



Innovación educativa potenciando el pensamiento científico, tecnológico e innovador en estudiantes de media técnica de la institución educativa Antonio Derka en el barrio Santo Domingo, mediante la implementación de un brazo robótico.

Andrés Mauricio Gómez Guapacha

Informe final correspondiente a práctica social, presentado para optar al título de Ingeniero Electricista

Asesor

Jaime Alejandro Valencia Velásquez, Doctor (PhD) en Ingeniería Eléctrica

Asesor

Amador Erney Rúa Arias, Magíster (MSc) En Educación Superior en Salud

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Eléctrica

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

Cita	Gómez Guapacha [1]
Referencia	[1] A. Gómez Guapacha, “Innovación educativa potenciando el pensamiento científico, tecnológico e innovador en estudiantes de media técnica de la institución educativa Antonio Derka en el barrio Santo Domingo, mediante la implementación de un brazo robótico.”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2025.
Estilo IEEE (2020)	



Agradezco a Articulación Territorial de Prácticas Académicas de la Universidad de Antioquia, Aula Steam e Institución educativa Antonio Derka Santo Domingo, por permitirme la oportunidad de realizar la práctica.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga Molina

Jefe departamento: Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi familia, por su amor incondicional y ser mi mayor fortaleza.

A mis maestros, por su guía, enseñanzas e inspiración constante.

A mis amigos, por su apoyo y las experiencias compartidas que enriquecieron este camino.

A mi alma mater, por ser el lugar donde crecí como profesional y como persona.

A todos ustedes, gracias por iluminar mi camino y hacer posible este logro.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas y entidades que hicieron posible el desarrollo de mi práctica social para la obtención del título de Ingeniero Electricista.

En primer lugar, agradezco a Articulación Territorial de Prácticas Académicas de la Universidad de Antioquia, a Aula Steam y a la Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo, por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica en un entorno tan enriquecedor y por su apoyo continuo durante todo el proceso.

A mis compañeros de práctica, al grupo de estudiantes ControLoop, por su colaboración, trabajo en equipo y dedicación, los cuales fueron fundamentales para el éxito de esta experiencia.

Agradezco profundamente a los profesores de la Universidad de Antioquia, quienes, a lo largo de toda mi carrera, me brindaron no solo sus conocimientos técnicos, sino también valiosas enseñanzas en lo personal y profesional, que hoy son base para mi desarrollo como ingeniero.

Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. OBJETIVOS.....	12
A. Objetivo general.....	12
B. Objetivos específicos.....	12
III. MARCO TEÓRICO.....	13
V. METODOLOGÍA.....	19
VI. RESULTADOS.....	21
VII. ANÁLISIS.....	56
VIII. CONCLUSIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. GUÍA PARA LA SESIÓN #1.....	26
TABLA 2. GUÍA PARA LA SESIÓN #2.....	28
TABLA 3. GUÍA PARA LA SESIÓN #3.....	31
TABLA 4. GUÍA PARA LA SESIÓN #4.....	34
TABLA 5. GUÍA PARA LA SESIÓN #5.....	36
TABLA 6. MATERIALES NECESARIOS PARA ARMADO DEL BRAZO ROBÓTICO	41

LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Colegio Antonio Derka Santo Domingo.....	13
Fig 2. Microcontrolador Arduino UNO	14
Fig 3. Automatización y brazos robóticos.....	15
Fig 4. Servomotor MG90S 4.8v-6v.....	15
Fig 5. Educación STEAM con robótica	16
Fig 6. Interdisciplinariedad.	17
Fig 7. Taller de fundamentación.	31
Fig 8. Taller impresión 3D.	34
Fig 9. Taller ensamble brazo robótico.....	36
Fig 10. Taller de finalización.	38
Fig 11. Kit de elementos completo.....	44
Fig 12. Brazo robótico con sus partes.	45
Fig 13. Ensamble de la base.	45
Fig 14. Hombro ensamblado.	46
Fig 15. Codo y antebrazo.	46
Fig 16. Garra y antebrazo.....	47
Fig 17. Brazo armado.	47
Fig 18. Diagrama de conexión eléctrico.....	48
Fig 19. Acercamiento conexiones.	49

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ABP	Aprendizaje basado en proyectos
MSc	Magister Scientiae
PhD	Philosophiae Doctor
UdeA	Universidad de Antioquia
UNAL	Universidad Nacional
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
PWM	Modulación por ancho de pulso

RESUMEN

Este informe describe el desarrollo de un proyecto interdisciplinario realizado por estudiantes de la UdeA y del Aula STEAM (UNAL), cuyo objetivo fue fomentar el interés en campos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en estudiantes de media técnica de la I.E. Antonio Derka Santo Domingo. El proyecto se centró en el diseño, ensamblaje y programación de un brazo robótico, combinando conocimientos de desarrollo de software y electrónica mediante una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Durante las sesiones, los estudiantes desarrollaron habilidades técnicas y blandas, enfrentándose a desafíos relacionados con la percepción docente sobre sus capacidades. Los resultados evidenciaron un incremento en la motivación estudiantil hacia áreas tecnológicas y la importancia de sensibilizar a los profesores para garantizar el éxito de este tipo de iniciativas. En conclusión, el proyecto resaltó el valor de la interdisciplinariedad y la democratización del acceso a tecnologías como herramientas transformadoras en contextos educativos. Se sugiere dar continuidad al proyecto para consolidar aprendizajes y ampliar su impacto.

***Palabras clave* — Brazo robótico, Media técnica, Educación STEAM, Integración software-hardware, Innovación pedagógica, Interdisciplinariedad.**

ABSTRACT

This report describes the development of an interdisciplinary project carried out by students from UdeA and Aula STEAM (UNAL), whose objective was to foster interest in STEM fields (Science, Technology, Engineering and Mathematics) in technical high school students from I.E. Antonio Derka Santo Domingo. The project focused on the design, assembly and programming of a robotic arm, combining knowledge of software development and electronics through a Project Based Learning (PBL) methodology. During the sessions, students developed technical and soft skills, facing challenges related to the teacher's perception of their capabilities. The results showed an increase in student motivation towards technological areas and the importance of sensitizing teachers to ensure the success of this type of initiative. In conclusion, the project highlighted the value of interdisciplinarity and the democratization of access to technologies as transformative tools in educational contexts. It is suggested that the project be continued in order to consolidate learning and expand its impact.

***Keywords* — Robotic arm, Technical High School, STEAM Education, Software-hardware integration, Pedagogical innovation, Interdisciplinarity.**

I. INTRODUCCIÓN

En un contexto global cada vez más interconectado y tecnológicamente avanzado, la educación técnica juega un papel crucial en la formación de las futuras generaciones. La media técnica en Desarrollo de Software de la Institución Educativa Antonio Derka, en el barrio Santo Domingo, ofrece una valiosa oportunidad para preparar a los estudiantes en áreas estratégicas, combinando sus competencias y fortaleciendo habilidades técnicas esenciales para enfrentar los desafíos del siglo XXI. El proyecto de implementación de un brazo robótico surge como un ejercicio interdisciplinario que integra diferentes áreas del conocimiento, con el propósito de promover el pensamiento científico, tecnológico e innovador entre los estudiantes.

La colaboración entre áreas refleja las dinámicas de la industria tecnológica moderna, donde la convergencia de disciplinas es cada vez más común y necesaria. La sinergia permite no solo un fortalecimiento de las habilidades técnicas, sino también un estímulo al desarrollo de competencias clave como la creatividad, la capacidad de resolver problemas complejos, el pensamiento crítico y la adaptabilidad. Al combinar conocimientos del desarrollo de software con principios de la electrónica, por ejemplo, los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar en proyectos prácticos y reales, como el brazo robótico, lo que facilita su comprensión de cómo diferentes sistemas interactúan y operan conjuntamente en un entorno tecnológico.

Medellín, conocida por su transformación tecnológica y proyectos de innovación, como el "Valle del Software", proporciona el marco ideal para que los estudiantes se inserten en un ecosistema dinámico que fomenta el desarrollo del talento local en áreas tecnológicas. Aprovechar este contexto y las oportunidades que ofrece es vital para que los jóvenes puedan no solo adaptarse a los cambios del mercado laboral, sino también liderar iniciativas que impulsen la innovación y el desarrollo en su entorno.

El proyecto de construcción de un brazo robótico no solo permitirá a los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Derka, en el barrio Santo Domingo, aplicar los conocimientos adquiridos en su área técnica, sino que también servirá como un espacio para el desarrollo de habilidades blandas fundamentales, tales como el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

Estas competencias son cada vez más valoradas en el mercado laboral, donde la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías y metodologías es esencial.

Asimismo, el proyecto promueve una visión integral del aprendizaje, donde los estudiantes pueden abordar problemas desde diferentes perspectivas y contribuir con soluciones innovadoras. Los estudiantes estarán expuestos a una experiencia educativa que no solo refuerza conceptos teóricos, sino que los desafía a aplicarlos en un entorno real, lo que contribuye al desarrollo de habilidades prácticas que son fundamentales en la resolución de problemas complejos.

El proyecto tiene el potencial de despertar la curiosidad científica y tecnológica en los estudiantes, motivándolos a explorar carreras en campos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Además, representa un modelo de educación técnica innovadora que podría replicarse en otras instituciones educativas de la región, destacando la importancia de la colaboración interdisciplinaria y el aprendizaje basado en proyectos como estrategias pedagógicas clave para la formación de una nueva generación de innovadores y solucionadores de problemas.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Fomentar el pensamiento científico, tecnológico e innovador en los estudiantes de la media técnica en desarrollo de software de la Institución Educativa Antonio Derka, en el barrio Santo Domingo, mediante la participación en proyectos prácticos, como la implementación de un brazo robótico.

B. Objetivos específicos

- Conocer el estado actual de la media técnica en Desarrollo de Software, identificando el perfil de egreso los estudiantes, los recursos disponibles, el currículo y las metodologías pedagógicas, con el fin de adaptar estos aspectos a la implementación del proyecto del brazo robótico.
- Fomentar la colaboración entre estudiantes, apoyados por docentes y estudiantes universitarios de ingeniería y pedagogía.
- Sistematizar los resultados y las percepciones del proyecto del brazo robótico, evaluando el impacto en el aprendizaje de los estudiantes y documentando los avances para futuras implementaciones educativas.

III. MARCO TEÓRICO

Institución educativa Antonio Derka Santo Domingo

La Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo se crea bajo la propuesta del entonces alcalde de Medellín, el dr Sergio Fajardo Valderrama, quien con su programa bandera “Medellín la más educada” pretende, a través de la educación, generar cambios positivos en la ciudad. Con esta intención y con conceptos claros de equidad, quiere que todos los niños y jóvenes de la ciudad de estratos bajos, tengan las mismas oportunidades que otros de estratos más altos; surge entonces la idea de construir en la comuna uno, barrio Santo Domingo Savio un colegio de calidad con aportes de E.P.M.

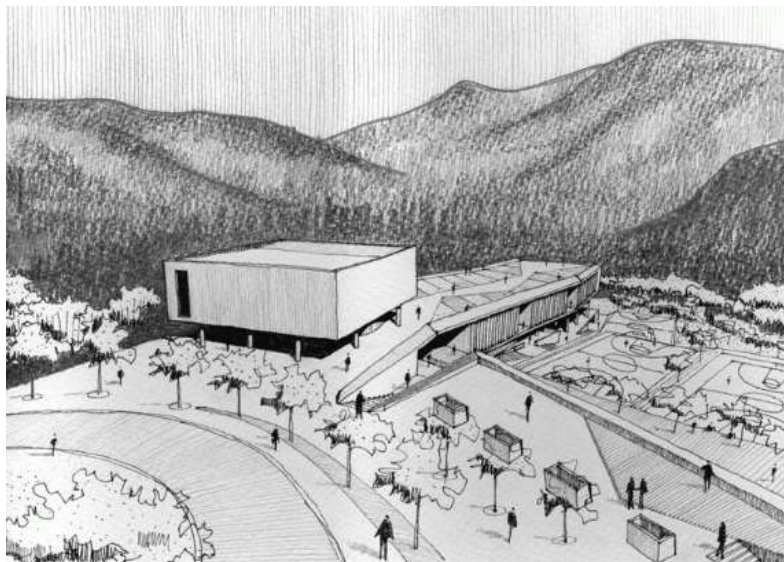


Fig 1. Colegio Antonio Derka Santo Domingo.

La institución se encuentra en la ladera Nororiental de Medellín, en el barrio Santo Domingo Savio. Como parte del Proyecto Urbano Integral (PUI) Nororiental, el Colegio se integra a una intervención territorial holística que contempla la construcción de equipamientos deportivos y culturales, espacio público y vivienda a lo largo de la línea K del Metrocable.[1]

Arduino y su Aplicación en Robótica

Arduino es una plataforma de código abierto que ha democratizado el acceso a la programación de microcontroladores, facilitando su uso en proyectos educativos y profesionales. Arduino permite a los estudiantes interactuar directamente con componentes electrónicos, entender su funcionamiento

y controlar dispositivos como brazos robóticos. Su versatilidad lo hace ideal para la enseñanza de conceptos básicos de electrónica y programación, proporcionando una forma accesible y modular para desarrollar habilidades técnicas en los estudiantes.

El Arduino Uno es una placa de desarrollo de microcontrolador ampliamente utilizada y popular debido a su versatilidad y facilidad de uso. Funciona con un microcontrolador ATmega328P. El voltaje de entrada recomendado para el Arduino Uno es de 7 a 12 voltios a través del conector de alimentación. Sin embargo, también se puede alimentar mediante el conector USB, que proporciona 5 voltios [2].

En cuanto a los pines, el Arduino Uno tiene un total de 20 pines de entrada/salidas digitales, de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM (modulación de ancho de pulso), y 6 pines analógicos para entrada. En la Imagen 2 se muestra un Arduino uno:



Fig 2. Microcontrolador Arduino UNO

Automatización y Diseño de Brazos Robóticos

La automatización mediante brazos robóticos permite realizar tareas repetitivas y precisas en un entorno controlado, imitando la función de extremidades humanas. McComb y Predko (2006) resaltan que el diseño de brazos robóticos no solo implica conocimientos de mecánica, sino también de programación para su control. Con el uso de plataformas como Arduino, los estudiantes pueden construir y programar estos sistemas, aprendiendo a implementar soluciones prácticas en campos como la manufactura, la medicina, y la automatización industrial. La combinación de estas disciplinas permite una comprensión más integral de la robótica.[3]



Fig 3. Automatización y brazos robóticos.

Servomotores MG90S 4.8v-6v

Este tipo de servo es ideal para las primeras experiencias de aprendizaje y prácticas con servos, ya que sus requerimientos de energía son bastante bajos y se permite alimentarlo con la misma fuente de alimentación que el circuito de control. Por ejemplo, si se conecta a una tarjeta Arduino, se puede alimentar durante las pruebas desde el puerto USB del PC sin mayor problema.[4]



Fig 4. Servomotor MG90S 4.8v-6v

Este servomotor tiene las siguientes características:

- Voltaje de operación: 4.8 V a 6 V
- Velocidad de operación: 0.1 s/60° (4.8 V), 0.08 s/60° (6 V)

- Torque detenido: 1.8 kgf·cm (4.8 V), 2.2 kgf·cm (6 V)
- Con cojinete
- Banda muerta: 5 μ s
- Peso ligero: 13.4 g
- Dimensiones compactas: Largo 22.5 mm, ancho 12 mm, altura 35.5 mm aprox.
- Largo del cable: 25 cm aprox.
- Incluye 3 brazos o cuernos (horns) y su tornillo de sujeción, 2 tornillos para montaje del servo y cable de conexión con conector
- Conector universal tipo “S” compatible con la mayoría de receptores incluyendo Futaba, JR, GWS, Cirrus, Blue Bird, Blue Arrow, Corona, Berg, Spektrum y Hitec, entre otros.

Robótica Pedagógica y Aprendizaje STEM

La robótica pedagógica juega un papel crucial en la formación de competencias en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Según Sklar, Parsons y Stone (2004), los proyectos de robótica facilitan un aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes aplican teoría a la práctica, reforzando el pensamiento crítico y la resolución de problemas. El uso de robots, como un brazo robótico, expone a los estudiantes a desafíos multidisciplinarios, que incluyen la programación y el diseño de circuitos, permitiéndoles experimentar con prototipos reales y entender el ciclo de desarrollo tecnológico.[5]



Fig 5. Educación STEAM con robótica

Beneficios Educativos de la Robótica

Nugent et al. (2009) examinan el impacto positivo que tiene la robótica educativa en el desarrollo de habilidades técnicas y sociales. Proyectos como la construcción de brazos robóticos fomentan la creatividad, la cooperación y el trabajo en equipo, lo que refuerza la motivación de los estudiantes para aprender sobre tecnología. Además, estos proyectos estimulan la curiosidad científica y proporcionan un entorno donde los estudiantes pueden ver los resultados tangibles de su aprendizaje. Los brazos robóticos son una herramienta pedagógica poderosa que permite integrar diversas áreas del conocimiento de forma dinámica y motivadora.[6]

Interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad se refiere a la integración y cooperación de múltiples disciplinas académicas para abordar problemas complejos, permitiendo una comprensión más holística y soluciones innovadoras. Este enfoque reconoce la incorporación de cuerpos teóricos y metodologías de intervención e investigación procedentes de distintos entornos de conocimiento para promover abordajes que la complejidad formativa vislumbra.[7]



Fig 6. Interdisciplinariedad.

Programación de Microcontroladores

La programación de microcontroladores implica el desarrollo de código que permite a estos dispositivos electrónicos ejecutar tareas específicas. Los microcontroladores son circuitos integrados que contienen un procesador, memoria y periféricos de entrada/salida, utilizados en sistemas embebidos para controlar funciones en dispositivos electrónicos. La programación adecuada de estos componentes es esencial para el funcionamiento de sistemas interactivos y automatizados. [8]

Democratización del Conocimiento

La democratización del conocimiento se refiere al proceso de hacer accesible la información y el saber a todas las personas, independientemente de su origen o condición socioeconómica. Este principio promueve la participación equitativa en la toma de decisiones y en la construcción de una sociedad más justa, permitiendo a todos involucrarse en procesos educativos y de gobernanza. [9]

V. METODOLOGÍA

La metodología se diseñó para abordar de manera estructurada el desarrollo del proyecto, promoviendo tanto el aprendizaje técnico como el desarrollo de competencias sociales en los estudiantes. Las actividades se organizaron en etapas secuenciales que incluyen diagnóstico, desarrollo práctico, evaluación y documentación final:

1. Diagnóstico y Planificación

Actividad 1: Análisis del estado actual

- Evaluar el contexto educativo de las medias técnicas mediante conversaciones con algunos docentes y directivos docentes de la I.E.
- Identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de intervención.

Actividad 2: Elaboración del cronograma

- Diseñar un plan de trabajo con objetivos claros para cada sesión, considerando tiempos y recursos disponibles.

Actividad 3: Diagnóstico inicial con los estudiantes

- Realizar una trivia interactiva para evaluar conocimientos previos y motivaciones hacia áreas tecnológicas.

2. Formación y Fundamentación Técnica

Actividad 4: Introducción conceptual

- Desarrollar sesiones teóricas sobre conceptos básicos: diseño CAD, fundamentos de electrónica, programación y robótica.

Actividad 5: Taller de impresión 3D

- Enseñar el uso de herramientas de diseño digital y fabricación aditiva, permitiendo a los estudiantes imprimir piezas del brazo robótico.

3. Desarrollo Práctico del Proyecto

Actividad 6: Ensamblaje del brazo robótico

- Guiar a los estudiantes en el armado de las piezas impresas, integrando componentes electrónicos y mecánicos.

Actividad 7: Programación del sistema

- Introducir teoría de programación aplicada y realizar prácticas en Arduino para desarrollar rutinas funcionales del brazo robótico.

Actividad 8: Pruebas y ajustes

- Ejecutar pruebas de funcionamiento, identificar fallos y realizar ajustes en el diseño y la programación.

4. Evaluación y Sistematización**Actividad 9: Elaboración de guía interactiva**

- Crear un manual o dar un paso a paso detallado que documente el proceso de construcción del brazo robótico para futuras implementaciones.

Actividad 10: Reflexión y evaluación del proyecto

- Organizar una sesión de retroalimentación con los estudiantes para evaluar aprendizajes y recoger sugerencias de mejora.

Actividad 11: Documentación final

- Redactar el informe técnico final, incluyendo conclusiones, aprendizajes y recomendaciones para replicar el proyecto.

Consideraciones Adicionales

- **Seguimiento continuo:** Realizar reuniones semanales con el equipo interdisciplinario para ajustar actividades y resolver problemas.
- **Uso de recursos tecnológicos:** Maximizar el aprovechamiento de herramientas como el Aula STEAM, software CAD y plataformas de programación.
- **Evaluación integral:** Diseñar instrumentos de evaluación que incluyan aspectos técnicos, habilidades blandas y motivación estudiantil.

Esta metodología permitió un enfoque integral que asegura la participación activa de los estudiantes, fomenta el aprendizaje significativo y documenta el impacto del proyecto para su futura réplica o mejora.

VI. RESULTADOS

A continuación, y a manera de resultados se describe lo realizado en la práctica social, esto de manera cronológica y con todos los detalles de la misma.

Contextualización

Ya que la UdeA contaba con participación en la comuna 1, y la temática principal del Aula STEAM de este año era el territorio, se hizo un recorrido para conocer los proyectos que se estaban llevando a cabo en la comuna con tal de determinar una posible contribución a los procesos ya existentes de la UdeA en la comunidad.

En este contexto se dio la visita a la Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo, en la que se tuvo una reunión con la coordinadora de disciplina, este encuentro dio a relucir una problemática frente a la percepción institucional acerca de sus estudiantes. La media técnica, a pesar de ser una de las más antiguas en la I.E., ha disminuido el número de aspirantes para estar en ella y por esta razón la media técnica en software no era la más sobresaliente de la institución.

En el Aula, al momento de identificar las problemáticas encontradas, se logró observar en comentarios de algunos docentes hacía los propios estudiantes, esta indicar que el problema principal es que los estudiantes no están interesados en este tipo de carreras, que no todos tienen las capacidades para llevar a cabo un proyecto propuesto por el Aula STEAM y que en algunos casos es aceptable cuestionar si vale realmente la pena dedicarse a trabajar con estudiantes que en un principio se consideran menos habilidosos que otros.

Esta postura alerta a los mismos estudiantes de ingeniería y pone en cuestión, hasta qué punto influye la percepción de maestros, coordinadores y de la institución escolar en su conjunto en las decisiones acerca del futuro de los bachilleres, y en ese caso, el aula STEAM qué puede proponer al respecto.

Por otro lado, en colaboración con los profesores de la institución nos encontramos con dos perspectivas. Una tiene que ver con el maestro de la **media técnica en software** que se animó por la nueva experiencia que tendrían sus estudiantes para afianzar conocimientos y explorar áreas

nuevas del propio saber. Mientras que el profesor de la **media técnica en electrónica**, con una mirada menos optimista puso en duda la capacidad de su grupo y propuso que sería mejor utilizar los recursos en estudiantes seleccionados. Ambos casos sitúan al proyecto en una encrucijada, como colaborar en la transformación de los estudiantes si se parte de la determinación que tiene el maestro de las capacidades de estos.

Lamentable en este caso, el segundo maestro optó por no continuar con la ejecución del proyecto. Aun así, se llegó a varias consideraciones, primero, que, si se esperaba producir un cambio en la percepción institucional, no sería suficiente llevar a la misma un proyecto a ejecutar, sino que tendría que estar involucrado el profesor como la institución misma en la planificación. Segundo, que no se puede partir de asumir la disposición de los maestros para la implementación de un nuevo proyecto, sino que más bien, se podría partir de la búsqueda de medios de transformación de los docentes, considerando en su contexto las dificultades y oportunidades encontradas para trabajar en equipo.

Basados en lo anterior, inicia la construcción de una propuesta que permita influir en:

- La forma en la que se ve a los estudiantes.
- Producir una experiencia que permita sacar a flote las propias capacidades de los estudiantes.
- Transformar la idea de que el desarrollo de software es únicamente un asunto de diseño de páginas web, ampliando su aplicación a un campo de la ingeniería.

Ya que en un principio se había propuesto el trabajo entre las medias técnicas de electrónica y software se planteó un proyecto que permitiera integrar los dos campos de acción, es por esto que se decidió el desarrollo de un brazo robótico, tanto el diseño, el ensamblado y su programación. A pesar de que, al momento de aplicar el proyecto, solo el profesor de la media técnica en software nos cedió un espacio semanal en su clase, se decidió continuar con el brazo robótico, ya que se veía el potencial que este tendría frente al interés que provocaría en los estudiantes.

Para esta propuesta, era necesario un equipo interdisciplinar que pudiera integrar tanto lo técnico como lo pedagógico, ya que se trataría de un proceso de enseñanza y aprendizaje con estudiantes de secundaria. El equipo se constituyó por:

- David, estudiante de ingeniería de control perteneciente al Aula STEAM.
- Andrés, estudiante de ingeniería eléctrica en la UdeA, en su práctica académica.
- María José, estudiante de Pedagogía en su práctica profesional.
- Alejandro, estudiante de ingeniería de control, representante del grupo de investigación Control Loop.

El objetivo sería desarrollar una serie de sesiones en las que se llevaría a cabo la construcción y programación parte por parte, con un enfoque transversal hacia la relación de los estudiantes con el estudio universitario.

Planificación

Este cronograma se diseñó para guiar las sesiones del proyecto en el grupo de la media técnica de software en grado décimo y garantizar el desarrollo de habilidades técnicas y prácticas, además de fomentar competencias como el trabajo en equipo, la interdisciplinariedad y la reflexión crítica. Para acompañar cada sesión se estructuró una guía con el objetivo de tener una ruta al momento de replicar el proyecto en ediciones posteriores.

A continuación, se describen las actividades programadas para cada sesión, los temas tratados y el propósito de los micro talleres complementarios.

Semana 1: Presentación y Diagnóstico

- **Fecha y Hora:** miércoles 02 de octubre, 11:30 a.m. - 12:30 p.m.
- **Actividad:** Iniciaremos con una introducción al proyecto, donde los participantes serán parte de una trivía interactiva para diagnosticar sus conocimientos previos. Esto permitirá generar un punto de partida y ajustar las expectativas del equipo.
- **Micro taller:** *Diseño de una investigación.* Se enfocará en enseñar los pasos para crear un diseño de investigación adecuado al contexto del proyecto.

- **Objetivo:** Asegurar que los estudiantes comprendan el propósito del proyecto y tengan las herramientas iniciales para diseñar investigaciones dentro del marco técnico del brazo robótico.

Semana 2: Fundamentación

- **Fecha y Hora:** viernes 18 de octubre, 4:30 p.m. - 6:20 p.m. (dos sesiones).
- **Actividad:** Se introducirá el marco teórico necesario para el proyecto. Se entregará una guía para que los estudiantes aprendan a tomar apuntes de manera clara y organizada durante las clases teóricas.
- **Micro taller:** *Tomar apuntes.* Este espacio se centrará en fortalecer las habilidades de organización y registro de información, útiles para el trabajo técnico.
- **Objetivo:** Asegurar que los participantes comprendan los conceptos básicos necesarios para desarrollar el proyecto y mejoren sus habilidades de aprendizaje autónomo.

Semana 3: Ensamblado

- **Fecha y Hora:** viernes 25 de octubre, 4:30 p.m. - 6:20 p.m. (dos sesiones).
- **Actividad:** Taller práctico en el Aula STEAM, donde los estudiantes aprenderán a usar herramientas de diseño e impresión 3D para crear componentes del brazo robótico.
- **Micro taller:** *Accesibilidad en el conocimiento.* Este espacio reflexiona sobre cómo democratizar el acceso a recursos técnicos y fomentar el uso compartido de herramientas.
- **Objetivo:** Desarrollar habilidades prácticas mediante el uso de tecnologías modernas y facilitar la comprensión del diseño y fabricación de componentes.

Semana 4: Ensamblado y Socialización

- **Fecha y Hora:** lunes 28 de octubre, 3:40 p.m. - 5:20 p.m.
- **Actividad:** Ensamble del brazo robótico con la colaboración de estudiantes universitarios y de media técnica. Esta actividad busca incentivar el trabajo en equipo y la conexión entre diferentes niveles educativos.
- **Micro taller:** *Trabajo en equipo.* Promueve la importancia de la colaboración para el éxito en proyectos interdisciplinarios.

- **Objetivo:** Fomentar el interés en las carreras tecnológicas y la ingeniería mediante una experiencia colaborativa significativa.

Semana 5: Programación Paso a Paso

- **Fecha y Hora:** viernes 08 de noviembre, 4:30 p.m. - 6:20 p.m. (dos sesiones).
- **Actividad:** Introducción a los conceptos básicos de programación y desarrollo de rutinas simples siguiendo una metodología práctica y guiada.
- **Micro taller:** *La interdisciplinariedad en la ingeniería.* Reflexiona sobre cómo las distintas áreas del conocimiento convergen en proyectos tecnológicos.
- **Objetivo:** Enseñar programación básica de manera práctica, resaltando su aplicación dentro de un enfoque interdisciplinario.

Semana 6: Programación y Montaje Final

- **Fecha y Hora:** miércoles 13 de noviembre, 11:30 a.m. - 12:30 p.m.
- **Actividad:** Finalización del montaje del brazo robótico y programación de rutinas más complejas.
- **Micro taller:** *Autopercepción.* Se abordará cómo las habilidades técnicas y personales como la paciencia y la creatividad son esenciales para el desarrollo de proyectos.
- **Objetivo:** Consolidar las habilidades de programación y fomentar la confianza de los estudiantes en sus capacidades técnicas y creativas.

Semana 7: Cierre

- **Fecha y Hora:** miércoles 20 de noviembre, 11:30 a.m. - 12:30 p.m.
- **Actividad:** Reflexión y socialización de las experiencias y aprendizajes obtenidos. Se enseñarán los componentes clave de un reporte técnico para documentar el proyecto.
- **Micro taller:** *Componentes de un reporte técnico.* Este espacio guiará a los estudiantes en la redacción y documentación de sus resultados de manera profesional.
- **Objetivo:** Brindar a los participantes herramientas para cerrar proyectos de manera adecuada y reflexionar sobre el impacto de la experiencia en su desarrollo personal y académico.

Desarrollo

Debido a las problemáticas encontradas, el calendario institucional y los propios recursos del Aula STEAM para el proyecto, se resuelve hacer cinco sesiones únicamente, con la mira de poder darle continuidad el próximo año al mismo.

Se realizaron cinco sesiones que se pueden visualizar en las guías elaboradas para cada una de estas, de manera secuencial se presentan las guías en donde está toda la información de cada uno de los talleres realizados.

Tabla 1. Guía para la sesión #1.

Formato de planeación de actividades Taller Brazo Robótico					
DATOS GENERALES					
Dependencia	Aula STEAM				
Programa	Barbie Ingeniera de Control				
Sesión	1	Tema	Introducción proyecto		
Equipo	Andrés, David, María José, Alejandro				
Fecha	2 de octubre				
Hora de inicio	11:30	Hora de finalización	12:30	Duración	45 minutos
Lugar	Antonio Derka Santo Domingo				
OBJETIVO DE LA SESIÓN					
Adquirir una comprensión inicial del proyecto mediante una presentación y diagnóstico, y demostrando sus conocimientos previos sobre el tema a través de una trivía interactiva. Posteriormente, se aprenderán nociones para diseñar una investigación adecuada al contexto del proyecto					
DESARROLLO					
Actividades	Objetivo	Descripción		Materiales	
1 Presentación: Grupo e investigación	Presentar a los estudiantes el equipo de trabajo, invitando al grupo a participar de nuestra investigación por	Se va a presentar al grupo de trabajo (UdeA y UNAL), se van a hacer preguntas al grupo como ¿Cuál es su interés en la media técnica? ¿con que		Video del brazo robótico	

		<p>medio de observaciones y recomendaciones de la ejecución de cada sesión</p>	<p>propósito empezaron el programa? ¿Qué tal les ha parecido hasta ahora? Se va a invitar a los estudiantes y al profe a ser parte de la construcción de este programa con tal de llevarlo a más estudiantes en el futuro. Finalmente se mostrará un video corto del brazo robótico en acción</p>	
2	<p>Actividad: Trivia de conocimientos</p>	<p>Crear una dinámica de trabajo en equipo, de la que se pueda reconocer el estado de conocimientos y disposición del grupo</p>	<p>Se va a separar el grupo en 6 equipos de 6 estudiantes los cuales se pondrán cada uno en mesa redonda (se les entrega una hoja en la que le ponen un nombre al equipo y los respectivos nombres de los integrantes), se proyectarán las preguntas en la pantalla y el grupo que levante la mano primero tendrá la palabra para responder, se sumará un punto por pregunta hasta que termine la ronda y se defina un equipo ganador. Finalmente se va pedir a cada grupo que proponga un nombre para el proyecto que se está desarrollando con ellos.</p>	<p>trivia de preguntas, video beam</p>
3	<p>Micro taller: Diseño de una investigación</p>	<p>Realizar una propuesta de diseño de investigación para que el grupo se familiarice con la investigación universitaria y su importancia según contextos variados</p>	<p>Se presentará un formato de diseño de investigación, para que se construya una propuesta por grupo a lo largo del proyecto, dando diferentes nociones de lo que es una investigación, para que sirva y por qué toca diseñarla</p>	<p>Guía de investigación</p>

EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

1	¿Se presentó el proyecto como un programa del que los estudiantes van a hacer parte como creadores, observadores y evaluadores?
2	¿Se completó la trivia con tal de que se pueda partir de la información recopilada para crear el temario de la próxima clase?
3	¿Se conectó el proyecto con la idea de diseño de investigación?
OBSERVACIONES	
<p>Asistencia: Aunque solo dos integrantes del equipo del brazo robótico estuvieron presentes, el apoyo de los funcionarios del aula STEAM y la vicerrectoría fue valioso. Para futuras sesiones, sería beneficioso que todos los participantes estuvieran alineados con la preparación previa para maximizar su impacto.</p> <p>Presentación del Proyecto: Si bien el objetivo era que los estudiantes se sintieran parte del equipo, en algunas ocasiones se percibieron mensajes sobre comportamientos que pueden haber afectado la motivación. Fomentar un enfoque más positivo ayudará a crear un ambiente más colaborativo y entusiasta.</p> <p>Trivia: La trivia fue una buena iniciativa, aunque se interrumpió en algunas ocasiones. Para mejorar, se podría establecer un protocolo que permita a los estudiantes tener más espacio para participar activamente y disfrutar de la dinámica.</p> <p>Diseño de Investigación: Se identificó una oportunidad para conectar más claramente el diseño de investigación con el proyecto. Dedicar tiempo a explicar esta relación puede fortalecer la comprensión y el compromiso de los estudiantes.</p> <p>Aspectos Positivos: A pesar de los desafíos, fue inspirador ver el interés genuino de los estudiantes en la ingeniería y su disposición para participar. El salón contaba con los materiales necesarios, y la conexión entre el equipo y los estudiantes fue muy positiva.</p>	

Tabla 2. Guía para la sesión #2.

Formato de planeación de actividades Taller Brazo Robótico			
DATOS GENERALES			
Dependencia	Aula STEAM		
Programa	Barbie Ingeniera de Control		
Sesión	2	Tema	Conceptos básicos, lo que sí o sí se debe saber

Equipo	Estudiantes Control Loop, Andrés, David, María José, Alejandro				
Fecha	18 octubre 2024				
Hora de inicio	4:35	Hora de finalización	6:20	Duración	2h
Lugar	Antonio Derka Santo Domingo				
OBJETIVO DE LA SESIÓN					
<p>Conocer los conceptos básicos que necesitan saber para dar inicio al proyecto. Para ayudarles a hacerlo, recibirán una guía para tomar apuntes. Durante la clase teórica, los estudiantes tendrán el reto de usar esta guía para tomar sus propios apuntes, lo que les ayudará a aprender a organizar y registrar la información de manera clara y efectiva.</p>					
DESARROLLO					
Actividades	Objetivo	Descripción		Materiales	
1 Presentación del grupo estudiantil CONTROL LOOP	Conocer el equipo completo que desarrollaría el proyecto del brazo robótico en el colegio, esto para más acercamiento con estudiantes de media técnica.	Se hace una breve introducción al grupo estudiantil, dirigido por Alejandro en el que se presentan los objetivos, y trabajos hechos por ellos		N/A	
2 Taller de fundamentación dirigido por Control Loop	Explorar conceptos de la electrónica con tal de fortalecer los fundamentos necesarios en el armado del brazo	Se presentan conceptos tales como la ley de Ohm, en la que se relacionan el voltaje la corriente y la resistencia, importantes para la construcción del brazo mecánico		Presentación Power point, video beam	
3 Demostración con protoboard	Promover el interés en los estudiantes al ser capaces de reconocer la teoría estudiada en un ejemplo práctico aplicado	Se separa el aula en grupos en los que se asigna una protoboard, resistencias, pulsador y una luz led a los estudiantes, guiando el proceso para que puedan		protoboard, resistencias, pulsador, luz led	

		ver como la teoría se da en la práctica.	
EVALUACIÓN DE OBJETIVOS			
1	¿Dio a conocer el grupo estudiantil, su lugar en la universidad y la tarea de los ingenieros de control que participan en este?		
2	¿Se proporcionó la información necesaria para comprender las funciones eléctricas del brazo robótico?		
3	¿Se realizó una actividad práctica con tal de que los estudiantes se conecten con la teoría?		
OBSERVACIONES			
<p>La sesión se desarrolló en el aula de clase con el acompañamiento de Alejandro como integrante de Control Loop, en un principio se decidió no aplicar el ejercicio de toma de apuntes por lo que la planeación estaba direccionada a un taller práctico, sin embargo, se considera que, si se repite esta sesión, la explicación se da para desarrollar el ejercicio de toma de apuntes.</p> <p>Tanto los estudiantes como el equipo de trabajo y el profesor tuvieron la oportunidad de explorar nuevos conocimientos, es notable el interés de algunos estudiantes dada la disposición a hacer preguntas y participar de la actividad. Así pues, se considera una experiencia enriquecedora que abre las puertas a las sesiones que vienen de aquí en adelante.</p> <p>Se realizó una actividad práctica en donde los estudiantes pudieron conocer una protoboard, leds y pulsadores y con los mismos hacer un montaje de inicialización electrónica; esta actividad despertó el interés de muchos estudiantes y con la misma pudieron conectar la práctica con la teoría.</p>			



Fig 7. Taller de fundamentación.

Tabla 3. Guía para la sesión #3.

Formato de planeación de actividades Taller Brazo Robótico			
DATOS GENERALES			
Dependencia	Aula STEAM		
Programa	Barbie Ingeniera de Control		
Sesión	3	Tema	Taller impresión 3D
Equipo	Victor Posada (Aula STEAM), David Gil, María José Ordoñez		
Fecha	25 de octubre		
Hora de inicio	9:00	Hora de finalización	1:00
			4h
Lugar	Aula STEAM		
OBJETIVOS DE LA SESIÓN			
Los estudiantes aprenderán a utilizar los materiales y recursos disponibles en el aula STEAM para crear sus propios diseños, conocerán la universidad y a diferentes estudiantes que les proporcionarán experiencias para provocar el interés hacia los estudios universitarios.			
DESARROLLO			
Actividades	Objetivos	Descripción	Materiales

1	Introducción al aula STEAM	Dar a conocer al grupo de estudiantes de media técnica y profesor del curso, el lugar en donde se desarrolló la iniciativa del proyecto, el brazo robótico y se formalizó este proyecto.	Julio y Valentina dan la introducción al AULA STEAM Sonny Jimenez, compartiendo el contexto de su creación y función social en la universidad, Víctor y David acompañan un recorrido por el Aula, dando a conocer los diferentes elementos, artefactos y trabajos que se desarrollan ahí, se hace una demostración del brazo robótico y del dron.	Pantalla táctil, elementos aula STEAM
2	Explicación Generalidades impresión 3D	Mostrar al grupo de estudiantes cómo se pueden imprimir piezas en 3 dimensiones y cómo se imprimen todos los elementos para el ensamblado del brazo robótico.	Víctor realiza una capacitación acerca del funcionamiento y características de la impresión en 3D, usos y funciones que se le da en el aula	Pantalla táctil
3	Armado y desarmado de la impresora	Ver todas las partes que tiene una impresora 3D, explicación del para qué sirven cada una y mostrar cómo poder armarla de nuevo (poner en práctica a los estudiantes)	Se hace una demostración en la que los estudiantes trabajan como colaboradores, armando y desarmando las piezas de una impresora 3D	Impresora 3D
4	Configuración del software	Explicación de cómo se debe configurar o programar una impresora 3D para lograr sacar piezas y el adecuado uso de una impresora 3D.	Ya que se tienen conocimientos acerca de equipo de impresión, se explora con los estudiantes la manera en la que funciona el software que permite las impresiones	Computador, pantalla táctil
5	Trivia de Conocimientos	Poner a prueba todos los conocimientos compartidos en el taller, identificar falencias y reforzar conceptos con respecto a todo lo relacionado con la impresora 3D y demás	Se propone una trivia de conocimientos en quices en la que los estudiantes se conectan desde sus dispositivos (importante tener Wifi en el Aula) para hacer un juego de trivia, los ganadores pueden	Wifi, trivia

	elementos mostrados y explicados del Aula STEAM	pedir una figura en 3D, que se les entregará al final del programa.		
6	Refrigerio	Compartir un espacio de socialización de las experiencias con los estudiantes y el equipo del brazo robótico	El grupo se dirige a la zona del "rayadero" en la que se comparte el refrigerio en un espacio de diálogo entre los estudiantes, el profesor y los integrantes del equipo.	Refrigerios
7	Recorrido por la institución	Conocer los diferentes escenarios de la universidad, provocando preguntas acerca de la cotidianidad estudiantil en el campus	Se hace un recorrido en la universidad, llevando a los estudiantes a la feria de grupos estudiantiles, acá tienen la oportunidad de explorar diferentes carreras y acercarse a la cotidianidad universitaria	N/A

EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

- 1 ¿Se presento al aula, su función social y sus equipos tecnológicos de manera comprensiva?
- 2 ¿Se completó la capacitación con tal de que los estudiantes obtuvieran una mirada panorámica del proceso de impresión en 3D?
- 3 ¿Se dio a conocer la universidad a través del recorrido por el aula y el campus?

OBSERVACIONES

Se cumplieron a cabalidad las expectativas de la sesión, tanto el profesor como los estudiantes fueron receptivos con respecto a las diferentes actividades propuestas, mostrando entusiasmo a través de la atención y las preguntas. Fue un día favorable en el que se pudieron complementar las actividades dado que había una feria estudiantil que permitió que los estudiantes del colegio pudieran conocer la experiencia de los diferentes estudiantes en programas de pregrado de la universidad. Una recomendación es asegurar la disponibilidad de wifi en el aula ya que no todos los estudiantes cuentan con datos en sus dispositivos.



Fig 8. Taller impresión 3D.

Tabla 4. Guía para la sesión #4.

Formato de planeación de actividades Taller Brazo Robótico				
DATOS GENERALES				
Dependencia	Aula STEAM			
Programa	Barbie Ingeniera de Control			
Sesión	4	Tema	Taller de ensamblaje	
Equipo	Equipo control Loop, Andrés, María José, Alejandro			
Fecha	15 de noviembre			
Hora de inicio	12:30	Hora de finalización	2:00	1:30h
Lugar	Antonio Derka Santo Domingo			
OBJETIVOS DE LA SESIÓN				
La actividad brindará a los estudiantes de media técnica la oportunidad de conocer y socializar con los estudiantes universitarios, lo que ayudará a despertar su interés en el estudio de la ingeniería y en posibles carreras tecnológicas.				
DESARROLLO				
Actividades	Descripción		Objetivo	Materiales

1	Introducción y división de grupos	Se introduce al grupo de Control Loop, luego se divide el grupo en seis equipos en el que cada uno está acompañado por un estudiante de control loop	Conocer el grupo de estudiantes que ayudarán con el ensamble del brazo y mostrar un brazo robótico ya armado y funcionando.	N/A
2	Reconocimiento de guía de ensamble y materiales	Se familiarizan los estudiantes con la guía y los materiales	Dar a conocer todos los elementos necesarios para armar el brazo robótico.	Guía, kit brazo robótico
3	Fase 1 de ensamblado	Se da inicio a la primera parte del ensamblaje que es la parte estructural	Junto con estudiantes de ingeniería ensamblar el brazo robótico basándose en el manual previamente reconocido.	Guía, kit brazo robótico

EVALUACIÓN DE OBJETIVOS

- 1 ¿Se logró establecer el trabajo en equipo entre los estudiantes de control loop y la media técnica?
- 2 ¿Se aplicó la guía de manera comprensiva para su uso en el aula?
- 3 ¿Se logró llevar a cabo el armado de la primera fase?

OBSERVACIONES

La guía fue comprensible y fácil de utilizar, aun así, es necesario hacerle algunas correcciones de acuerdo a los kits finales del brazo, haciéndola además más específica dado que los estudiantes empiezan desde cero en su construcción.

El acompañamiento del equipo facilitó el ensamblado a lo largo de la sesión.

Se logró conectar con los estudiantes, resaltando que es un proyecto cuya aplicación es posible en diferentes públicos sin que se tenga un mayor conocimiento previo.

Se notaba que había estudiantes muy animados. Dando la posibilidad de fortalecer el trabajo en equipo y la autonomía.

Se enfatiza en problematizar el manejo del lenguaje técnico, con tal de poder facilitar la comprensión de los estudiantes que no están familiarizados con estas experiencias.

Se recomienda la paciencia dado que no todo el grupo va a estar interesado a lo largo de la sesión, en este caso es importante que la participación se haga de forma diversa.



Fig 9. Taller ensamble brazo robótico.

Tabla 5. Guía para la sesión #5.

Formato de planeación de actividades Taller Brazo Robótico			
DATOS GENERALES			
Dependencia	Aula STEAM		
Programa	Barbie Ingeniera de Control		
Sesión	5	Tema	Socialización final
Equipo	Andrés, David, María José		
Fecha	22 de noviembre		
Hora de inicio	12:30	Hora de finalización	2:00
Lugar	Antonio Derka Santo Domingo		
OBJETIVOS DE LA SESIÓN			
Reflexionar sobre el proyecto completado y socializar las experiencias y aprendizajes obtenidos. Aprender a cerrar un proyecto de manera adecuada, destacando los componentes clave de un reporte técnico para documentar el trabajo realizado y evaluar los resultados.			

DESARROLLO			
Actividades	Descripción	Objetivos	Materiales
1 Despedida y cierre	Se da un agradecimiento a los estudiantes por su interés y participación, animándolos a seguir informándose y participando del proyecto el próximo semestre, se hace también un registro fotográfico con el grupo y se entregan las figuras de los ganadores de la trivia del Aula STEAM	Agradecimiento al grupo por su acogida, proyectar los talleres para el año entrante y dar una despedida de las personas que no continúan con este proyecto el año siguiente.	Figuras impresas en 3D
2 Chismográfico	Se plantea llenar el "chismográfico" que tiene preguntas acerca de las experiencias y observaciones de los estudiantes, animándolos a situarse de una manera crítica frente al desarrollo del proyecto	Recibir una retroalimentación de todo el proceso compartido, esto de una manera interactiva con los estudiantes.	Block o cuaderno, esferos
3 Sesión de preguntas y respuestas	Se establece un espacio abierto para que los estudiantes de la media técnica hagan preguntas acerca de las carreras en ingeniería, exámenes de ingreso, cotidianidad, recursos para la universidad, entre otros	Interactuar más abiertamente con el grupo de media técnica sobre temas de interés de todos, ingreso a la universidad pública y demás.	N/A
EVALUACIÓN DE OBJETIVOS			
¿Se logró generar interés y entusiasmo en los estudiantes para participar en los talleres proyectados para el próximo año?			
¿La dinámica permitió identificar áreas de mejora y fortalezas en el desarrollo del proyecto?			
¿Se dio la posibilidad de expresar dudas, inquietudes o comentarios con relación al proyecto y el camino a la universidad?			
OBSERVACIONES			

Fue muy valioso el chismografo ya que dio la oportunidad de que los estudiantes hicieran aportes a las oportunidades de mejora del proyecto al igual que se dio la posibilidad de destacar lo bueno que se realizó lo que más les gusto durante el proceso. En este punto, ya que era el cierre de año y la semana de recuperaciones, el salón se vio con la atención dispersa, es importante pensar en un cronograma que permita la ejecución del proyecto antes de las fechas importantes de cierre de periodo del colegio.

Se tuvo la oportunidad de interactuar de una manera más abierta con los estudiantes sobre diversos temas de interés no enfocados al proyecto, se pudo hablar de accesibilidad a la educación superior, ingreso a las universidades pública, enfoques de diversas carreras profesionales, entre otros que el grupo de media técnica mostró interés.



Fig 10. Taller de finalización.

Oportunidades de mejora

Gestión del tiempo

- Es esencial optimizar el tiempo asignado para las sesiones, asegurándose de que todas las actividades planeadas se realicen dentro del marco estipulado. Para lograr esto, es necesario revisar los cronogramas y priorizar las tareas más relevantes en cada sesión.
- Una de las principales áreas de mejora es alinear el cronograma del proyecto con el calendario académico de la institución educativa. En esta ocasión, algunas actividades coincidieron con periodos de evaluación, lo que afectó la disponibilidad y concentración de los estudiantes. Para evitar este problema, se recomienda programar el proyecto en épocas del año más óptimas, como después de los periodos de exámenes o en momentos de menor carga académica. Esto permitirá una mayor participación y compromiso de los estudiantes.

Sensibilización con los profesores

- Reconocer que el interés de los docentes no siempre será un punto de partida ideal. Se podría trabajar en estrategias para sensibilizar y motivar a los profesores, destacando cómo el proyecto beneficia directamente a los estudiantes y conecta con los objetivos institucionales.

Interacción con el Aula STEAM

- Aprovechar más las oportunidades que ofrece el Aula STEAM mediante una mayor integración de sus recursos y tecnologías en las actividades. Esto podría incluir visitas adicionales, formación específica en el uso de herramientas y seguimiento más estrecho con el personal del Aula.

Intencionalidad en la relación con la universidad

- Ser más estratégicos en la manera en que se vincula a los estudiantes con la universidad, reforzando el propósito de los micro talleres como puente hacia la educación superior. Esto podría implicar una mayor participación de los universitarios en la motivación y mentoría de los estudiantes de la media técnica.

Lecciones aprendidas

Potenciar el interés intrínseco de los estudiantes

- Durante las sesiones, quedó claro que muchos estudiantes ya muestran un interés natural por la tecnología y la ingeniería. Este entusiasmo puede ser aprovechado y canalizado para que las actividades sean más atractivas y significativas. Personalizar las sesiones según sus intereses y curiosidades puede generar un mayor impacto.

Planificación y acuerdos previos con el equipo

- La planificación anticipada y los acuerdos claros entre los miembros del equipo son fundamentales para garantizar el éxito de cada sesión. Esta práctica permite ajustar roles, prever necesidades logísticas y evitar contratiempos durante la implementación.

Fortalecimiento de la organización en las sesiones

- La importancia de coordinar cada sesión con precisión, asegurándose de que los materiales estén preparados y que las actividades fluyan de manera ordenada. Una estructura clara permite que tanto los estudiantes como los facilitadores se mantengan enfocados en los objetivos planteados.




Estas oportunidades de mejora y lecciones aprendidas refuerzan la importancia de la planificación estratégica, el trabajo colaborativo y el aprovechamiento de recursos disponibles para garantizar el éxito del proyecto y maximizar el impacto en los estudiantes y docentes involucrados.

Manual de armado y programación brazo robótico MK2

En el marco de las práctica y desarrollo del proyecto, se utilizó como guía el *Manual de Ensamblaje y Programación del Brazo Robótico MK2*, desarrollado por el grupo estudiantil ControlLoop de la Universidad Nacional de Colombia, en colaboración con el Aula STEAM de la misma institución. Este manual, del que fue extraída la información adjunta en este informe, fue empleado como base técnica para el montaje, configuración y programación del brazo robótico durante el desarrollo de las prácticas.

La elección de este recurso no solo permitió llevar a cabo las actividades planificadas de manera estructurada, sino que también destaca el valor del trabajo colaborativo realizado por estudiantes en proyectos aplicados a la ingeniería y la robótica. Su inclusión en este informe busca además servir como referencia para futuras implementaciones y proyectos relacionados en el ámbito académico o profesional

Tabla 6. Materiales necesarios para armado del brazo robótico

Material	Cantidad	Imagen
Arduino UNO con su cable USB tipo B	1	
Servomotores MG90S 4.8v-6v con sus respectivas coronas y tornillos	4	
Potenciómetros 100k Ω	4	

<p>Protoboard</p>	<p>1</p>	
<p>Adaptador 5V 1A</p>	<p>1</p>	
<p>Tornillos de estrella M3 x 16mm</p>	<p>4</p>	
<p>Tornillo metálico cabeza plana M3 x 18mm</p>	<p>1</p>	
<p>Tornillos goloso cabeza plana M3 x 12mm</p>	<p>8</p>	
<p>Tuerca metálica M3</p>	<p>1</p>	




<p>Cables de conexión macho-hembra</p>	<p>10</p>	
<p>Cables de conexión macho-macho</p>	<p>10</p>	
<p>Destornillador de estrella</p>	<p>1</p>	
<p>Kit de piezas impresas en 3D</p>	<p>1</p>	



Fig 11. Kit de elementos completo.

- Armado mecánico.

Antes de comenzar con el montaje, realiza una verificación de todos los materiales del kit del brazo robótico, observa si se encuentran en buen estado o si falta algún componente de la lista anterior, familiarízate con estos componentes e Identifica cada parte y comprende su función en el sistema.



Fig 12. Brazo robótico con sus partes.

1. Ensamble base del brazo

- Fije el servomotor a la base con dos tornillos M3 x 12 mm.
- Coloque la corona del servo en el eje y asegúrela con el tornillo central.

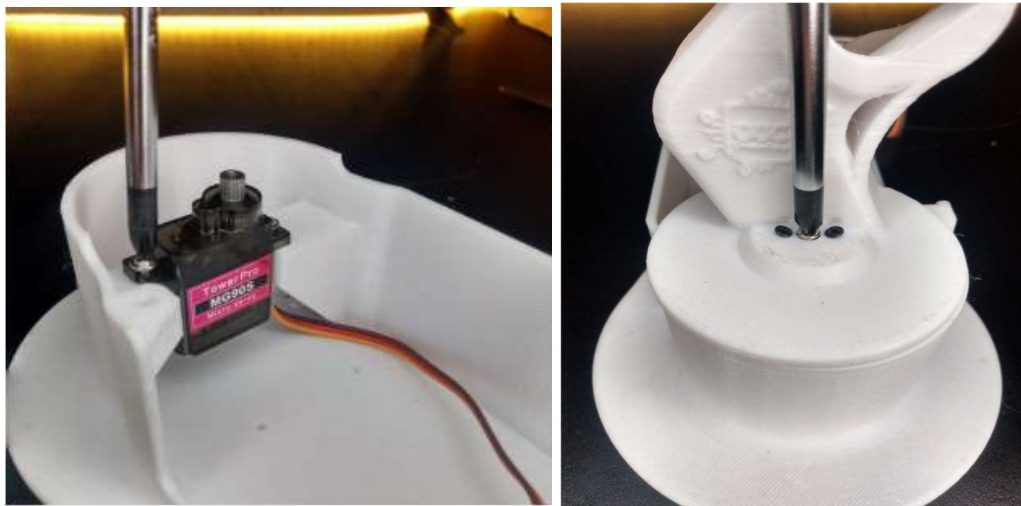


Fig 13. Ensamble de la base.

2. Montaje del Hombro

- Inserte el servomotor en la pieza del hombro.
- Fije el servo con los tornillos y asegúrese de que el cable no quede atrapado.

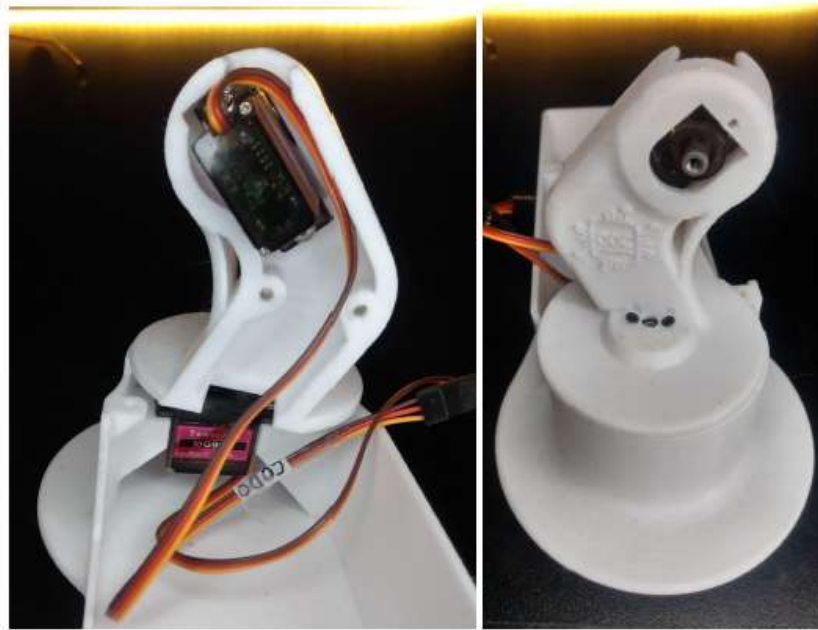


Fig 14. Hombro ensamblado.

3. Ensamblaje del Codo y Antebrazo

- Coloque la corona del servo en el codo y fíjela con los tornillos.
- Una las piezas del codo y el antebrazo utilizando tres tornillos M3.



Fig 15. Codo y antebrazo.

4. Montaje de la garra

- Inserte el servo del gripper en la pieza correspondiente.
- Fije la garra al antebrazo asegurándose de pasar los cables por los orificios.

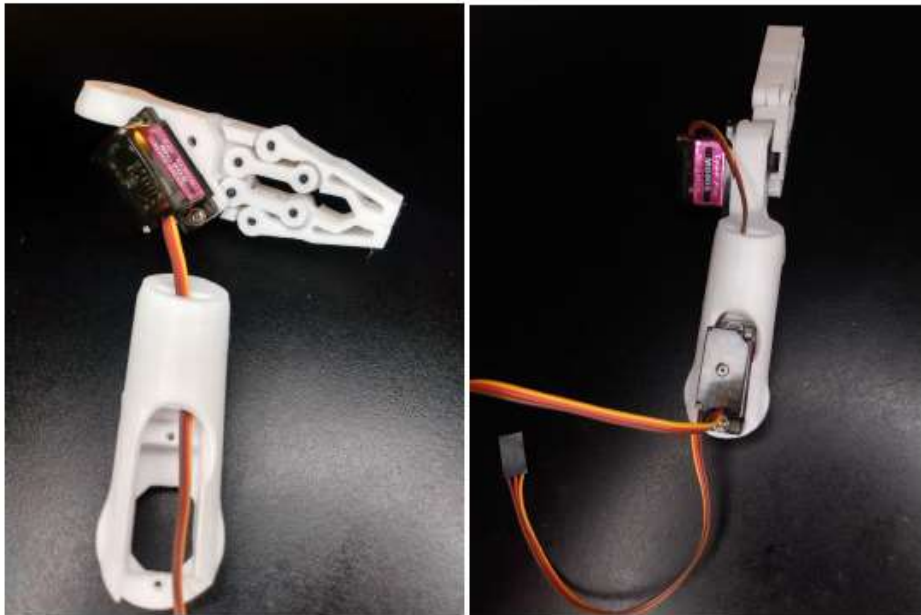


Fig 16. Garra y antebrazo.

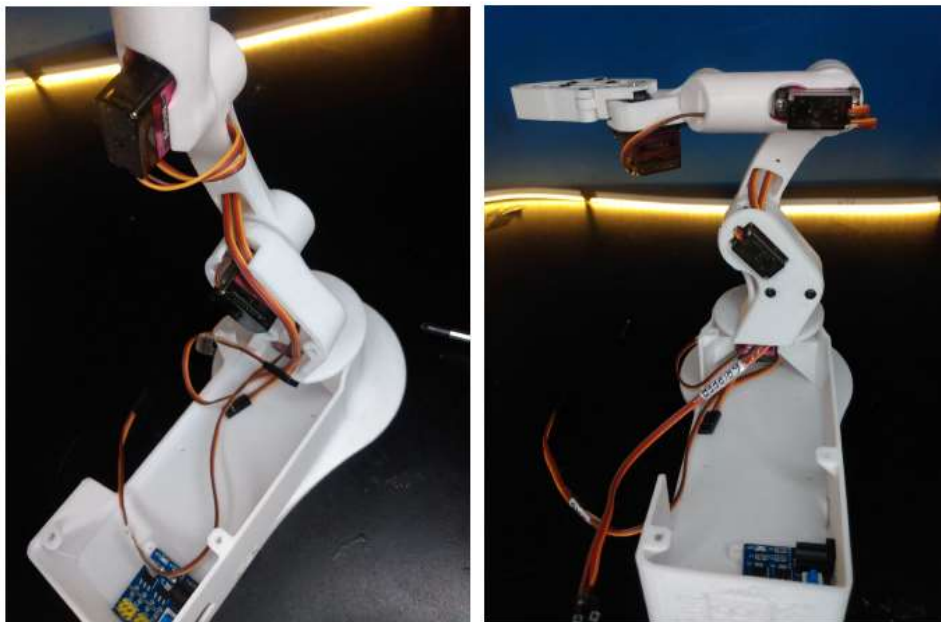


Fig 17. Brazo armado.

- Montaje eléctrico

1. Servomotores

- Pines de señal: Digitales 3, 5, 6, 9.
- Alimentación: Fuente externa de 5V.

2. Potenciómetros

- Terminal central: Entradas analógicas A2, A3, A4, A5.
- Terminales laterales: 5V y GND.

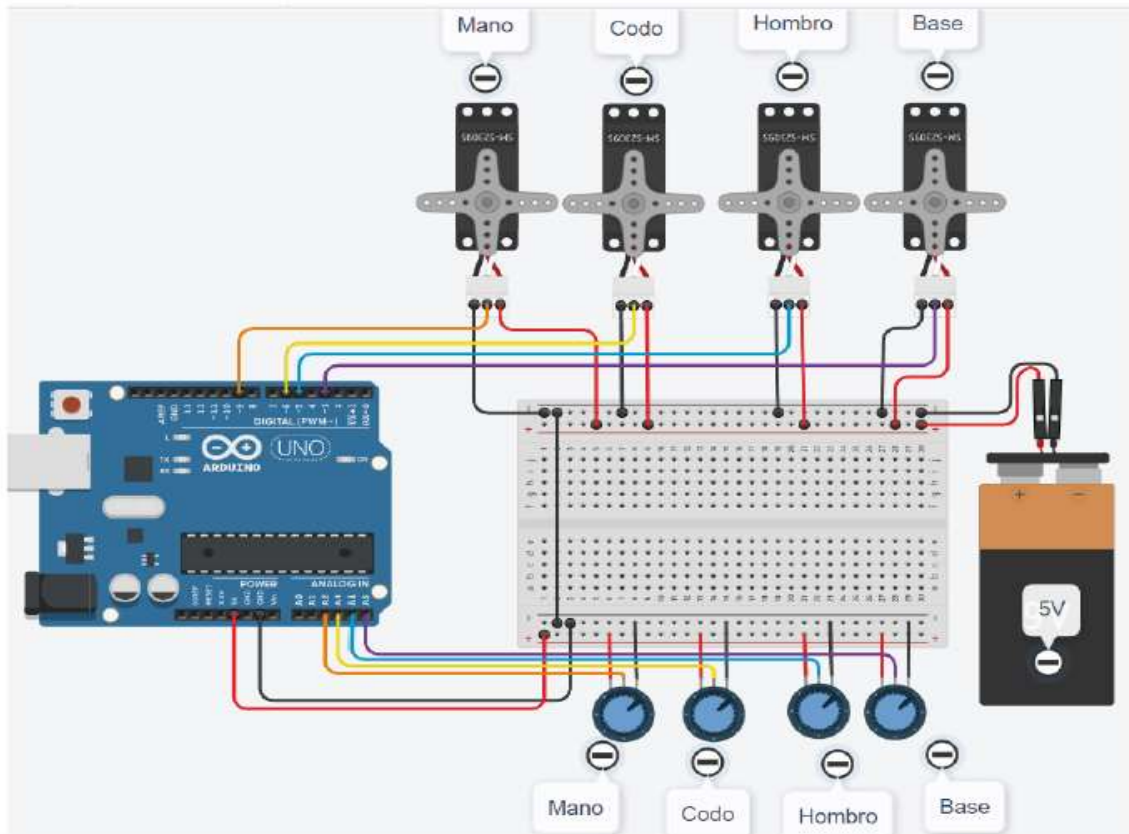


Fig 18. Diagrama de conexión eléctrico.

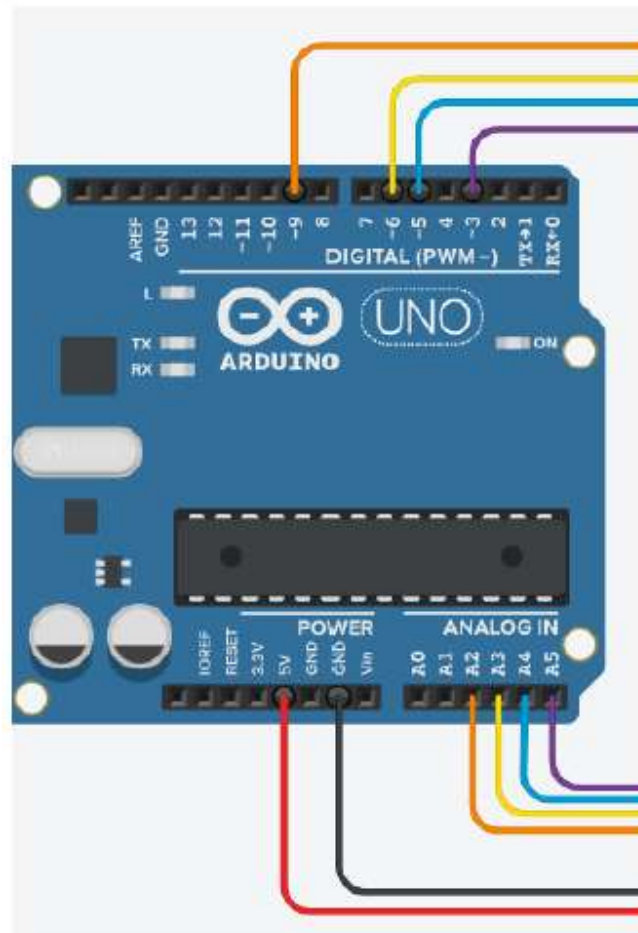


Fig 19. Acercamiento conexiones.

- Código de programación

```
// Incluir librerias
#include <Servo.h>           // Librería para controlar los servos
#include <SoftwareSerial.h>  // Librería para el módulo Bluetooth
SoftwareSerial Bluetooth(2, 4); // TX, RX

// Instancias - MOTORES           // NOTA: Una instancia es como crear una
función para un motor para poderlo controlar usando la librería.
Servo servo1; // BASE - [s1]
Servo servo2; // ServoA - [s2] MUÑECA
Servo servo4; // ServoB - [s3] CODO
Servo servo7; // GRIPPER - [s4]

// Velocidad de los Servo - CALCULAR!!!
```

```
int s1Vel = 15; // BASE
int s2Vel = 15; // ServoA           ESTE ES EL DE ARRIBA. ES LA MUÑECA
int s4Vel = 15; // ServoB           ESTE ES EL DE ABAJO. ES EL CODO
int s7Vel = 15; // GRIPPER (Pinza)

// Declaración de variables
int s1Act,s2Act,s4Act,s7Act; // Posición ACTUAL de los servos
int s1Ant,s2Ant,s4Ant,s7Ant; // Posición ANTERIOR de los servos
int s1[50],s2[50],s4[50],s7[50]; // Matrices para almacenar las posiciones de
cada servo
String bt,btS; // Variables tipo "cadenas de texto" para la recepción de
información del módulo Bluetooth (HC05 / HC06)

int velG=15; // Se usa esta variable en el: MODO AUTOMÁTICO - Es la velocidad
establecida desde la aplicación Android
int index=0; // Se usa esta variable en el: MODO AUTOMÁTICO

// CONDICIONES INICIALES DE ARRANQUE - ESTO SOLO SE CORRE UNA VEZ (AL INICIAR EL
ARDUINO)
void setup(){
  // Inicialización del Monitor Serial y del Bluetooth a 9600 Baudios
  Serial.begin(9600);
  Bluetooth.begin(9600);

  // Tiempo de espera, en milisegundos, para esperar información desde el
monitor Serial
  Bluetooth.setTimeout(10);

  // Conexiones físicas (pines)
  servo1.attach(3); // Pin de la conexión física del servo de: BASE
  servo2.attach(6); // Pin de la conexión física del servo de: ServoA
  servo4.attach(5); // Pin de la conexión física del servo de: ServoB
  servo7.attach(9); // Pin de la conexión física del servo de: GRIPPER

  // CONDICIONES INICIALES DE ARRANQUE:
  // BASE
  s1Ant=0; // Posición, en grados, del servo
  servo1.write(s1Ant); // Envío de la posición al servo con:
NombreInstancia.write()

  // ServoA ESTE ES EL DE ARRIBA. ES LA MUÑECA
  s2Ant=0;
  servo2.write(s2Ant);

  // ServoB ESTE ES EL DE ABAJO. ES EL CODO
```



```
// ++++++ | ServoA |
+++++
if(bt.startsWith("s2")){
  btS = bt.substring(2, bt.length());
  s2Act = btS.toInt();
  if(s2Ant > s2Act){
    for(int j=s2Ant; j>=s2Act; j--){
      servo2.write(j);
      delay(s2Vel);}}
  else{
    for(int j=s2Ant; j<=s2Act; j++){
      servo2.write(j);
      delay(s2Vel);}}

  s2Ant = s2Act;}

// ++++++ | ServoB |
+++++
if(bt.startsWith("s4")){
  btS = bt.substring(2, bt.length());
  s4Act = btS.toInt();

  if(s4Ant > s4Act){
    for(int j=s4Ant; j>=s4Act; j--){
      servo4.write(j);
      delay(s4Vel);}}
  else{
    for(int j=s4Ant; j<=s4Act; j++){
      servo4.write(j);
      delay(s4Vel);}}

  s4Ant = s4Act;}

// ++++++ | GRIPPER |
+++++
if(bt.startsWith("s7")){
  btS = bt.substring(2, bt.length());
  s7Act = btS.toInt();

  if(s7Ant > s7Act){
    for(int j=s7Ant; j>=s7Act; j--){
      servo7.write(j);
      delay(s7Vel);}}
  else{
```

```

        for(int j=s7Ant; j<=s7Act; j++){
            servo7.write(j);
            delay(s7Vel);}}

s7Ant = s7Act;}

// ++++++ | MODO AUTOMÁTICO |
+++++
// Se guardan las posiciones desde la aplicaicón Android con el botón
"SAVE" y al presionar "COMENZAR" se inicia la rutina guardada,
//este es el modo automático

// ++++++ | SAVE |
+++++
if(bt.startsWith("SAVE")){
    s1[index]= s1Ant;
    s2[index]= s2Ant;
    s4[index]= s4Ant;
    s7[index]= s7Ant;
    index++;}

// ++++++ | RESET |
+++++
if(bt.startsWith("RESET")){
    // "memset()" -> Se utiliza para rellenar un bloque de memoria con un
valor determinado
    // USO DE LA FUNCIÓN: memeset("matriz","dato a rellenar","tamaño de la
matriz")
    memset(s1,0,sizeof(s1)); // Rellena con el valor de "0" todas las
posiciones de la matriz
    memset(s2,0,sizeof(s2));
    memset(s4,0,sizeof(s4));
    memset(s7,0,sizeof(s7));
    index=0;}

// ++++++ | RUN (COMENZAR) |
+++++
if(bt.startsWith("RUN")){
    // Se ejecuta los pasos una y otra vez hasta que se pulse el botón
"RESET" o espera hasta que se vuelva a pulsar "RESET"
    while(bt.startsWith("RESET") != true){ //MIENTRAS NO SE PRESIONE
'RESET' SE MANTIENE EN EL BUCLE y SOLO FUNCIONA BOTON "PAUSE"
        for(int i=0; i<= index-2;i++){
            if(Bluetooth.available(>0){
                bt = Bluetooth.readString();

```

```

        if(bt.startsWith("PAUSE") == true){
            //Ejecuta los pasos una y otra vez hasta que se pulse
            el botón "RUN" o espera hasta que se vuelva a pulsar "RUN"
            while(bt.startsWith("RUN") != true){//MIENTRAS NO SE
            PRESIONE 'RUN' SE MANTIENE EN EL BUCLE Y SOLO FUNCIONA BOTON "RESET"
                if(Bluetooth.available()>0){
                    bt = Bluetooth.readString();
                    if(bt.startsWith("RESET") == true){
                        break;}
                }
            }
        }//end if(PAUSE)
        if(bt.startsWith("ss")){
            btS = bt.substring(2, bt.length());
            velG = btS.toInt();}
    }//end 1er Bluetooth.available

    // ++++++ | servo1 - BASE |
+++++
    if(s1[i] == s1[i+1]){}

    if(s1[i] > s1[i+1]){
        for(int j = s1[i]; j >= s1[i+1];j--){
            servo1.write(j);
            delay(velG);}}

    if(s1[i] < s1[i+1]){
        for(int j = s1[i]; j <= s1[i+1];j++){
            servo1.write(j);
            delay(velG);}}

    // ++++++ | ServoA |
+++++
    if(s2[i] == s2[i+1]){}

    if(s2[i] > s2[i+1]){
        for(int j = s2[i]; j >= s2[i+1];j--){
            servo2.write(j);
            delay(velG);}}

    if(s2[i] < s2[i+1]){
        for(int j = s2[i]; j <= s2[i+1];j++){
            servo2.write(j);
            delay(velG);}}

```

```

// ++++++ | ServoB |
+++++
    if(s4[i] == s4[i+1]){

    if(s4[i] > s4[i+1]){
        for(int j = s4[i]; j >= s4[i+1];j--){
            servo4.write(j);
            delay(velG);}}

    if(s4[i] < s4[i+1]){
        for(int j = s4[i]; j <= s4[i+1];j++){
            servo4.write(j);
            delay(velG);}}

// ++++++ | GRIPPER (Pinza) |
+++++
    if(s7[i] == s7[i+1]){

    if(s7[i] > s7[i+1]){
        for(int j = s7[i]; j >= s7[i+1];j--){
            servo7.write(j);
            delay(velG);}}

    if(s7[i] < s7[i+1]){
        for(int j = s7[i]; j <= s7[i+1];j++){
            servo7.write(j);
            delay(velG);}}

        }// end FOR INDEX
    }//end 1er WHILE "RESET"
}
} //if(Bluetooth.available(>0){
} //end void loop
```

VII. ANÁLISIS

El proyecto de implementación de un brazo robótico en la I.E. Antonio Derka representa una experiencia significativa en el ámbito de la educación técnica, integrando ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) con un enfoque pedagógico innovador. A través de actividades prácticas y teóricas, el proyecto buscó empoderar a los estudiantes mediante el desarrollo de habilidades técnicas y blandas. Sin embargo, también reveló importantes desafíos que destacan las tensiones entre la percepción institucional de las capacidades estudiantiles y la implementación de iniciativas interdisciplinarias.

Desde un punto de vista pedagógico, el proyecto logró generar interés y participación activa de los estudiantes, quienes demostraron curiosidad y entusiasmo por aprender a través de herramientas como Arduino, impresión 3D y programación de microcontroladores. A nivel técnico, el desarrollo del brazo robótico permitió a los participantes comprender la interacción entre software y hardware, aportando un aprendizaje significativo y aplicado.

No obstante, el análisis crítico evidencia áreas de mejora clave. La percepción inicial de algunos docentes sobre la capacidad de los estudiantes fue un obstáculo significativo, destacando la necesidad de estrategias de sensibilización que involucren a los profesores como agentes activos en el proceso educativo. Además, las limitaciones logísticas, como la falta de tiempo y recursos, afectaron el alcance del proyecto.

La participación interdisciplinaria fue un punto fuerte, ya que combinó la experiencia de estudiantes universitarios y profesionales de diversas áreas, enriqueciendo el aprendizaje. Sin embargo, se observó que la falta de integración total entre las medias técnicas de electrónica y software redujo el impacto potencial del proyecto.

VIII. CONCLUSIONES

- El proyecto ayudó a cambiar la percepción negativa inicial sobre las capacidades de los estudiantes, demostrando su potencial para abordar desafíos técnicos complejos.
- La participación en actividades prácticas incrementó el interés de los estudiantes por carreras en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.
- La actitud de los profesores influye significativamente en el éxito de los proyectos educativos. Involucrarlos desde la planificación es crucial.
- La colaboración entre áreas técnicas y pedagógicas enriqueció la experiencia de aprendizaje, destacando el valor de enfoques integrales en educación.
- Los estudiantes fortalecieron habilidades como trabajo en equipo, comunicación y resolución de problemas, esenciales para su desarrollo profesional.
- Las restricciones de tiempo y recursos afectaron el alcance del proyecto, resaltando la necesidad de una mejor planificación y coordinación con los calendarios académicos.
- El uso de herramientas como Arduino e impresión 3D democratizó el acceso a tecnologías avanzadas, pero es necesario garantizar una mayor disponibilidad de recursos.
- El proyecto tuvo un efecto positivo al demostrar que es posible implementar iniciativas tecnológicas en contextos educativos vulnerables.
- La creación de guías interactivas y la documentación detallada del proyecto facilitan su réplica en otras instituciones educativas.
- Continuar el proyecto en próximos años permitirá consolidar aprendizajes, ampliar su impacto y fortalecer el vínculo entre la educación media técnica y la universidad.

REFERENCIAS

- [1] Institución Educativa Antonio Derka Santo Domingo. (n.d.). Reseña histórica. <https://derkasantodomingo.edu.co/index2.php?id=135345&idmenutipo=8612&tag=col>
- [2] MCI electronics "*Arduino UNO*" [En línea]. Disponible en: <https://arduino.cl/arduino-uno/>
- [3] McComb, G., & Predko, M. (2006). *Robot Builder's Bonanza*. McGraw-Hill.
- [4] Tower Pro, "Micro Servo Motor MG90S - Tower Pro," hoja técnica. [En línea]. Disponible en: https://cdn.shopify.com/s/files/1/2267/1961/files/hoja_tecnica_servomotor_mg90s.pdf.
- [5] Sklar, E., Parsons, S., & Stone, P. (2004). *Robotics education: A comprehensive review*. Educational Robotics.
- [6] Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. (2009). *The impact of educational robotics on student learning and attitudes*. IEEE Robotics and Automation Magazine, 16(1), 30-36.
- [7] Universidad Autónoma de Baja California, *Propuestas Educativas en el Campo Transdisciplinar*. [En línea]. Disponible en: <https://fch.mx1.uabc.mx/wp-content/uploads/2021/05/PROPUESTAS-EDUCATIVAS-EN-EL-CAMPO-TRANSDISCIPLINAR.pdf>.
- [8] J. A. Cabrera Díaz y J. D. Gálvez Sotelo, *Diseño e Implementación de un Sistema de Aprendizaje Interactivo*. Trabajo de grado, Universidad de Nariño, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://sired.udenar.edu.co/1077/1/91037.pdf>.
- [9] Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán, *Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018*. [En línea]. Disponible en: <https://tesjo.edomex.gob.mx/sites/tesjo.edomex.gob.mx/files/files/Estadisticas%20y%20programas/TESJo%20PIID%202013%20-2018.pdf>.
- [10] ControLoop, Grupo de Estudiantes, *Manual de Armado y Programación: Brazo Robótico MK2*. Universidad Nacional de Colombia, Documento técnico.