromiso humano.

### 6.3. Métodos y técnicas de recolección de información

La recolección de datos será guiada por los siguientes instrumentos:

- Entrevistas semi estructuradas, orientadas a conocer en profundidad las experiencias de los estudiantes.
- Encuestas estructuradas con escalas tipo Likert para obtener datos cuantificables sobre percepción, satisfacción y competencias desarrolladas.
- Observaciones directas, registradas mediante diarios de campo y matrices descriptivas.
- Análisis documental, que incluirá registros institucionales como informes académicos, fichas de seguimiento y materiales pedagógicos utilizados.

### 6.4 Análisis de datos

El proceso de sistematización se desarrollará en **cuatro** fases:

**1.Planeación:** definición de objetivos, diseño de instrumentos y selección de participantes.

**2.Recolección de datos:** ejecución de entrevistas, encuestas, observaciones y recopilación documental.

**3.Interpretación:** integración de resultados para identificar hallazgos, establecer relaciones significativas y formular recomendaciones.

**4. Validez y fiabilidad:** se aplicarán principios de triangulación metodológica (Denzin, 1978) al contrastar datos de diferentes fuentes e instrumentos.

Asimismo, se realizará una validación previa de los instrumentos mediante

prueba piloto, y se garantizará la fiabilidad a través de procedimientos sistemáticos y replicables (Sampieri et al., 2018).

## 6.6. Consideraciones éticas

La sistematización se acoge a principios éticos fundamentales:

- **Consentimiento informado**, obtenido de todos los participantes, con explicación clara del propósito y confidencialidad del estudio.
- **Protección de datos personales**, mediante el uso de códigos, almacenamiento seguro y control de acceso.
- **Transparencia y voluntariedad**, permitiendo que los participantes se retiren en cualquier momento sin repercusiones.
- **Aprobación institucional**, por parte del comité ético de la universidad, asegurando el cumplimiento de los estándares internacionales (American Educational Research Association, 2011).

## 7. RECONSTRUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia de aprendizaje denominada “Robot Otto” fue desarrollada en el Colegio Jefferson con estudiantes de primero a cuarto de primaria, como parte del programa de actividades complementarias (PAC). Este proyecto tuvo como eje central involucrar a los estudiantes en el diseño, construcción y programación de un robot, promoviendo un aprendizaje activo y significativo desde edades tempranas.

La iniciativa se estructuró bajo la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y se articuló con los pilares institucionales del colegio: tecnología, medio ambiente e

integralidad de las áreas. Asimismo, se integró el enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) y se alineó con los estándares ISTE, fomentando el desarrollo de competencias como el pensamiento computacional, el aprendizaje empoderado y la construcción del conocimiento.

Pero más allá de la creación de un robot, el proyecto se convirtió en una puerta abierta a la imaginación, la innovación y el descubrimiento personal. Para muchos estudiantes fue la primera vez que se vieron a sí mismos como diseñadores, programadores e ingenieros., explorando sus capacidades de manera creativa y con un entusiasmo contagioso. Verlos asumir estos roles con orgullo y emoción fue, sin duda, el mayor indicador del impacto positivo de esta experiencia.

La sistematización de esta práctica no solo valida su valor educativo, sino que también aporta al campo de la innovación pedagógica en educación primaria, al ofrecer un modelo replicable en otros contextos. Más allá de los logros técnicos, el verdadero aprendizaje radicó en demostrar que la robótica educativa no es exclusiva de los niveles superiores, sino que puede y debe formar parte de las primeras etapas escolares, siempre que se aborde con una pedagogía sensible, creativa y centrada en el estudiante.

A través de actividades cuidadosamente estructuradas en las fases de “Diseñar, Hacer y Probar”, los estudiantes no solo aprendieron a construir un robot, sino que vivieron una experiencia transformadora, en la que el conocimiento se construyó colaborativamente, y donde la tecnología se convirtió en una herramienta para pensar, crear y soñar.

## 7.1 Fase 1: Diseñar

La primera etapa del proyecto fue desarrollada durante un periodo de dos semanas, la cual fue el punto de partida para sumergir a los estudiantes en el fascinante mundo de la robótica educativa a través del proyecto “Robot Otto”. Desde el inicio, el propósito fue captar su atención y despertar la curiosidad, creando un ambiente propicio para el aprendizaje significativo.

En este escenario, se inició con una actividad diagnóstica interactiva a través de la plataforma Kahoot (ver Anexo 1), planteando la siguiente pregunta como punto de partida para el proceso creativo: ¿Qué características piensas que debe tener un robot para que pueda realizar tareas en el mundo real?

Esta pregunta permitió generar ideas de forma colaborativa mediante una lluvia de ideas y documentar visualmente las propuestas iniciales del grupo. Esta herramienta, conocida por su carácter lúdico y participativo, permitió a los estudiantes responder preguntas sobre conceptos básicos de robótica y tecnología de forma divertida. Los resultados obtenidos no solo brindaron información relevante sobre sus conocimientos previos, sino que también revelaron un alto nivel de motivación e interés por temas como la programación, el diseño y la construcción de robots. Esta respuesta positiva fue clave para confirmar la pertinencia del proyecto y proyectar una experiencia pedagógica enriquecedora.

Este interrogante, simple en su forma, pero poderoso en su contenido, invitó a los niños a imaginar, soñar y conectar la robótica con su vida cotidiana. A través del diálogo, la socialización de ideas y el juego simbólico, de cara a activar los conocimientos previos de manera natural y participativa, mediante sus representaciones iniciales (dibujos).

Este primer momento del proyecto no solo permitió diagnosticar el punto de partida de los estudiantes, sino que también sentó las bases para desarrollar una experiencia centrada en la creatividad, la exploración y el aprendizaje colaborativo. Fue el inicio de un proceso que no solo buscaba construir un robot, sino también formar pensamiento crítico, fomentar la innovación y fortalecer la confianza de los niños en sus propias ideas.

**Figura 3.** Logotipo de la plataforma Kahoot



*Fuente:* Kahoot, 2023. Recuperado de <https://kahoot.com>.

**(Anexo 1)** <https://play.kahoot.it/v2/lobby>

Posteriormente, se presentó el robot Otto mediante un video como material multimedia en YouTube (<https://youtu.be/J1BgOlyclUE>) (anexo 2), que recreaba el funcionamiento del robot Otto. Estas imágenes ayudaron a contextualizar la actividad, mostrando a los estudiantes cómo la robótica puede tener múltiples formas y funciones en la vida cotidiana. Este material audiovisual sirvió como inspiración para la construcción de su propio robot.

Una vez ilustrada la curiosidad por la robótica, los niños pasaron a una etapa creativa: diseñar sus propios prototipos de Robot Otto. utilizando papel, lápiz, colores y mucha imaginación, comenzaron a plasmar sus ideas, dibujando lo que para ellos debía ser un robot funcional. Cada diseño fue único, lleno de detalles y toques personales, revelando cómo desde edades tempranas los estudiantes son capaces de pensar con lógica, creatividad y propósito.

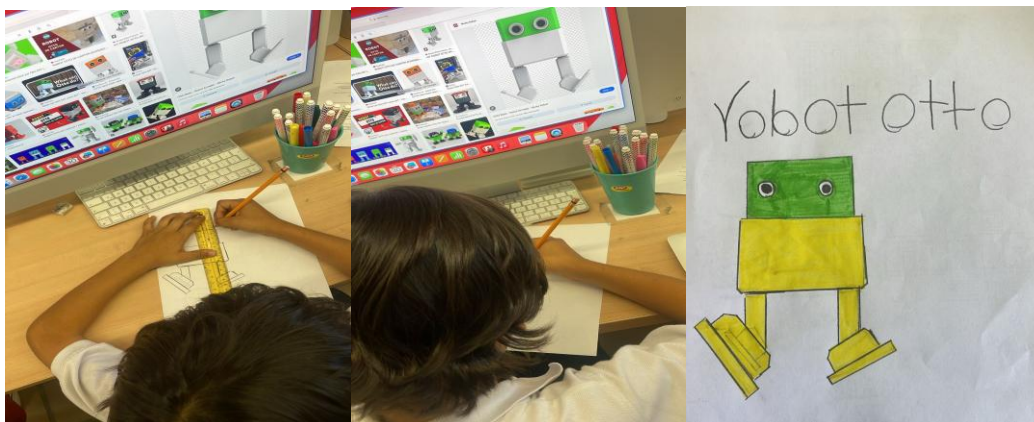
El uso del papel y lápiz, fue parte de un proceso equilibrado entre lo digital y lo manual, fomentando la participación activa y la apropiación del proyecto desde el primer momento.

Al finalizar esta fase, se constató no sólo el entusiasmo con el que los estudiantes se involucraron en el proyecto, sino también la claridad con la que comenzaron a comprender conceptos básicos de robótica, diseño y funcionalidad. Cada estudiante, desde su singular perspectiva, dio vida a prototipos únicos que reflejaban su creatividad y forma de entender el mundo tecnológico. Se observaron diseños que iban desde robots de estructura tradicional, con cuerpos rectangulares y extremidades cilíndricas, hasta versiones más experimentales, en las que incorporaron a las, ruedas o múltiples brazos, mostrando una asombrosa capacidad de imaginación. En sus construcciones, los niños hicieron uso de diversas figuras geométricas, como cubos, prismas, cilindros, triángulos y esferas, integrándose de manera funcional y estética en sus modelos.

Algunos diseños priorizaron la estabilidad utilizando bases cuadradas amplias, mientras que otros optaron por formas más esbeltas que desafiaban el equilibrio y estimulaban la reflexión sobre la importancia de la estructura en la robótica. La diversidad de enfoques evidenció no solo la riqueza creativa del grupo, sino también el desarrollo incipiente de habilidades espaciales, lógico-matemáticas y de resolución de problemas. Esta etapa sentó así las bases para un aprendizaje activo, dinámico y significativo, donde cada niño y niña se

convirtió en el protagonista de su propio proceso creativo, reforzando su autonomía, su confianza y su entusiasmo por el descubrimiento.

**Fotografía 1, 2 y 3.** *Estudiantes construyendo el prototipo del robot.*



*Fuente: Archivo personal, 2025.*

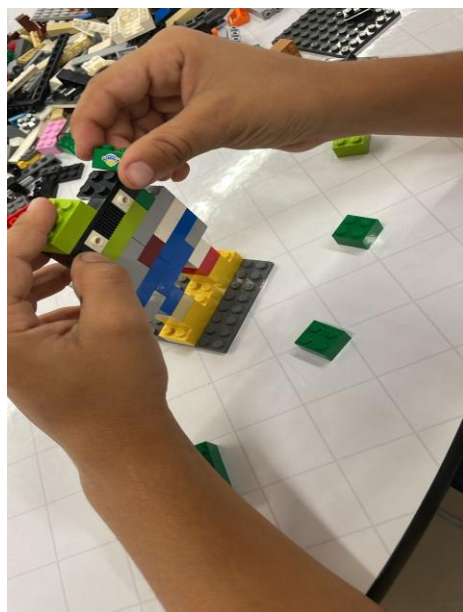
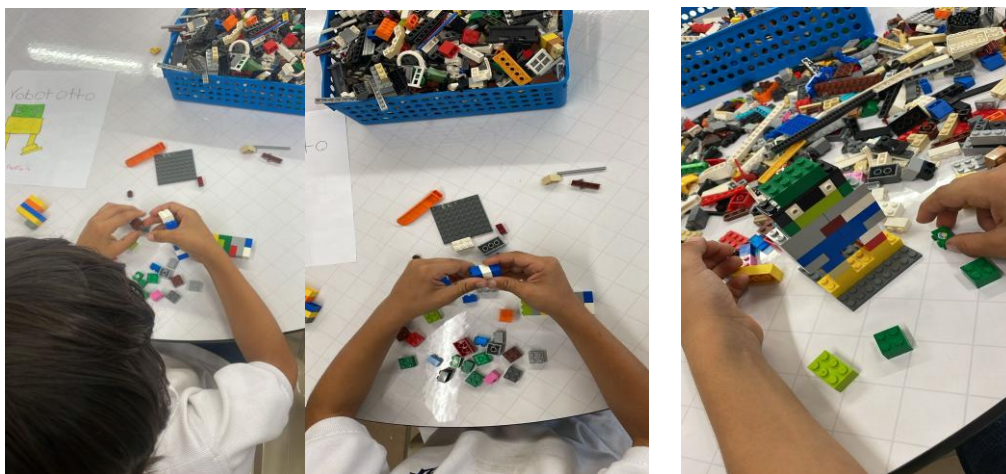
## **7. 2 Fase 2: Hacer**

### **7.2.1 Construcción del robot en Legos**

Partiendo del prototipo elaborado en la fase anterior (el dibujo del robot), se procedió a construir el modelo utilizando fichas de Lego. Este trabajo con las piezas de construcción resultó fundamental para el desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes, fortaleciendo su capacidad para materializar sus ideas y avanzar en la creación del robot Otto. Identificando cuál es su forma, y dando un toque personal en su construcción. Los legos son un material didáctico, que ayudan a mejorar la atención, concentración, paciencia en su construcción y fortalece la baja tolerancia de la frustración de los niños. Además, los legos son

super atractivos para los estudiantes, generan una serie de competencias y fomentan el trabajo en equipo entre los estudiantes.

**Fotografías 4,5,6,7 y 8. Elaboración prototipo 3D**



*Fuente: Archivo personal, 2025.*

### 7.2.2 Elaboración del boceto a la realidad tridimensional

En esta segunda etapa del proyecto, los estudiantes comenzaron a dar vida a sus ideas a través de la creación de un prototipo tridimensional del Robot Otto, utilizando cartón paja como material principal. Esta fase fue clave para traducir los conceptos visuales y creativos de sus dibujos iniciales en una representación física, desarrollando habilidades espaciales, motricidad fina y pensamiento estructurado.

El punto de partida fue el análisis de los bocetos diseñados en la fase anterior, donde cada estudiante había plasmado en papel su visión personal del robot. A partir de estos dibujos, los niños revisaron proporciones, detalles estéticos y posibles funcionalidades del robot, haciendo ajustes con la guía del docente para asegurar que el diseño fuera viable en términos de estructura.

Posteriormente, se retomó el trabajo realizado con fichas LEGO, una actividad previa que les permitió construir modelos básicos y entender la relación entre forma y funcionalidad. Gracias a esta experiencia, los estudiantes adquieren una comprensión inicial sobre volumen, ensamblaje y equilibrio, elementos esenciales al momento de construir en tres dimensiones.

Con estas referencias visuales, los niños iniciaron la elaboración del prototipo 3D en cartón paja. Para ello, se organizaron materiales como reglas, tijeras, silicona líquida, pegantes, plantillas de figuras geométricas y cintas adhesivas. Se promovió un ambiente colaborativo, en el que cada estudiante trabajó de forma autónoma, pero también pudo compartir ideas, pedir ayuda o aportar sugerencias a sus compañeros.

Durante este proceso, la creatividad y la resolución de problemas estuvieron en el centro de la actividad. Los estudiantes se enfrentaron a retos como cómo lograr que el robot se

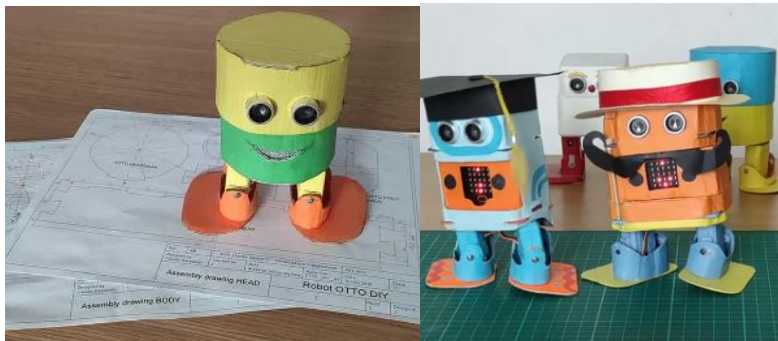
mantuviera en pie, cómo representar los brazos, las ruedas o los sensores, y cómo hacer que el diseño fuera fiel a su idea inicial. Estas dificultades, lejos de desmotivarlos, se convirtieron en oportunidades para experimentar, cometer errores y aprender haciendo, lo cual fue uno de los propósitos fundamentales de esta fase.

El resultado fue una diversidad de prototipos originales, donde cada niño expresó su estilo y visión del Robot Otto, desarrollando a la par competencias en diseño, construcción, trabajo colaborativo y pensamiento lógico.

**Fotografías 9, 10 y 11.** Construcción del prototipo 3D en cartón paja.



**Fotografías 12 Y 13.** Elaboración del prototipo 3D en cartón paja.



*Fuente : Archivo personal, 2025.*

### **7.2.3 Del cartón paja al entorno digital: explorando el modelado 3D con herramienta TIC, *Tinkercad***

Una vez finalizada la construcción del prototipo físico en cartón paja, los estudiantes iniciaron la transición hacia el entorno digital, donde comenzaron a trabajar en el modelado 3D del Robot Otto. Este momento marcó un hito importante en el proceso de aprendizaje, pues les permitió visualizar y comprender cómo las ideas se transforman en objetos digitales listos para la impresión en 3D.

La actividad comenzó con la introducción del concepto de modelado tridimensional, explicando los tipos de vistas (frontal, lateral, superior) y su representación en el espacio. Para facilitar la comprensión, se retomaron los modelos previamente construidos con fichas LEGO, los cuales sirvieron como punto de partida para entender las proporciones, las formas y la lógica estructural del diseño.

Posteriormente, se presentó a los estudiantes la herramienta TIC, *Tinkercad* (<https://www.tinkercad.com/>), una plataforma de diseño 3D intuitiva y amigable para niños. Esta herramienta permitió a los estudiantes replicar sus prototipos físicos en formato digital, aplicando conceptos geométricos y matemáticos básicos, como el reconocimiento de figuras (cilindros, cubos, prismas), medidas (altura, radio, volumen) y la relación entre las distintas partes del robot. Desde el área de matemáticas, esta etapa potenció el pensamiento lógico-espacial y la capacidad para trabajar con proporciones y dimensiones.

Desde la tecnología, los estudiantes navegaron en un entorno digital de diseño, aprendiendo a utilizar funciones como mover, rotar, escalar y alinear objetos. Este proceso les brindó autonomía para construir su robot, paso a paso y experimentar con distintas

configuraciones de la herramienta. En paralelo, el componente artístico cobró relevancia cuando los niños personalizaron sus diseños, añadiendo colores, formas decorativas y elementos propios, fortaleciendo así su creatividad, originalidad y sentido estético.

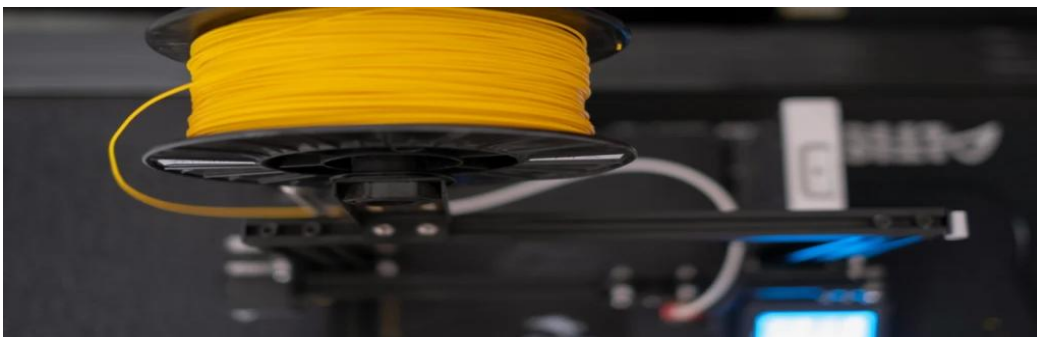
*Fotografía 14,15 y 16. Explorando el modelado 3D con Tinkercad.*



*Fuente : Archivo personal, 2025.*

En el componente de ciencias, se abordó el concepto de impresión 3D sostenible, explicando que el robot Otto sería impreso en PLA, un filamento derivado del maíz, lo cual permitió introducir la reflexión sobre el cuidado del medio ambiente y la sostenibilidad en el diseño tecnológico.

**Figura 3 y 4.** Comparación entre el origen del PLA (almidón de maíz) y su transformación en filamento para impresión 3D



Fuente : Smart Materials 3D, 2023. Recuperado de <https://smartmaterials3d.com>

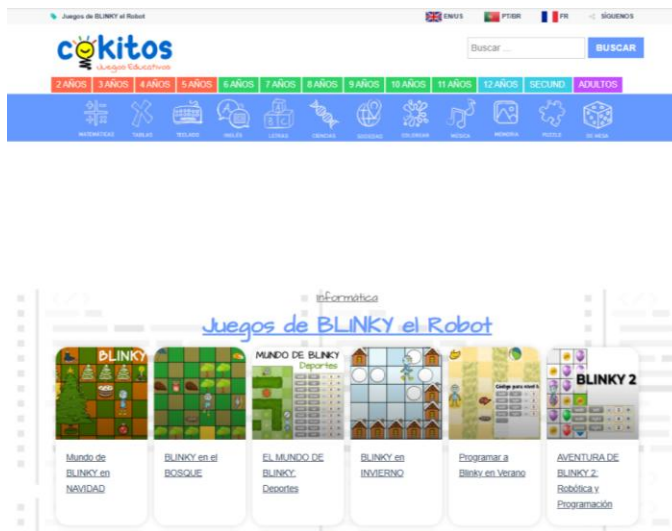
#### **7.2.4. Del juego al código: integrando el pensamiento computacional**

En esta fase, el proyecto "Robot Otto" evolucionó desde lo tangible hacia lo digital, abriendo camino a nuevas formas de crear y comprender. Desde el enfoque de la ingeniería y la computación, los estudiantes comenzaron a explorar los fundamentos del pensamiento computacional a través de herramientas lúdicas y progresivas, que les permitieron avanzar paso a paso desde el juego hasta la programación estructurada.

Como primer acercamiento, se utilizó el juego interactivo *Blinky el Robot* (<https://www.cokitos.com/tag/juegos-de-blinky-el-robot/>), una plataforma en línea que permitió introducir conceptos como secuencias, condicionales, ciclos y resolución de problemas, de una forma divertida y visual. Esta experiencia sirvió para que los estudiantes entendieran que detrás

de cada acción de un robot hay una serie de instrucciones ordenadas que le permiten “pensar” y actuar.

**Figura 5.** Imagen Juegos de Blinky el Robot en la plataforma educativa Cokitos



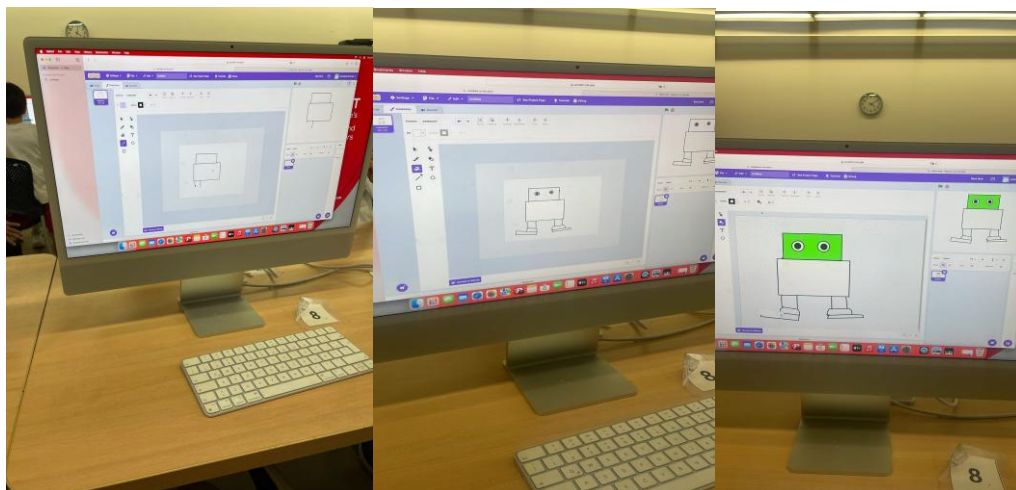
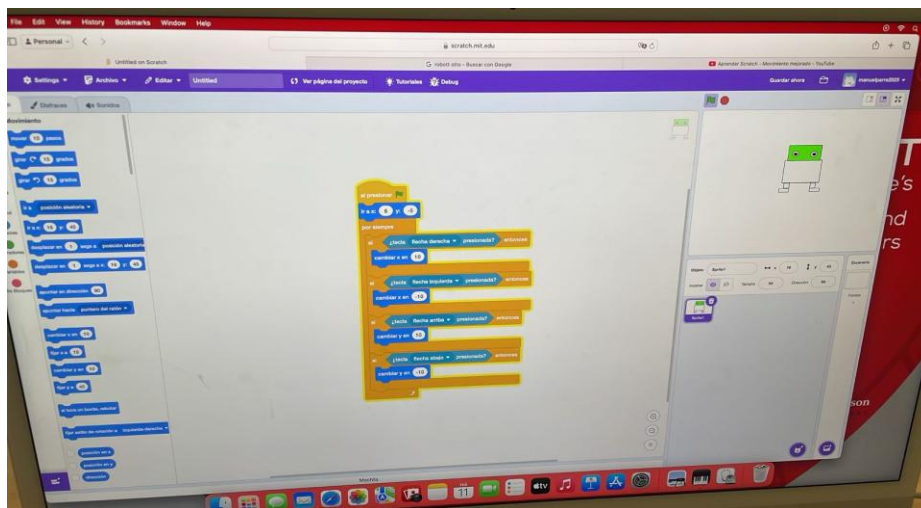
*Fuente: Cokitos, 2024. Recuperado de <https://www.cokitos.com/juegos-de/blinky/>*

A medida que los estudiantes ganaban confianza en la lógica computacional, los estudiantes iban sumergiéndose en el entorno de *Scratch*, una herramienta TIC basada en programación por bloques, diseñada para enseñar conceptos de codificación a través del juego y la creatividad. En este espacio, los estudiantes pudieron programar sus propios personajes o robots virtuales, asignándoles acciones como moverse, hablar o cambiar de apariencia, mientras aprendían a estructurar comandos y resolver problemas paso a paso.

Scratch no solo facilitó el aprendizaje del lenguaje de programación de manera visual y accesible, sino que despertó la imaginación de los niños, quienes personalizaron sus proyectos con colores, sonidos y movimientos únicos. La plataforma se convirtió en un espacio de

experimentación, donde cada estudiante se enfrentó a pequeños retos que les exigían pensar, probar, equivocarse y volver a intentarlo.

**Fotografía 17,18 y 19.** Programación por bloques en Scratch.



Fuente: : Archivo personal, 2025.

Una vez afianzadas estas habilidades básicas, se dio paso al trabajo herramienta TIC, Arduino (<https://www.arduino.cc/>), una herramienta que permitió llevar la programación a la realidad física. Los estudiantes comenzaron explorando su interfaz, aprendiendo a escribir instrucciones en un lenguaje estructurado y configurando sensores, motores y componentes eléctricos para que el robot Otto respondiera a estímulos reales.

Esta etapa incluyó también la construcción de circuitos eléctricos simples, donde los niños integraron baterías, luces LED, cables y placas base. Esta experiencia no sólo fortaleció su comprensión de cómo funciona un sistema automatizado, sino que potenció habilidades clave en ingeniería, resolución de problemas y pensamiento lógico.

La transición de Scratch a Arduino representó un salto significativo en el proceso de aprendizaje, al demostrar cómo una idea concebida en papel o en pantalla puede transformarse en un objeto funcional. Así, los estudiantes no solo imaginaron y construyeron, sino que programaron y controlaron, cerrando un ciclo completo de diseño, ejecución y evaluación.

Esta fase permitió que los niños comprendieran la robótica como un proceso integrador, creativo y funcional, donde cada decisión tiene un propósito y cada error es una oportunidad para aprender. Fue el verdadero puente entre el pensamiento creativo y la solución técnica, donde jugar, construir y programar se convirtieron en experiencias poderosas para el desarrollo de competencias del siglo XXI.

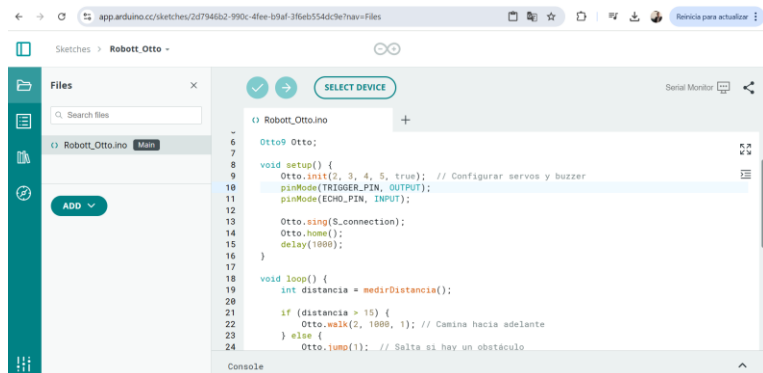


Fuente: : Archivo personal, 2025.

Uno de los momentos clave fue el trabajo con los circuitos eléctricos. Los estudiantes, guiados por el maestro, aprendieron a conectar correctamente los componentes y a verificar el flujo de energía. Para tareas más delicadas, como soldar cables con caufín, se requirió del acompañamiento cercano del docente, quien explicó paso a paso el procedimiento, siempre bajo estrictas medidas de seguridad. Esta experiencia permitió que los estudiantes comprendieran de forma práctica el funcionamiento interno del robot y el papel de cada uno de sus elementos.

Paralelamente, se revisó el código programado en Arduino, asegurándose de que los comandos escritos se ejecutaran adecuadamente. Aquí el ensayo y error fue fundamental: si algo no funcionaba como se esperaba, los estudiantes se enfrentan al reto de identificar el problema, formular hipótesis y realizar los ajustes necesarios. Esta dinámica fortaleció de forma natural el pensamiento crítico, la paciencia, la perseverancia y la capacidad de resolver problemas reales.

### Fotografía 23. Programación en Arduino,

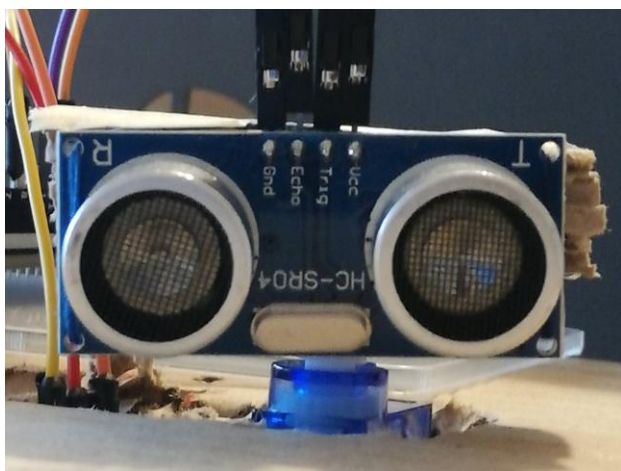


```
Sketches > Robott_Otto -  
Files  
Search files  
Robott_Otto.ino Main  
ADD  
SELECT DEVICE  
Serial Monitor  
Robott_Otto.ino  
6 Otto9 Otto;  
7  
8  
9 void setup() {  
10   Otto.init(2, 3, 4, 5, true); // Configurar servos y buzzer  
11   pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);  
12   pinMode(ECHO_PIN, INPUT);  
13  
14   Otto.sing($connection);  
15   Otto.home();  
16   delay(1000);  
17 }  
18  
19 void loop() {  
20   int distancia = medirDistancia();  
21  
22   if (distancia > 15) {  
23     Otto.walk(2, 1800, 1); // Camina hacia adelante  
24   } else {  
25     Otto.jump(1); // Salta si hay un obstáculo
```

*Fuente: : Archivo personal, 2025.*

Durante esta etapa se llevaron a cabo pruebas funcionales del robot Otto, verificando que los sensores respondieran, que los motores giraran correctamente, y que las luces LED se encendieran en los momentos programados. Cada prueba era una oportunidad de mejora, y cada ajuste representaba un paso más hacia un resultado exitoso.

**Figura.** Sensor ultrasónico HC-SR04 utilizado en el prototipo del Robot Otto

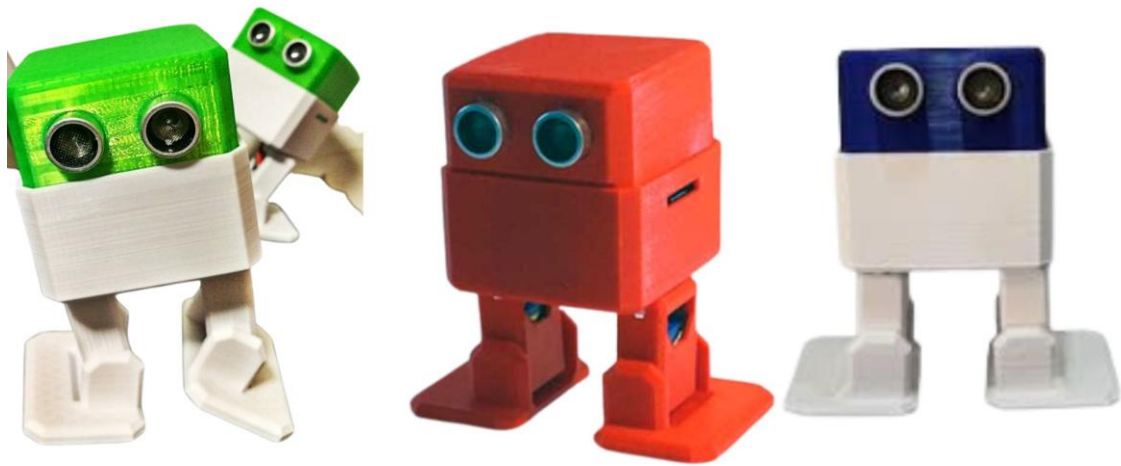


*Fuente: Archivo personal, 2025.*

Finalmente, se realizó una evaluación integral del funcionamiento del robot, donde los estudiantes no solo celebraron sus logros, sino que también reflexionaron sobre lo que podría mejorarse en una siguiente versión. Este cierre del proceso consolidó el aprendizaje vivencial y permitió evidenciar el impacto de la robótica educativa como herramienta para el desarrollo de habilidades técnicas y socioemocionales.

La fase de “Probar” fue mucho más que un simple chequeo técnico: fue el momento donde los estudiantes vivieron la satisfacción de ver materializado su esfuerzo, entendiendo que, en la robótica, como en la vida, equivocarse también es parte del camino para aprender y crecer.

**Figura 6.** Variaciones del diseño físico del Robot Otto en impresión 3D



## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA EXPERIENCIA

La implementación del proyecto “Robot Otto” permitió identificar avances significativos en el desarrollo de competencias clave en los estudiantes de primero a cuarto de primaria del Colegio Jefferson. Uno de los resultados más evidentes fue el fortalecimiento del pensamiento computacional a través del uso de plataformas como Scratch, donde los estudiantes aprendieron a programar movimientos, responder a estímulos y construir secuencias lógicas, promoviendo así habilidades de abstracción y resolución de problemas (ISTE & CSTA, s. f.).

De igual manera, se evidenció un alto nivel de motivación y participación activa por parte de los estudiantes, quienes asumieron con entusiasmo los retos del proceso de diseño y construcción del robot. Esta experiencia no solo promovió la creatividad y el pensamiento crítico, sino que también favoreció el trabajo colaborativo, ya que los estudiantes compartían ideas, se organizaban en equipos y tomaban decisiones en conjunto. Como lo señalan Martínez y Flores (2021), el enfoque STEAM favorece entornos de aprendizaje donde la tecnología se convierte en un medio para construir conocimiento colectivo y significativo.

Además, se observaron transformaciones en la relación pedagógica, pues el rol del docente se desplazó hacia una figura mediadora y facilitadora del aprendizaje. Esta dinámica promovió interacciones más horizontales y afectivas, fortaleciendo la confianza de los estudiantes para experimentar, equivocarse y aprender de sus errores, tal como plantea Freire (1997) al destacar el valor pedagógico del diálogo en contextos de aprendizaje activo.

A pesar de los logros alcanzados, también se presentaron desafíos, como la necesidad de mayor tiempo para planear, documentar y reflexionar colectivamente sobre el proceso, así como algunas limitaciones técnicas en la manipulación de los componentes del robot. No obstante, estas dificultades se convirtieron en oportunidades para el desarrollo de competencias socioemocionales como la perseverancia, la gestión de la frustración y el trabajo en equipo.

## 8.1 Análisis didáctico, pedagógico y tecnológico de la experiencia

La implementación del proyecto Robot Otto bajo el modelo de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permitió analizar diversos elementos que configuran la experiencia pedagógica desde una perspectiva integral. En primer lugar, se evidenció que la estructura didáctica basada en las fases de "Diseñar, Hacer y Probar" facilitó una planificación coherente con los principios del enfoque STEAM, promoviendo aprendizajes significativos a través de retos reales, interacciones colaborativas y uso de tecnologías emergentes.

Durante la experiencia, se observó que el diseño de actividades con propósito generó un alto nivel de participación y apropiación por parte de los estudiantes, quienes asumieron roles activos como creadores, programadores y solucionadores de problemas. Este cambio en el rol tradicional del estudiante, potenciado por el ABP, también exigió al docente transitar hacia una figura de guía y mediador del aprendizaje, lo cual supuso una transformación en la práctica pedagógica.

Desde el punto de vista tecnológico, el uso gradual de herramientas como Scratch, Tinkercad y Arduino propició el desarrollo del pensamiento computacional en los niños, articulando de manera progresiva conceptos como algoritmos, lógica y secuencias. Además, se

fortalecieron competencias como el trabajo colaborativo, la creatividad y la autonomía, esenciales en la formación de ciudadanos digitales.

La experiencia también permitió identificar desafíos, como la necesidad de mayor tiempo para el desarrollo de las actividades, así como la diferenciación en el ritmo de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, el aprendizaje desde el error, la retroalimentación permanente y el acompañamiento reflexivo consolidaron un entorno de aprendizaje dinámico, inclusivo y motivador.

Esta experiencia de sistematización permitió comprender cómo la robótica, integrada al enfoque STEAM mediante ABP, no solo mejora los procesos de enseñanza, sino que transforma la cultura escolar hacia una educación activa, contextualizada y orientada a la innovación.

## 8.2. Evidencias del ABP en un entorno STEAM

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), evidenciando una planificación estructurada centrada en la resolución de problemas reales, la interdisciplinariedad y la construcción colaborativa del conocimiento. El ABP se manifestó en la práctica a través de las fases de “Diseñar, Hacer y Probar”, que permitieron organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera coherente y significativa.

Desde la fase de “Diseñar”, los estudiantes participaron en una actividad diagnóstica mediante Kahoot, donde exploraron sus conocimientos previos sobre robótica. Luego, visualizaron un video introductorio del robot Otto, que les permitió conectar el proyecto con situaciones de la vida cotidiana. A partir de esta contextualización, los estudiantes elaboraron un boceto personal de su robot, en papel, lo cual activó su creatividad y promueve la

visualización anticipada de un problema a resolver. Esta fase evidenció la aplicación del ABP al situar a los estudiantes como exploradores de una necesidad, potenciando su pensamiento crítico y la reflexión sobre lo que deseaban construir.

Durante la etapa de “Hacer”, se utilizaron estrategias activas como la construcción con fichas LEGO, la elaboración de prototipos en cartón paja, el modelado en Tinkercad y la programación progresiva con Scratch y Arduino. Estas herramientas, integradas de manera progresiva, permitieron que el conocimiento se construye de forma escalonada y con sentido. Aquí el ABP se evidenció en el diseño iterativo, donde los estudiantes probaban, fallaban y mejoraban sus creaciones, desarrollando competencias propias del ciclo de ingeniería.

La fase de “Probar” fue clave para el fortalecimiento del pensamiento computacional y la metacognición. A través del ensayo y error, la depuración de código y el ajuste físico del robot, los estudiantes vivieron una experiencia de aprendizaje auténtica. La estrategia de permitir errores como parte del aprendizaje fue esencial para fomentar la autonomía, la perseverancia y la reflexión sobre el proceso.

En cuanto a las interacciones pedagógicas, fue especialmente significativa la configuración del aula como un espacio de aprendizaje colaborativo. En el contexto multigrado, los estudiantes mayores asumieron roles de mentoría informal, ayudando a los más pequeños en la construcción y programación, lo cual generó una dinámica de tutoría entre pares. Esta interacción no solo favoreció la construcción de conocimiento compartido, sino también el desarrollo de habilidades socioemocionales como la empatía, la escucha y el respeto por el otro.

El rol del docente también se transformó de transmisor a facilitador y mediador del proceso. Más que dar instrucciones cerradas, se incentivó el cuestionamiento, la exploración y la búsqueda de soluciones diversas, en línea con el enfoque constructivista que sustenta al ABP. Las guías de aprendizaje se presentaron como rutas abiertas, y no como recetas, lo que permitió a los estudiantes apropiarse de su propio proceso.

El ABP se evidenció en la formulación de un problema real, en la estructuración por fases, en el uso de tecnologías aplicadas al diseño y la solución, en la evaluación formativa continua y en las interacciones colaborativas significativas. Esta experiencia demostró que cuando los estudiantes se sienten protagonistas y constructores de conocimiento, el aprendizaje se vuelve más profundo, motivador y duradero.

Cuando el enfoque STEAM, los estándares ISTE y el ABP se articulan en el aula, como ocurrió en el proyecto sistematizado en el Colegio Jefferson de Cali, se crean condiciones para una educación auténtica, donde aprender se convierte en una experiencia emocionante y retadora. No se trata solo de enseñar a programar, sino de formar ciudadanos curiosos, creativos, reflexivos y éticos, capaces de usar la tecnología con sentido.

### **8.3. La robótica educativa como potenciadora del interés, compromiso y autonomía en los estudiantes.**

La robótica educativa, al ser implementada en el marco del proyecto Robot Otto, demostró ser una poderosa herramienta pedagógica capaz de activar el interés genuino de los estudiantes, fortalecer su compromiso con el aprendizaje y fomentar la autonomía en la resolución de problemas.

Desde las primeras sesiones, el uso del robot Otto despertó curiosidad y entusiasmo entre los estudiantes, al permitirles interactuar con un objeto tecnológico tangible y funcional. Este tipo de recursos rompe con la enseñanza tradicional centrada en lo verbal y abstracto, y da paso a un aprendizaje experiencial, visual y kinestésico, que estimula múltiples formas de pensar y actuar. La robótica se convierte así en una puerta de entrada para enganchar a los estudiantes desde sus propios intereses, especialmente en edades tempranas, donde el juego, la imaginación y el deseo de explorar el mundo son esenciales.

El compromiso de los estudiantes se fortaleció al verse involucrados en tareas que implican reto, propósito y creatividad. La construcción del robot, su personalización, y la programación para cumplir funciones específicas generaron una conexión emocional con el proyecto, donde cada niño y niña asumió la responsabilidad de lograr que su creación funcionara. Este sentido de propiedad, acompañado por el trabajo en equipo, consolidó una actitud activa frente al aprendizaje, donde los estudiantes no esperaban instrucciones, sino que proponían ideas, compartían soluciones y perseveraban frente a los errores.

En cuanto a la autonomía, se evidenció un proceso de desarrollo progresivo a lo largo de las fases “Diseñar, Hacer y Probar”. Al enfrentarse a decisiones sobre diseño, materiales, estructura o programación, los estudiantes comenzaron a tomar la iniciativa, a evaluar posibilidades y a realizar elecciones informadas. El entorno creado por el proyecto promovía una cultura del “aprender haciendo”, donde el error no era penalizado, sino asumido como parte del aprendizaje, fortaleciendo así la capacidad de autorregulación y pensamiento crítico.

Asimismo, la incorporación de plataformas como Scratch, Tinkercad y Arduino no solo enseñó conceptos técnicos, sino que habilitó a los estudiantes para crear con tecnología, lo que aumentó su autoconfianza. Comprendieron que eran capaces de construir soluciones reales

usando herramientas digitales, una experiencia altamente significativa en términos de alfabetización tecnológica y empoderamiento.

#### 7.4. Pensamiento computacional en el proyecto Robot Otto

Una de las contribuciones más significativas del proyecto Robot Otto en el contexto del Colegio Jefferson fue el fortalecimiento progresivo del pensamiento computacional en los estudiantes de educación básica. Esta competencia, definida como la capacidad de resolver problemas utilizando principios de la informática, se desarrolló de manera natural a lo largo de las fases del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) Diseñar, Hacer y Probar, integrando herramientas digitales y experiencias concretas de construcción, programación y validación.

Desde la fase de diseño del prototipo, los estudiantes comenzaron a descomponer un problema complejo (¿cómo debe ser un robot funcional?) en elementos más simples: estructura, movimientos, sensores, estética y funcionalidad. Esta habilidad de descomposición es uno de los pilares del pensamiento computacional, y se reforzó mediante el bocetaje en papel y la construcción con fichas LEGO, donde los niños exploraban estructuras, equilibrio y partes funcionales del robot.

Durante la etapa de programación, los estudiantes trabajaron primero con Scratch, un entorno de codificación visual que les permitió estructurar secuencias lógicas de comandos, incorporar bucles, condicionales y eventos. Al enfrentarse a tareas como “hacer que el robot avance y luego gire”, los niños comenzaron a pensar paso a paso, anticipando consecuencias, ajustando errores y refinando sus instrucciones. Este proceso fomenta el pensamiento algorítmico, es decir, la capacidad de crear y seguir conjuntos de instrucciones de manera lógica y ordenada.

Posteriormente, la transición al entorno de Arduino permitió un acercamiento más estructurado al lenguaje de programación textual, fortaleciendo habilidades como la abstracción (trabajar con variables, sensores y funciones) y la evaluación de resultados. Aunque se trataba de estudiantes de primaria, el enfoque progresivo y mediado por el docente posibilita una comprensión básica del funcionamiento de los sistemas automatizados y el papel de la codificación en la vida cotidiana.

Otro aspecto clave fue la experimentación continua mediante el ensayo y error. Los estudiantes probaban su robot, detectaban errores, formulan hipótesis y modificaban el código o la estructura física, lo cual fomenta el pensamiento lógico, la capacidad de depuración y la iteración de soluciones, elementos centrales del pensamiento computacional.

Además, este proceso no fue individual ni mecánico: se desarrolló en un entorno de aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes discutían sus ideas, compartían soluciones y aprendían del otro. Esta dimensión social del pensamiento computacional, a menudo olvidada, fue potenciada gracias a la dinámica multigrado y a la orientación reflexiva del docente.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sistematización de experiencia permitió evidenciar cómo la integración de la robótica educativa, a través del proyecto “Robot Otto”, se convierte en una estrategia poderosa para el desarrollo de competencias STEAM en estudiantes de educación básica. En un contexto escolar caracterizado por el modelo socio-constructivista, se demostró que el aprendizaje significativo florece cuando se conectan los saberes tecnológicos con la creatividad, el trabajo colaborativo y la solución de problemas del mundo real.

Una de las principales conclusiones es que el uso del Robot Otto, no solo facilitó la apropiación de conceptos de programación, diseño 3D y electrónica básica, sino que también fortaleció habilidades blandas como la comunicación, el liderazgo y la resiliencia ante la frustración. El enfoque pedagógico adoptado, basado en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y sustentado en el paradigma STEAM, potenció la motivación y el interés de los estudiantes por las áreas de ciencia y tecnología, superando el tradicional enfoque transmisivo y pasivo de la educación.

Asimismo, se constató que la mediación pedagógica del docente fue crucial para orientar los procesos de indagación, reflexión y creación. El rol del educador se transformó: dejó de ser el centro del conocimiento para convertirse en guía, acompañante y facilitador de experiencias auténticas. Esta transformación favoreció una relación más horizontal entre los actores educativos, permitiendo una construcción conjunta del saber y la emergencia del pensamiento crítico en los estudiantes.

Desde una mirada institucional, la experiencia evidenció que es posible articular proyectos de innovación tecnológica dentro del currículo escolar, siempre que exista voluntad pedagógica, acompañamiento formativo y condiciones mínimas de infraestructura. Si bien se identificaron desafíos relacionados con el tiempo, el acceso a materiales y la formación docente en tecnologías emergentes, estos fueron superados mediante el trabajo en equipo, la gestión de recursos y el compromiso ético con la labor educativa.

Esta sistematización contribuye no solo a la mejora de la práctica docente, sino también a la generación de conocimiento situado sobre la incorporación de las TIC en la escuela. La experiencia con Robot Otto deja una huella significativa: demuestra que la educación mediada por la tecnología, cuando es pensada desde el contexto, con intencionalidad pedagógica y

mirada humanista, tiene el poder de transformar no solo los aprendizajes, sino las trayectorias de vida de los estudiantes.

### **Reflexión final docente: enseñar, aprender y transformar**

Esta experiencia con el proyecto Robot Otto no sólo transformó el aprendizaje de mis estudiantes, sino que también transformó profundamente mi rol como docente. Venía de trabajar en educación media con adolescentes y propuestas tecnológicas más complejas, y al llegar al Colegio Jefferson, con estudiantes de primaria, comprendí que enseñar con tecnología no depende únicamente del recurso, sino de cómo se construye el vínculo con los estudiantes, su contexto y sus intereses.

Adaptar la robótica educativa a un grupo diverso, multigrado y en edades tempranas, fue un desafío que me llevó a repensar mis estrategias pedagógicas, mi forma de acompañar y, sobre todo, mi capacidad de conectar con la curiosidad natural de los niños. Aprendí que el pensamiento computacional no se enseña solo con código, sino con preguntas, juegos, imaginación y confianza.

Uno de los mayores aprendizajes fue descubrir que la robótica también puede ser lúdica, narrativa y emocional. Comprendí que los conceptos más complejos pueden enseñarse si se conectan con la curiosidad, el juego y la imaginación. El enfoque STEAM, más allá de ser una metodología interdisciplinar, se convirtió en una filosofía de enseñanza que me permitió integrar la ciencia con el arte, la lógica con la emoción y el código con el contexto.

Como docente del siglo XXI, es fundamental adquirir competencias para poder diseñar experiencias significativas más que transmisores de contenidos. Asimismo, este proyecto

permitió fortalecer las competencias en planificación didáctica, evaluación formativa y uso pedagógico de las TIC, abordadas en el programa de Maestría. Asimismo, permite una reflexión profunda sobre la necesidad constante de mantener el amor por el conocimiento, lo cual implica aprender y desaprender.

El primero fue adaptar una propuesta pensada para jóvenes a un público infantil, con diferentes ritmos, intereses y niveles de abstracción. Esto me llevó a repensar cada actividad desde el lenguaje, los materiales y las herramientas. También enfrenté retos relacionados con el manejo del tiempo, la atención sostenida y la gestión del aula multigrado. Sin embargo, cada obstáculo fue una oportunidad para innovar: usé materiales reciclables, actividades por estaciones, estrategias de aprendizaje entre pares y una evaluación formativa y reflexiva que promoviera la mejora constante.

Uno de los aspectos más valiosos fue entender que no se necesita una infraestructura compleja para hacer robótica educativa. Muchos de los momentos más significativos ocurrieron con papel, cartón paja, fichas de LEGO, dibujos y juegos digitales gratuitos. Lo más importante es tener un propósito pedagógico claro, un ambiente donde el error sea bienvenido como parte del proceso, y una disposición docente para guiar sin imponer, inspirar sin limitar.

A otros docentes que quieran implementar una experiencia similar, incluso con recursos limitados, les diría: empiecen por confiar en el potencial creativo de sus estudiantes. El verdadero motor del cambio no son las máquinas, sino las preguntas, los sueños y las soluciones que los niños construyen cuando se sienten escuchados y valorados. Usen lo que tienen a mano, busquen aliados, compartan experiencias y no teman equivocarse. Porque en la robótica, como en la docencia, cada error es una pista para aprender mejor.

Hoy, al mirar hacia atrás, puedo decir que este proyecto me permitió redescubrir el sentido profundo de enseñar acompañar procesos de transformación, no solo en los estudiantes, sino también en uno mismo como educador.

## 10. Referencias

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63–71. [ERIC](#)
- American Educational Research Association. (2011). *Code of ethics*. [https://www.aera.net/Portals/38/docs/About\\_AERA/CodeOfEthics%281%29.PDF](https://www.aera.net/Portals/38/docs/About_AERA/CodeOfEthics%281%29.PDF)  
[AERA](#)
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Benites, E. A., & Barzallo, S. A. (2019). STEAM como enfoque interdisciplinario e inclusivo para desarrollar las potencialidades y competencias actuales. *Identidad Bolivariana*, 1, 1–12.  
<http://identidadbolivariana.itb.edu.ec/index.php/identidadbolivariana/article/view/59>
- Bers, M. U. (2020). *Beyond coding: How children learn human values through programming*. MIT Press.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association Press.
- Casado F., R., & Checa R., M. (2020). Robótica y proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 51–69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672> RecyT
- Coll, C. (1988). *Psicología y currículo: Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículo escolar*. Laia.

- Coll, C. (2012). Aprender y enseñar con las TIC: Expectativas, realidad y potencialidades. *Educ.ar*. <https://www.educ.ar/recursos/70819/aprender-y-ensenar-con-las-tic-expectativas-realidad-y-potencialidades> *Educ.ar*
- Consejo Privado de Competitividad. (2024). *Informe Nacional de Competitividad 2024*. <https://compite.com.co/informe-nacional-de-competitividad-2024/resumen-ejecutivo/> *Compite*
- DANE. (2021). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2020*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/salud/calidad-de-vida-ecv/encuesta-nacional-de-calidad-de-vida-ecv-2020> *DANE+1DANE+1*
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Macmillan.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. In *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education* (pp. 27–34). [TERECOP](#)
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., & Muñoz-Carril, P. C. (2021). Análisis de palabras clave en la investigación sobre educación STEM y STEAM en educación primaria. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 22, e23619. <https://doi.org/10.14201/eks.23619>

- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, 19, 93–110. <https://sophia.ups.edu.ec/index.php/sophia/article/view/320>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- INTEF. (2017). *Marco Común de Competencia Digital Docente*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España. <https://intef.es/>
- International Society for Technology in Education (ISTE). (2016). *ISTE Standards for Students*. <https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-students>
- International Society for Technology in Education (ISTE). (2024). *ISTE Standards for Students 2024*. <https://www.iste.org/standards>
- International Society for Technology in Education & Computer Science Teachers Association. (s. f.). *Definición operativa de Pensamiento Computacional para Educación Básica y Media (K-12)* [PDF]. Eduteka. <http://edtk.co/A4YN0>
- Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19(4), 319–335.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). *Setting the standard for project-based learning: A proven approach to rigorous classroom instruction*. ASCD.
- Martínez, D., & Moya, J. (2020). Evaluación del aprendizaje en entornos STEAM: Rúbricas y pensamiento crítico. *Revista de Educación y Didáctica*, 28(3), 55–68.
- Martínez-Abad, F., & Rodríguez-Conde, M. J. (2019). Competencia digital y metodología STEAM en educación básica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 25–39. [https://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a3](https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a3)
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.

- Muralles Bautista, M. R. (2020). Estándares ISTE: Integración entre tecnología, educación y contexto. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/953>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (1970). *La construcción del conocimiento en el niño*. Crítica. (Obra original publicada en 1950)
- Rodríguez, I. R., & Vílchez, J. G. (2015). El aprendizaje basado en proyectos: Un constante desafío. *Innovación Educativa*, 25. <https://revistas.usc.gal/index.php/ie/article/view/2304>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2018). *Metodología de la investigación* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Santillán, M. M. (2019). Diseño instruccional bajo el enfoque STEAM para el desarrollo del pensamiento crítico en educación básica [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados*. Paidós.
- Téllez Ramírez, M. (2019). Pensamiento computacional: Una competencia del siglo XXI. *Educación Superior*, 6(1), 23–32. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832019000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832019000100007&script=sci_arttext)
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Buck Institute for Education.
- UNESCO. (2022). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*. <https://unesdoc.unesco.org/>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Yakman, G. (2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In *PATT 19 Proceedings: Research on Technology Education*.