

Implementación de módulos en robótica educativa basado en ARDUINO® para el fortalecimiento del semillero de investigación en el Colegio Comfaboy en Tunja, Boyacá

David Fernando Ayala Acuña

Milton Yesid Coronado Ruiz

Universidad de Boyacá
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Programa de Ingeniería Mecatrónica

Tunja

2024

Implementación de módulos en robótica educativa basado en ARDUINO® para el fortalecimiento del semillero de investigación en el Colegio Comfaboy en Tunja, Boyacá

David Fernando Ayala Acuña

Milton Yesid Coronado Ruiz

**Trabajo de grado para optar al título de:
Ingeniero Mecatrónico**

Director:

José Ricardo Sandoval García

Magíster en Metalurgia y Ciencia de los Materiales.

Codirectora:

Erika Paola Rodríguez Lozano

Doctora en Ciencias de la Educación.

Universidad de Boyacá

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Programa de Ingeniería Mecatrónica

Tunja

2024

Nota de aceptación:

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 20 de mayo de 2024

“Únicamente el graduando es responsable de las ideas expuestas en el presente trabajo”.
(Lineamientos constitucionales, legales e institucionales que rigen la propiedad intelectual).

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios incansables; a nuestros maestros y tutores, por su sabiduría compartida y orientación valiosa; y a nuestra universidad, por brindarnos un entorno enriquecedor donde florecieron nuestras mentes y crecimos como individuos. Gracias por ser nuestra fuente de inspiración y guía en este viaje académico. Este logro también es de ustedes.

Agradecimientos

Agradecemos sinceramente al Colegio Comfaboy por su generoso patrocinio de los materiales necesarios para llevar a cabo nuestros proyectos, permitiendo así que nuestras ideas se convirtieran en realidad.

Extendemos nuestra gratitud a los dedicados miembros del Semillero en Robótica Educativa, Ivan Soler Hernández y Jorge Mario Pineda Espitia, cuya pasión y colaboración fueron fundamentales para el desarrollo y éxito de este trabajo. Su entusiasmo y conocimientos enriquecieron nuestra experiencia y contribuyeron significativamente a nuestros logros.

Queremos reconocer y agradecer a nuestros tutores y maestros, José Ricardo Sandoval García y Erika Paola Rodríguez Lozano, cuya orientación experta, paciencia y sabiduría fueron invaluable. Sus consejos y comentarios críticos nos guiaron en cada etapa de esta investigación, ayudándonos a alcanzar estándares de excelencia.

Asimismo, expresamos nuestra gratitud a nuestra alma mater, la Universidad de Boyacá, por proporcionarnos el entorno educativo y los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. Su compromiso con la excelencia académica ha sido una fuente constante de inspiración para nosotros.

Contenido

	Pág.
Introducción	16
Diagnóstico del conocimiento en electrónica y programación	17
Semillero de robótica educativa en el colegio Comfaboy	17
Parámetros de análisis población	19
Mesa de trabajo con los directivos de la institución	20
Establecimiento plan de trabajo	22
Preparación de actividades previas a la implementación	23
Asesoría y seguimiento en la elaboración	24
Acompañamiento en el mega torneo internacional de robótica	25
Desempeño en el torneo internacional de robótica	26
Encuesta de diagnóstico	29
Resultados prueba inicial	34
Desarrollo de módulos y actividades con ARDUINO®	36
Mesa de trabajo con los encargados del semillero y directora de la institución	36
Muestra de proyectos universidad de Boyacá	37
Manejo de electrónica con el semillero	38
Conociendo ARDUINO® y su entorno	40
Mesa de trabajo con los directivos del semillero	42
Encuentro internacional de investigación universitario ENIIU-2023	44
Elaboración de CAD para robots de torneos	45
Asesoría y seguimiento en la elaboración de proyectos	46
Impresión de circuitos en baquelas	47
Armado de robots con subgrupos del semillero	49
Elaboración de guía para la creación de robot dron	51
Desarrollo de aplicaciones para control de robots con Kodular	53
Participación en el tercer encuentro juvenil de robótica	54
Evaluación del fortalecimiento del semillero de robótica educativa	57
Productos generados	57
Participación en competencias y eventos científicos	59
Resultados del conocimiento en áreas clave de robótica educativa	60
Análisis de resultados prueba diagnóstica inicial y final	65
Descripción de los resultados	65

Conclusiones..... 70
Recomendaciones 71
Referencias..... 72

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Parámetros de análisis población	20
Tabla 2. Resultado diagnostico cualitativo	21
Tabla 3. Resultados prueba diagnóstica inicial.....	30
Tabla 4. Problemáticas detectadas	34
Tabla 5. Elemento de apoyo para la pedagogía	43
Tabla 6. Productos generados por el semillero en robótica educativa.....	58
Tabla 7. Eventos y posters	59
Tabla 8. Resultados prueba diagnóstica final	60
Tabla 9. Resultados comparativos entre la prueba inicial y la final	65
Tabla 10. Cumplimiento de los objetivos planteados	68

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Colegio Comfaboy tunja.....	17
Figura 2. Instalaciones semillero de robótica educativa colegio Comfaboy	18
Figura 3. Manifiesto proyectos futuros de los estudiantes.....	19
Figura 4. Mesa de trabajo para establecer actividades con los docentes	21
Figura 5. Estudiantes practicando con herramientas de robótica.....	24
Figura 6. Estudiantes en el mega torneo internacional de robótica	25
Figura 7. Certificado logro alcanzado en mega torneo de robótica	27
Figura 8. Visita laboratorios de automatización universidad de América	28
Figura 9. Conocimiento inicial en circuitos eléctricos.....	31
Figura 10. Conocimiento inicial en microcontroladores.....	31
Figura 11. Conocimiento inicial en programación	32
Figura 12. Conocimiento inicial en ARDUINO®	33
Figura 13. Conocimiento inicial en sensores	33
Figura 14. Mesa de trabajo con los directivos del semillero y la rectora.....	37
Figura 15. Visita muestra de talentos 19 de ingeniería mecatrónica	38
Figura 16. Manejo de la electrónica.....	39
Figura 17. Capacitación en ARDUINO®	40
Figura 18. Video de proyectos con ARDUINO®.....	41
Figura 19. Mesa de trabajo con los directivos del semillero.....	43
Figura 20. Participación en encuentro internacional de investigación	45
Figura 21. Diseño de robots por medio de CAD	46
Figura 22. Acompañamiento con los estudiantes	47
Figura 23. Laboratorio de impresión circuitos.....	48
Figura 24. Laboratorio de impresión en váquelas.....	49
Figura 25. Explicación programación de robots en ARDUINO®.....	50
Figura 26. Construcción de robots	51
Figura 27. Construcción dron	52
Figura 28. Aplicación móvil del control de un robot sumo	54

Figura 29. Exposiciones para reforzar conceptos de los proyectos	55
Figura 30. Participación en el encuentro juvenil de robótica.....	56
Figura 31. Premio que gano el proyecto de invernadero	56
Figura 32. Conocimiento final en circuitos eléctricos	61
Figura 33. Conocimiento final en microcontroladores	62
Figura 34. Conocimiento final en programación	62
Figura 35. Conocimiento final en ARDUINO®.....	63
Figura 36. Conocimiento final en sensores.....	64
Figura 37. Sustentación de los resultados de las pruebas	66
Figura 38. Entrega de publicidad del programa de ingeniería mecatrónica	67
Figura 39. Imagen de los encargados del semillero en robótica educativa.....	68

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Anteproyecto	76
Anexo B. Encuestas diagnostico (adjunto en CD ROM).....	103
Anexo C. Videos y/o productos (adjunto en CD ROM).....	103
Anexo D. Certificado colegio Comfaboy (adjunto en CD ROM)	103
Anexo E. Consentimiento informado (adjunto en CD ROM)	103
Anexo F. Registro de asistencias (adjunto en CD ROM)	103

Glosario

Aprendizaje Activo: método pedagógico que implica la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, fomentando la comprensión y retención del conocimiento.

Arduino®: plataforma de hardware y software de código abierto utilizada en proyectos de electrónica y robótica, permitiendo la creación de dispositivos interactivos.

Equidad Educativa: principio que busca proporcionar igualdad de oportunidades y recursos educativos para todos los estudiantes, independientemente de su origen socioeconómico.

Habilidades STEM: conjunto de habilidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, esenciales para la resolución de problemas y la innovación en diversas disciplinas.

Inclusión Educativa: enfoque educativo que asegura que todos los estudiantes, incluyendo aquellos con discapacidades o necesidades especiales, participen plenamente en el proceso de aprendizaje.

Pedagogía: ciencia y práctica de enseñar, incluyendo métodos, estrategias y técnicas utilizadas para facilitar el aprendizaje.

Programación: proceso de diseñar y construir un programa de computadora para realizar tareas específicas o resolver problemas.

Robótica educativa: campo de estudio que utiliza robots como herramientas de enseñanza para fomentar habilidades de programación, resolución de problemas y trabajo en equipo.

Tecnología Interactiva: dispositivos y sistemas que permiten la interacción directa del usuario, facilitando la participación activa y experiencias inmersivas.

Resumen

Implementación de módulos en robótica educativa basado en ARDUINO® para el fortalecimiento del semillero de investigación en el Colegio Comfaboy en Tunja, Boyacá:

Este estudio detallado se centra en el fortalecimiento del semillero de robótica educativa en el Colegio Comfaboy ubicado en Tunja- Boyacá, en colaboración con la Universidad de Boyacá y el programa de Ingeniería Mecatrónica. Los objetivos específicos del trabajo incluyen un diagnóstico detallado del conocimiento en electrónica y programación de los estudiantes, la creación de módulos educativos basados en ARDUINO®, la evaluación del impacto de estas estrategias pedagógicas en el rendimiento y la motivación de los estudiantes para lograr proyectos en robótica usando ARDUINO®.

El objetivo general de este estudio es fortalecer el semillero de robótica educativa a través de la implementación de las estrategias mencionadas. Estas estrategias se enfocan en cerrar brechas educativas y proporcionar a los estudiantes habilidades esenciales para un futuro digitalizado y tecnológico.

La metodología utilizada es de tipo mixto, combinando pruebas de diagnóstico, entrevistas, encuestas y observaciones para recopilar datos cuantitativos y cualitativos. El proceso se divide en etapas claramente definidas, desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación del impacto de las estrategias implementadas. Los resultados se analizan al final, lo que permite determinar la efectividad de las intervenciones educativas.

En conclusión, este estudio representa un esfuerzo colaborativo para impulsar la educación en ingeniería y robótica educativa. Las estrategias pedagógicas desarrolladas han demostrado ser efectivas en el fortalecimiento del semillero de robótica educativa. Se espera que este trabajo contribuya significativamente al avance del campo educativo.

Palabras Claves: Robótica Educativa, ARDUINO®, Educación en Ingeniería, Estrategias Pedagógicas y Evaluación del Impacto.

Abstract

Implementation of educational robotics modules based on ARDUINO® to strengthen the research seedbed at the Comfaboy School in Tunja, Boyacá.

This detailed study focuses on strengthening the educational robotics seedbed of the Comfaboy School located in Tunja- Boyacá, in collaboration with the University of Boyacá and the Mechatronics Engineering program. The specific objectives of the work include a detailed diagnosis of the students' knowledge in electronics and programming, the creation of educational modules based on ARDUINO®, the evaluation of the impact of these pedagogical strategies on the performance and motivation of students for the realization of robotics projects using ARDUINO®.

The overall objective of this study is to strengthen the educational robotics seedbed through the implementation of the aforementioned strategies. These strategies are focused on closing educational gaps and providing students with essential skills for a digitized and technological future.

The methodology used is of a mixed type, combining diagnostic tests, interviews, surveys and observations to collect quantitative and qualitative data. The process is divided into clearly defined stages, from the initial diagnosis to the evaluation of the impact of the strategies applied. At the end, the results are analyzed, making it possible to determine the effectiveness of the educational interventions.

In conclusion, this study represents a collaborative effort to promote engineering education and educational robotics. The pedagogical strategies developed have proven to be effective in strengthening the educational robotics seedbed. It is expected that this work will contribute significantly to the advancement of the educational field.

Keywords: Educational Robotics, ARDUINO®, Engineering Education, Pedagogical Strategies and Impact Evaluation.

Introducción

La Universidad de Boyacá, en su compromiso con la proyección social, ha liderado un proyecto para fortalecer el semillero de robótica educativa en el Colegio Comfaboy ubicado en Tunja, Boyacá. Este esfuerzo se enmarca en la creciente importancia de las habilidades STEM y utiliza tecnologías accesibles como ARDUINO® para transformar la educación en este semillero de robótica educativa. La colaboración entre la Universidad y el Colegio busca no solo fomentar el aprendizaje activo y participativo, sino también promover la equidad educativa.

El proyecto se ha desarrollado basándose en sólidas investigaciones y estudios, como se puede observar en (Kusiak, 2019) y (Moreno et al., 2012) que destacan la efectividad de la robótica educativa en el aprendizaje activo, mientras que investigaciones como las de (Mohammed M. 2021) y (García-Fuentes, 2022) subrayan la relevancia de ARDUINO® en la enseñanza de la robótica. Además, las experiencias exitosas documentadas por (Gómez-Álvarez et al., 2019) y la propuesta de (Angarita et al., 2021) enfatizan la importancia de estrategias pedagógicas efectivas para involucrar a los estudiantes en STEM.

Este trabajo se enmarca dentro de los principios fundamentales de la Universidad de Boyacá y su programa de Ingeniería Mecatrónica, que entienden la proyección social como una función esencial. A través de este proyecto, se busca no solo fomentar el aprendizaje activo y participativo entre los estudiantes del Colegio Comfaboy, sino también promover la equidad en la educación, independientemente del contexto socioeconómico. La robótica educativa con ARDUINO® se convierte, así, en un medio para cerrar brechas y proporcionar a los estudiantes las habilidades necesarias para un futuro digitalizado y tecnológico.

Este documento presenta los resultados del proyecto entre la Universidad de Boyacá, el programa de Ingeniería Mecatrónica y el Colegio Comfaboy. Se desarrolló teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en un anteproyecto radicado y aprobado (Anexo a). A través de un proceso riguroso de diagnóstico, diseño, implementación y evaluación, se han desarrollado estrategias pedagógicas innovadoras que han fortalecido el semillero de robótica educativa. Los capítulos siguientes detallarán cada fase del proyecto, desde la identificación del problema hasta la evaluación del impacto, proporcionando una visión holística de este proceso de mejora educativa.

Diagnóstico del conocimiento en electrónica y programación

Semillero de robótica educativa en el colegio Comfaboy

En este capítulo, se presenta un análisis inicial y contextualizado del Semillero de Robótica Educativa del Colegio Comfaboy en Tunja, Boyacá. El enfoque principal de este diagnóstico integral es evaluar las habilidades y conocimientos de los estudiantes en las áreas de electrónica y programación. Cabe mencionar que el análisis detallado de los resultados obtenidos se mostrará más adelante en este capítulo, proporcionando así una visión completa y detallada del desempeño de los estudiantes en el Semillero de Robótica Educativa.

Figura 1

Colegio Comfaboy Tunja



Fuente: autores de la investigación.

El Colegio Comfaboy se distingue por contar con instalaciones educativas modernas y versátiles que ofrecen diversos escenarios para el desarrollo de los semilleros, incluido el de robótica educativa. Entre sus múltiples recursos, destacan laboratorios especializados que no solo incluyen robótica, sino también áreas dedicadas a disciplinas como música y cuidado ambiental. Estos laboratorios proporcionan un ambiente propicio para el aprendizaje activo y práctico, permitiendo a los estudiantes explorar sus intereses en diferentes campos del conocimiento.

El Colegio Comfaboy se encuentra ubicado en la dirección Cra. 7 #19-27, Barrio La Esmeralda, Tunja, Boyacá. Este colegio se destaca por ofrecer una educación de calidad a afiliados y particulares en la región de Tunja, Boyacá. Su enfoque pedagógico, llamado "pedagogía con sentido emprendedor," promueve actitudes emprendedoras desde la educación preescolar hasta bachillerato, con la constante actualización de sus planes de estudio.

Además de los laboratorios, el colegio cuenta con otras instalaciones avanzadas y bien equipadas, como espacios dedicados a actividades deportivas, incluyendo canchas, y edificios multifuncionales. Estas infraestructuras ofrecen un entorno educativo completo y enriquecedor, donde los estudiantes pueden participar en una variedad de actividades académicas y extracurriculares.

Esta infraestructura moderna y diversa crea un ambiente estimulante para el desarrollo integral de los estudiantes del semillero de robótica educativa. Al tener acceso a estas instalaciones de vanguardia, los estudiantes pueden aprovechar al máximo su experiencia educativa y participar plenamente en las actividades del semillero, fomentando así su interés y habilidades en el campo de la robótica y STEM. Estas instalaciones brindan un contexto propicio para el proceso de aprendizaje y son un pilar fundamental para el éxito del semillero en robótica educativa en el Colegio Comfaboy.

Figura 2

Instalaciones semillero de robótica educativa colegio Comfaboy



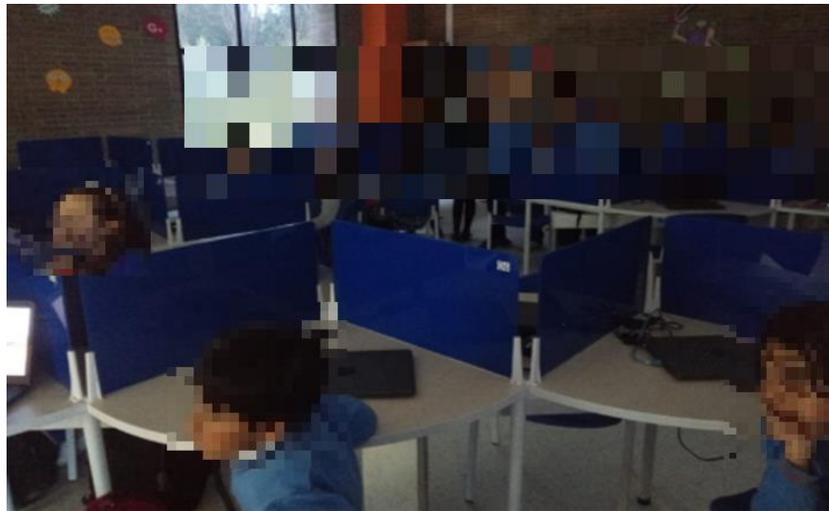
Fuente: autores de la investigación.

Parámetros de análisis población

En esta sección, se analiza los principales parámetros a tener en cuenta para la realización del diagnóstico. se presentan una imagen de los estudiantes del semillero en robótica educativa participando activamente en diversas actividades del semillero.

Figura 3

Manifiesto proyectos futuros de los estudiantes



Fuente: autores de la investigación.

En esta fotografía se captura la dedicación y el entusiasmo de los estudiantes, mostrando su compromiso con la robótica educativa y el aprendizaje en STEM. A continuación, se presenta una tabla con los principales parámetros establecidos para el análisis inicial de la población:

Tabla 1*Parámetros de análisis población*

Parámetro	Descripción
Edades y residencia	Los participantes, principalmente adolescentes entre 11 y 16 años, son residentes de Tunja, Boyacá.
Niveles educativos	Los estudiantes están distribuidos desde sexto hasta décimo grado, mostrando variaciones en las habilidades y conocimientos
Experiencia en robótica educativa	Proyectos previos: la mayoría tiene experiencia en proyectos básicos, como robots seguidores de línea y de obstáculos. Intereses actuales: muestran un fuerte interés en proyectos avanzados como sistemas autónomos y control de invernaderos

Fuente: autores de la investigación.

Mesa de trabajo con los directivos de la institución

En el proceso de Planificación Pedagógica, los autores del trabajo junto con los encargados del semillero en robótica educativa, se unieron para sacar lo mejor de la experiencia en robótica y mecatrónica para diseñar estrategias educativas efectivas. En estas reuniones y mesas de trabajo se definieron métodos pedagógicos centrados en la interacción práctica con componentes electrónicos y la plataforma ARDUINO®, con el objetivo de guiar a los estudiantes desde circuitos básicos hasta la creación de proyectos autónomos. Además, contaron con el valioso apoyo de Iván Soler Hernández, licenciado en informática, quien ha compartido su experiencia en programación y diseño de software para enriquecer las capacidades del semillero en robótica educativa. Por otro lado, Jorge Mario Pineda Espitia, ingeniero en sistemas, ha focalizado su experiencia en fortalecer

la infraestructura tecnológica del semillero. Igualmente se establecieron metas claras para el desarrollo progresivo de habilidades delegando responsabilidades para garantizar un acompañamiento constante durante las actividades prácticas. La colaboración de los autores fue fundamental para la creación de un entorno educativo sólido y enriquecedor para los estudiantes, permitiéndoles explorar y expandir su conocimiento en el emocionante mundo de la robótica.

A continuación, se muestra una tabla con las mesas de trabajo que se realizaron con docentes (Anexo b) y estudiantes para el establecimiento del plan de trabajo.

Tabla 2

Resultado diagnóstico cualitativo

Institución: Colegio Comfaboy	Fecha del diagnóstico: 20 de abril 2023	Docentes facilitadores: Jorge Mario Pineda Espitia (Ingeniero de Sistemas) e Iván Soler Hernández (Licenciado en Informática)
Enfoque de Implementación: robótica Básica	Modalidad de trabajo: presencial	Resultados del Diagnóstico: interés en Automatización, Sistemas Autónomos y Control básico de Robots.

Fuente: autores de la investigación.

Figura 4

Mesa de trabajo para establecer actividades con los docentes

Fuente: autores de la investigación.

Establecimiento plan de trabajo

Dentro del proceso de establecimiento del plan de trabajo, se mantuvieron conversaciones, sobre la integración de conceptos de robótica en el plan de estudios existente en el Colegio Comfaboy. La principal meta ha sido asegurar la coherencia educativa y la relevancia de los contenidos para los estudiantes. Además, de definir los criterios de evaluación para medir el progreso de los estudiantes al iniciar y finalizar todos los módulos, garantizando una evaluación precisa y justa de sus habilidades y conocimientos adquiridos.

En lo que respecta a la Adaptación Curricular, se realizaron modificaciones profundas en los contenidos teóricos para adaptarlos al nivel de comprensión de los estudiantes. Esta adaptación fue esencial para promover un aprendizaje efectivo y garantizar que los estudiantes comprendan plenamente los conceptos enseñados.

Además, de la adaptación a un enfoque práctico en el método educativo. se diseñaron variedad de actividades prácticas que complementaron los conocimientos teóricos, fomentando la aplicación directa de los conceptos aprendidos en clase. En particular, para el mega torneo de robótica al que el colegio fue invitado, las actividades prácticas fueron específicas. Estas actividades estaban destinadas a fortalecer los conocimientos teóricos de los estudiantes y se centraron en el diseño y la construcción de dos robots seguidores de línea y recolectores de pelotas.

El objetivo era proporcionar a los estudiantes una experiencia práctica y emocionante en el campo de la robótica, preparándolos adecuadamente para el torneo y permitiéndoles aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones del mundo real. Esta experiencia práctica no solo fortaleció sus habilidades técnicas, sino que también les brindó una oportunidad invaluable para desarrollar habilidades de resolución de problemas y trabajo en equipo, habilidades esenciales para su crecimiento personal y profesional en el campo de la robótica.

Preparación de actividades previas a la implementación

En la etapa de preparación de actividades previas a la implementación, se proporcionó a los estudiantes una base sólida para el trabajo futuro en el semillero. Se comenzó con sesiones prácticas iniciales donde los estudiantes fueron introducidos a componentes electrónicos básicos, comprendiendo su funcionamiento y manipulación. Estos conocimientos fundamentales sentaron las bases para los experimentos iniciales, donde los participantes llevaron a cabo prácticas con ARDUINO®, adquiriendo habilidades esenciales para proyectos más complejos.

Además de la teoría, los autores se centraron en el manejo de herramientas específicas. Los estudiantes aprendieron a utilizar herramientas de robótica especializadas, como soldadores y placas de circuito impreso. La seguridad fue una prioridad durante esta etapa; por ello, se impartieron prácticas para garantizar el manejo adecuado de herramientas y componentes electrónicos. Posteriormente, durante la preparación para el mega torneo de robótica, los estudiantes se sumergieron en la construcción de robots seguidores de línea y recolectores de pelotas. Estas actividades prácticas no solo fortalecieron sus habilidades técnicas, sino que también les brindaron una valiosa experiencia en la aplicación de sus conocimientos en proyectos reales y emocionantes.

Figura 5

Estudiantes practicando con herramientas de robótica



Fuente: autores de la investigación.

Asesoría y seguimiento en la elaboración

Durante la fase de asesoría y seguimiento en la elaboración de los proyectos, se adoptó un enfoque personalizado para garantizar el éxito de cada estudiante. Proporcionando asesoramiento técnico individualizado, adaptado al nivel de comprensión y habilidades de cada estudiante. Además, los autores estuvieron disponibles para resolver problemas técnicos y superar desafíos que surgieron durante la elaboración de los proyectos. Esta orientación constante no solo ayudó a los estudiantes a superar obstáculos, sino que también les brindó la confianza necesaria para explorar soluciones innovadoras.

La evaluación continua fue fundamental durante esta etapa. Proporcionando retroalimentación regular sobre el progreso de los estudiantes, destacando áreas de mejora y reconociendo logros. Esta retroalimentación constante no solo sirvió como motivación para los estudiantes, sino que también permitió ajustar el enfoque pedagógico según las necesidades individuales. Realizando de esta forma modificaciones en las actividades pedagógicas para abordar las áreas donde los estudiantes necesitaban más apoyo, garantizando así una enseñanza efectiva y personalizada para cada uno de ellos.

Acompañamiento en el mega torneo internacional de robótica

El compromiso al desempeñar el cargo de tutores no se limitó solo al aula, sino que también se realizó un apoyo integral durante el Mega Torneo Internacional de Robótica, que tuvo lugar del 26 al 28 de abril del 2023. A petición del colegio, los autores fueron solicitados para proporcionar soporte técnico y tutoría adicional durante el torneo. Se dedicaron intensamente a preparar a los estudiantes, quienes, cabe destacar, eran estudiantes sobresalientes dentro del semillero de robótica educativa, para este evento de alto nivel. Se trabajó junto a ellos en equipos, enfocándose en el desarrollo de prototipos de robots recoge pelotas de ping pong, aplicando los conocimientos adquiridos durante las sesiones prácticas y teóricas. Además, para optimizar su desempeño en el torneo real, se realizaron simulacros de la competencia. Estos ensayos no solo mejoraron la eficiencia de los robots, sino que también aumentaron la confianza y preparación de los estudiantes para enfrentar el desafío del torneo.

Este enfoque integral y el esfuerzo dedicado de los estudiantes, respaldados por las estrategias y el apoyo constante, llevaron a que los robots del Colegio Comfaboy logaran destacarse en el Mega Torneo Internacional de Robótica. La participación no solo se limitó a proporcionar conocimientos teóricos, sino que también estuvo marcada por una tutoría activa y un soporte técnico continuo, lo que permitió a los estudiantes enfrentar con éxito la competencia y demostrar sus habilidades en un escenario internacional de alto nivel.

Figura 6

Estudiantes en el mega torneo internacional de robótica



Fuente: autores de la investigación.

Desempeño en el torneo internacional de robótica

Durante el Mega Torneo Internacional de Robótica, los estudiantes del semillero en robótica educativa alcanzaron notables logros que resaltaron su dedicación y habilidades técnicas avanzadas. Los robots diseñados y contruidos por los estudiantes llegaron hasta los cuartos de final, exhibiendo su capacidad para trabajar en equipo y aplicar conocimientos de forma innovadora. Este impresionante desempeño fue reconocido por el jurado del torneo, quienes elogiaron tanto el diseño como la innovación de los proyectos del semillero en robótica educativa.

Además, los logros obtenidos por los estudiantes del semillero en robótica educativa fueron oficialmente certificados durante la competencia. Esta certificación valida la excelencia de su trabajo y representa un testimonio tangible de sus habilidades en el campo de la robótica. La calidad de los proyectos desarrollados por estos estudiantes también atrajo la atención de los medios de comunicación. La destacada actuación del semillero fue mencionada y elogiada por dos medios locales: Andina Stereo y Boyacá Radio.(Andina Stereo.com y Boyacá Radio,2023).

La cobertura mediática resaltó no solo los logros individuales de los estudiantes, sino también el espíritu colaborativo y la creatividad que caracterizan al semillero de robótica educativa del Colegio Comfaboy. Estos reconocimientos refuerzan el compromiso continuo de brindar una educación de calidad y fomentar la excelencia en el campo de la robótica educativa.

Figura 7

Certificado logro alcanzado en mega torneo de robótica



Fuente: autores de la investigación.

Además de la experiencia competitiva, los estudiantes del semillero tuvieron la oportunidad de visitar los laboratorios de robótica de la Universidad de América en Bogotá. Esta visita enriquecedora les permitió conocer de cerca los avances tecnológicos y las investigaciones en el campo de la robótica, brindándoles una visión ampliada y una mayor inspiración para sus futuros proyectos.

Figura 8

Visita laboratorios de automatización universidad de América



Fuente: autores de la investigación.

Durante la visita al laboratorio de automatización en la Universidad de América, los estudiantes tuvieron una experiencia enriquecedora que les permitió conocer de cerca los elementos clave de la automatización de procesos industriales y la tecnología de robots. Esta experiencia proporcionó a los estudiantes una visión atractiva y tangible de su futuro profesional en el campo de la robótica, mostrándoles las aplicaciones prácticas de los conocimientos adquiridos en el semillero de robótica educativa. Al interactuar con equipos avanzados y presenciar cómo la automatización impulsa la eficiencia en diversas industrias, los estudiantes pudieron relacionar estas experiencias con su propio trabajo en el semillero, comprendiendo mejor la relevancia y el impacto real de sus habilidades y conocimientos en el mundo laboral. Esta visita no solo amplió su horizonte educativo, sino que también les inspiró a seguir explorando y aprendiendo en el emocionante campo de la robótica (Anexo c).

Encuesta de diagnóstico

El diseño de la encuesta se centró en cinco áreas clave: circuitos eléctricos, microcontroladores, programación, ARDUINO® y sensores. Cada una de estas áreas representa un componente fundamental en el campo de la robótica y la electrónica. Las preguntas específicas formuladas en la encuesta fueron meticulosamente diseñadas para evaluar el conocimiento de los estudiantes en estos temas cruciales.

Las respuestas recopiladas fueron evaluadas cuantitativamente (Anexo b). Los resultados varían entre 1 (conocimiento insuficiente) y 5 (conocimiento excelente). Para obtener una comprensión precisa de los niveles de conocimiento de cada estudiante en las áreas mencionadas. Los resultados revelaron una diversidad en los niveles de conocimiento, desde básico hasta avanzado, lo que proporcionó información valiosa para adaptar las nuevas estrategias educativas. Esta diversidad permitió la implementación de estrategias educativas diferenciadas, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes.

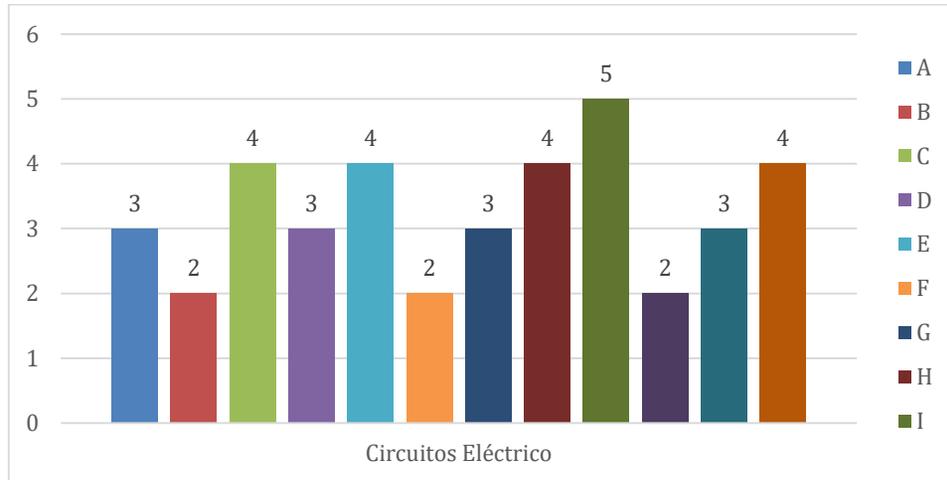
Además, la evaluación cuantitativa ayudó a identificar áreas específicas de mejora. Las áreas de conocimiento con puntuaciones más bajas se identificaron como puntos focales para futuras actividades pedagógicas. Este enfoque específico en las áreas de dificultad asegura que los esfuerzos se centraran en fortalecer las habilidades y conocimientos de los estudiantes en los temas en los que enfrentaron desafíos. Este análisis detallado proporciona una base sólida para diseñar intervenciones educativas efectivas y personalizadas, garantizando así un aprendizaje significativo y un progreso continuo para todos los participantes del semillero de robótica educativa del Colegio Comfaboy.

Tabla 3*Resultados prueba diagnóstica inicial*

Estudiante	Circuitos Eléctrico	Microcontrolador	Programación	Arduino®	Sensores
A	3	2	4	3	2
B	2	3	2	4	3
C	4	3	3	2	4
D	3	4	2	5	3
E	4	2	5	3	4
F	2	4	3	4	2
G	3	2	4	2	5
H	4	5	3	3	2
I	5	3	4	2	3
J	2	4	3	5	4
K	3	5	2	4	3
L	4	3	5	3	2

Fuente: autores de la investigación.

A continuación, se muestra un resumen detallado de los resultados obtenidos en la encuesta, representados visualmente a través de gráficos de barras que ilustran el nivel de conocimiento de los estudiantes en las áreas clave de circuitos eléctricos, microcontroladores, programación, ARDUINO® y sensores.

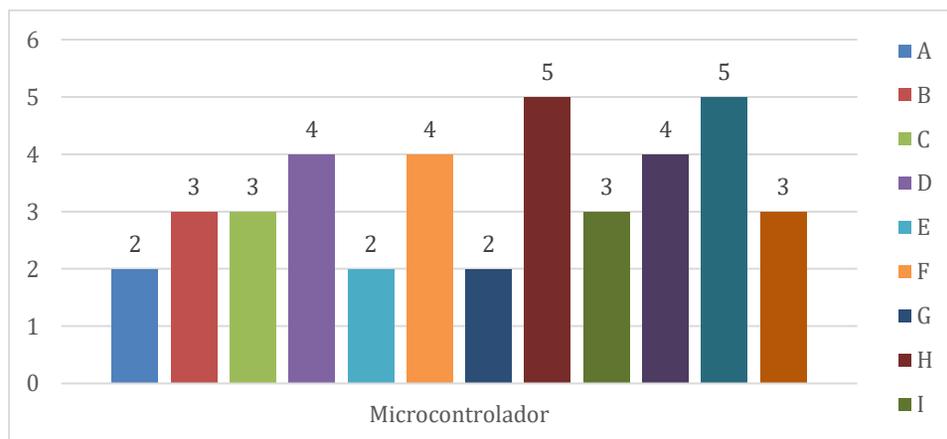
Figura 9*Conocimiento inicial en circuitos eléctricos*

Fuente: autores de la investigación.

Circuitos eléctricos

Los estudiantes muestran un conocimiento moderado en circuitos eléctricos, con calificaciones que varían desde 2 hasta 4.

La mayoría de los estudiantes tienen una comprensión básica de los circuitos eléctricos, pero hay margen para mejorar y profundizar en este tema.

Figura 10*Conocimiento inicial en microcontroladores*

Fuente: autores de la investigación.

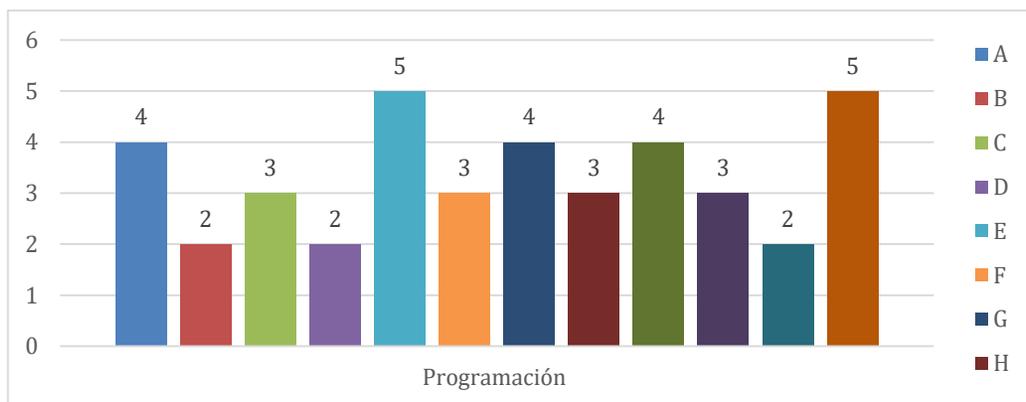
Microcontroladores

Se observa una distribución homogénea de las calificaciones en microcontroladores, oscilando entre 2 y 4.

La mayoría de los estudiantes poseen un conocimiento intermedio sobre microcontroladores, lo que indica una base sólida, pero con espacio para crecimiento.

Figura 11

Conocimiento inicial en programación

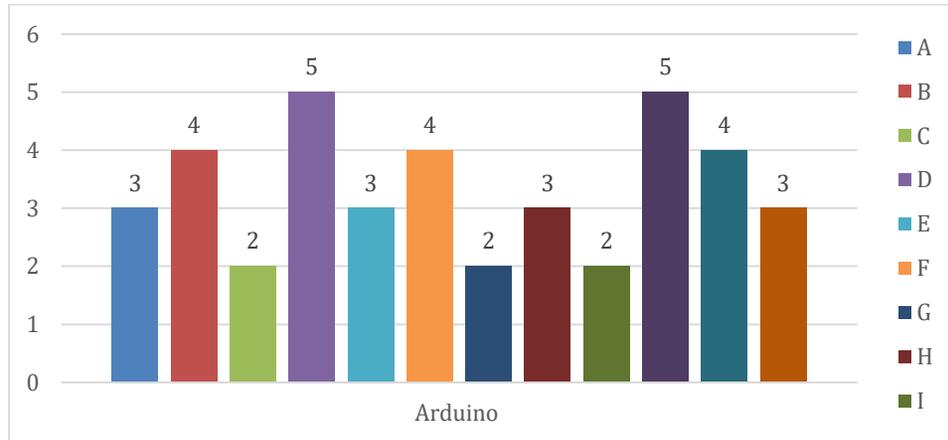


Fuente: autores de la investigación.

Programación

Los estudiantes demuestran habilidades variables en programación, con puntuaciones que van desde 2 hasta 5.

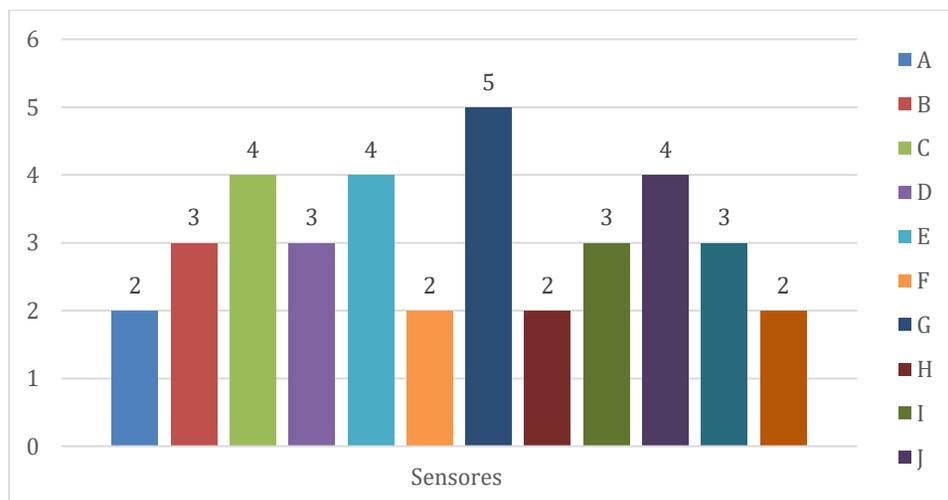
Algunos participantes muestran un dominio avanzado en programación, mientras que otros están en las etapas iniciales de aprendizaje.

Figura 12*Conocimiento inicial en ARDUINO®*

Fuente: autores de la investigación.

ARDUINO®

Los resultados en el área de Arduino varían significativamente, desde 2 hasta 5. Algunos estudiantes tienen un conocimiento básico de ARDUINO®, mientras que otros muestran un entendimiento avanzado de esta plataforma.

Figura 13*Conocimiento inicial en sensores*

Fuente: autores de la investigación.

Sensores

Las calificaciones en sensores están distribuidas en un rango de 2 a 4.

Los estudiantes tienen una comprensión limitada a moderada de los sensores electrónicos, lo que indica la necesidad de mejorar las habilidades en esta área específica.

Resultados prueba inicial

Los datos revelan que hay una diversidad de niveles de conocimiento dentro del semillero, lo que proporciona una oportunidad para implementar estrategias de enseñanza diferenciadas. La mayoría de los estudiantes muestran interés y habilidades en las áreas evaluadas, lo que sugiere un buen punto de partida para el desarrollo del semillero. Las áreas de mejora identificadas, como los circuitos eléctricos y los sensores, ofrecen puntos focales para el plan de enseñanza, permitiendo un enfoque específico en los temas que presentan desafíos para los estudiantes.

Tabla 4

Problemáticas detectadas

Problemática	Descripción
Diferencias en el nivel de conocimiento	Existen disparidades significativas en el nivel de conocimiento entre los estudiantes del semillero de robótica educativa. Esto puede dificultar la implementación de actividades comunes y requiere estrategias de enseñanza diferenciadas.
Limitada comprensión de sensores Electrónicos	Algunos estudiantes tienen una comprensión limitada de los sensores electrónicos, lo que podría restringir su capacidad para trabajar en proyectos que

implican sensores avanzados y automatización.

Brecha en conocimientos de ARDUINO®	Existen brechas en el conocimiento de Arduino, desde principiantes hasta aquellos con habilidades avanzadas. Esta variación puede dificultar la planificación de actividades colectivas y la selección de proyectos adecuados para el grupo.
Habilidades variables en programación	Los estudiantes tienen habilidades variables en programación, desde principiantes hasta aquellos con habilidades avanzadas. Esto puede influir en la velocidad y el nivel de complejidad de las actividades de programación que se pueden abordar.

Fuente: autores de la investigación.

Desarrollo de módulos y actividades con ARDUINO®

Mesa de trabajo con los encargados del semillero y directora de la institución

La mesa de trabajo con los encargados del Semillero y la directora de la institución fue un encuentro clave para definir la dirección y el alcance del programa educativo en robótica con ARDUINO®. Durante esta sesión, se desarrollaron discusiones profundas y minuciosas sobre los enfoques pedagógicos que mejor se adaptarían a las necesidades y habilidades de los estudiantes involucrados en el semillero de robótica educativa. Se exploraron diversas estrategias para enseñar conceptos complejos de electrónica y programación de una manera accesible y estimulante. Los encargados del semillero aportaron su experiencia y conocimiento técnico, mientras que la directora de la institución aportó su perspectiva educativa, asegurando que los métodos de enseñanza fueran efectivos y alineados con los estándares educativos.

Además de discutir el contenido educativo, la mesa de trabajo también se centró en el desarrollo de un plan de estudios integral. Se definieron los objetivos educativos específicos que se deseaba lograr con el semillero, estableciendo metas claras y medibles para evaluar el progreso de los estudiantes. La colaboración cercana entre los encargados del semillero y la directora permitió la creación de un currículo equilibrado que combinaba teoría y práctica, garantizando así una comprensión profunda de los conceptos fundamentales junto con habilidades prácticas en la construcción y programación de robots con ARDUINO®.

Además, se abordaron temas relacionados con la evaluación y el seguimiento del progreso de los estudiantes. Se discutieron métodos de evaluación formativa que permitieran a los estudiantes recibir retroalimentación continua sobre su desempeño, lo que facilitaría un aprendizaje más efectivo y significativo. Se acordaron estrategias para realizar un seguimiento regular de su progreso, identificando áreas de mejora y proporcionando apoyo adicional cuando fuera necesario.

Figura 14

Mesa de trabajo con los directivos del semillero y la rectora



Fuente: autores de la investigación.

Muestra de proyectos universidad de Boyacá

La participación en la Muestra de Proyectos de ingeniería mecatrónica de la universidad de Boyacá fue una experiencia transformadora para los estudiantes del Semillero de Robótica Educativa. Esta exposición no solo fue un evento inspirador, sino también una fuente inagotable de conocimientos y motivación para los integrantes del semillero.

Al asistir a esta muestra, los estudiantes tuvieron la oportunidad de sumergirse en un mundo de creatividad y excelencia tecnológica. Los proyectos presentados por la Universidad de Boyacá no solo eran ejemplos de ingeniería avanzada, sino también demostraciones tangibles del poder de la innovación en la robótica educativa. Cada proyecto exhibido fue una fuente de inspiración, mostrando las infinitas posibilidades que existen en el campo de la tecnología y la ingeniería.

Al interactuar con los proyectos de la Universidad de Boyacá, los participantes ampliaron sus horizontes y adquirieron una comprensión más profunda de los estándares de calidad en robótica educativa. Observaron de cerca la meticulosidad en el diseño, la precisión en la ejecución y la creatividad en la innovación, lo cual les servirá como un modelo a seguir para sus propios proyectos futuros.

Figura 15

Visita muestra de talentos 19 de ingeniería mecatrónica



Fuente: autores de la investigación.

Manejo de electrónica con el semillero

El módulo incluyó una emocionante actividad centrada en el Manejo de Electrónica. Esta actividad fue diseñada para proporcionar a los estudiantes una comprensión sólida de los fundamentos de la electrónica, una disciplina esencial en el mundo de la robótica y la tecnología. Durante esta sesión especializada, los estudiantes no solo adquirieron conocimientos teóricos, sino que también participaron en experimentos prácticos y dinámicas interactivas que enriquecieron su experiencia de aprendizaje.

Los integrantes del semillero en robótica educativa se sumergieron en el mundo de los circuitos eléctricos, componentes electrónicos y sistemas integrados. Fueron guiados a través de los conceptos básicos de la electricidad, la resistencia, la corriente y el voltaje, sentando así las bases para su comprensión de la electrónica. Las sesiones teóricas fueron complementadas con experimentos prácticos que permitieron a los estudiantes aplicar sus conocimientos recién adquiridos en situaciones del mundo real.

En un ambiente de laboratorio completamente equipado, los estudiantes tuvieron la oportunidad de construir circuitos electrónicos desde cero. Manipularon resistencias, transistores, diodos y condensadores para comprender cómo funcionan juntos para crear sistemas electrónicos funcionales. Estos experimentos no solo fortalecieron su comprensión de la teoría, sino que también les brindaron habilidades prácticas, desde soldar componentes hasta diagnosticar

problemas en un circuito.

Además de las actividades prácticas, se llevaron a cabo dinámicas de grupo que fomentaron la colaboración y el trabajo en equipo. Los estudiantes se dividieron en equipos y se les asignaron desafíos específicos que requerían la aplicación creativa de los principios electrónicos que habían aprendido. Estos desafíos no solo pusieron a prueba su comprensión, sino que también fomentaron la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

A medida que los estudiantes progresaron en la actividad de Manejo de Electrónica, no solo ganaron confianza en sus habilidades técnicas, también desarrollaron una apreciación más profunda por el mundo que existe detrás de los dispositivos electrónicos que utilizan en su vida diaria. Esta experiencia les proporcionó una base sólida para futuras aplicaciones en robótica y les dio las herramientas necesarias para explorar proyectos más complejos y desafiantes en el futuro.

En última instancia, el Manejo de Electrónica no solo fue una actividad educativa, también fue una experiencia que cultivó el amor por el aprendizaje en los estudiantes. Al entender cómo la electrónica forma la columna vertebral de la tecnología moderna, los estudiantes se sintieron empoderados para seguir explorando los límites de la innovación en el campo de la robótica educativa.

Figura 16

Manejo de la electrónica



Fuente: autores de la investigación.

Conociendo ARDUINO® y su entorno

El módulo conociendo ARDUINO® y su entorno fue un emocionante viaje hacia el corazón de la tecnología, donde los participantes del semillero fueron guiados a través de un mundo de posibilidades por medio de medios audiovisuales impactantes. En esta sesión especializada, se utilizaron presentaciones multimedia y videos cautivadores para presentar la placa ARDUINO® y su potencial ilimitado en el campo de la robótica y la electrónica.

Los participantes conocieron de mejor el fascinante universo de ARDUINO® a través de presentaciones visuales que desglosaban los conceptos clave. Se utilizaron gráficos animados y diagramas detallados para explicar la arquitectura de ARDUINO®, los tipos de placas disponibles y las diversas aplicaciones prácticas de este microcontrolador. Los videos instructivos mostraban de manera vívida cómo programar microcontroladores utilizando el entorno de desarrollo de ARDUINO®, proporcionando a los estudiantes una comprensión práctica de los aspectos técnicos involucrados en el proceso de programación.

Figura 17

Capacitación en ARDUINO®



Fuente: autores de la investigación.

Además de las explicaciones teóricas, los participantes tuvieron la oportunidad de conocer el mundo de los proyectos con ARDUINO® a través de videos inspiradores. Se proyectaron ejemplos reales de proyectos innovadores que habían sido creados utilizando ARDUINO®, desde robots autónomos hasta sistemas de monitoreo ambiental. Estos videos no solo capturaron la imaginación de los participantes, también les mostraron el potencial transformador de ARDUINO® en el mundo real.

El uso de medios audiovisuales no solo sirvió como una forma efectiva de transmitir información, sino que también fue una estrategia cuidadosamente seleccionada para captar la atención y el interés de los participantes del semillero. Los videos de proyectos con ARDUINO® fueron especialmente impactantes, ya que ilustraron cómo las ideas creativas pueden cobrar vida a través de la programación y la electrónica. Al ver ejemplos tangibles de lo que podrían lograr, los participantes se sintieron inspirados y motivados para explorar sus propias ideas y proyectos utilizando ARDUINO® como herramienta.

Figura 18

Video de proyectos con ARDUINO®



Fuente: autores de la investigación.

Mesa de trabajo con los directivos del semillero

Las mesas de trabajo con los directivos del semillero, fueron un componente fundamental en el proceso educativo. Estos espacios de colaboración y aprendizaje proporcionaron una guía invaluable para mejorar las clases y utilizar la pedagogía de manera más efectiva. Durante estas reuniones, los organizadores compartieron su experiencia y conocimientos, ofreciendo orientación detallada sobre cómo estructurar de mejor manera las clases para hacerlas más interactivas y participativas.

Uno de los aspectos más significativos de estas interacciones fue la retroalimentación constructiva que recibieron los autores revisando practicas anteriores de manera detallada, señalando áreas de mejora y sugiriendo enfoques alternativos para abordar ciertos conceptos. Esta retroalimentación crítica fue esencial para el crecimiento pedagógico, ya que permitió identificar mejor las fortalezas y debilidades como educadores y ajustar la metodología en consecuencia.

Además de la retroalimentación específica sobre las clases pasadas, las reuniones también se centraron en la planificación futura. Se exploraron estrategias innovadoras para mantener alta la motivación y el compromiso de los estudiantes. Discutiendo enfoques pedagógicos que podrían adaptarse mejor a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo así un ambiente educativo inclusivo y enriquecedor.

La colaboración cercana con los docentes encargados del semillero en robótica educativa permitió realizar una planificación minuciosa para la realización de las clases. Trabajando de manera conjunta en el diseño de actividades y evaluaciones que desafiaran a los estudiantes y estimularan su creatividad. Además, explorando nuevas formas de integrar la tecnología en el aula para mejorar la experiencia educativa y preparar a los estudiantes para los desafíos tecnológicos del mundo real.

En resumen, estas mesas de trabajo con los directivos del semillero no solo fueron oportunidades para recibir orientación experta, sino que también se convirtieron en espacios donde floreció la colaboración y la innovación educativa. La retroalimentación valiosa que se recibió y las estrategias que desarrollaron en conjunto jugaron un papel crucial en el éxito del semillero, ayudándose a crear un entorno educativo dinámico y enriquecedor para todos los integrantes del semillero de robótica educativa.

Figura 19*Mesa de trabajo con los directivos del semillero*

Fuente: autores de la investigación.

Tabla 5*Elemento de apoyo para la pedagogía*

Elemento de Apoyo	Descripción
Sesiones prácticas y dinámicas	Los estudiantes participaron en sesiones prácticas y dinámicas, familiarizándose con electrónica y Arduino®.
Experimentos y laboratorio	Se llevaron a cabo experimentos prácticos y actividades de laboratorio para adquirir habilidades en Arduino®.
Manejo de componentes electrónicos	Los participantes aprendieron el manejo adecuado de componentes electrónicos esenciales en la robótica.

Fuente: autores de la investigación.

Encuentro internacional de investigación universitario ENIIU-2023

La participación que se tuvo en el Encuentro Internacional de Investigación Universitaria ENIIU-2023 fue una experiencia increíblemente enriquecedora para el Semillero de Robótica Educativa. A pesar de las circunstancias globales, se logró destacar el grupo y compartir los logros y avances de manera remota durante el evento que tuvo lugar del 07 al 08 de septiembre de 2023.

Durante la sustentación modalidad remota, se compartió con la audiencia internacional los proyectos innovadores y las actividades significativas que había llevado a cabo el semillero de robótica educativa. Al explorar cómo se utilizó la tecnología y la pedagogía para inspirar a los estudiantes y fomentar un interés genuino en la robótica educativa. Enseñando no solo los resultados finales de los esfuerzos, como los robots completamente funcionales que se habían creado, sino también el proceso detrás de escena, destacando los desafíos que enfrentaron y cómo los superaron como equipo.

Durante la presentación en modalidad remota, se compartieron las lecciones que se aprendieron y los métodos pedagógicos que demostraron ser más efectivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Mostrando cómo las actividades prácticas, como el diseño asistido por computadora, la impresión de circuitos en Baquelas y el ensamblaje de robots, no solo enseñaron a los estudiantes habilidades técnicas, también fomentaron habilidades blandas esenciales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la comunicación efectiva.

Además, destacaron la importancia de la adaptabilidad y la creatividad en el campo de la robótica educativa. Mostrando cómo se enfrentan desafíos tecnológicos y pedagógicos, y cómo la dedicación y colaboración permitieron superar obstáculos y lograr resultados notables.

La participación en el ENIIU-2023 no solo fue una oportunidad para mostrar los logros, también sirvió para aprender de otros investigadores y expertos en el campo. Se interactuó con colegas, compartiendo ideas y conocimientos, y estableciendo colaboraciones que seguramente beneficiarán al semillero en el futuro.

Figura 20

Participación en encuentro internacional de investigación



Fuente: autores de la investigación.

Elaboración de CAD para robots de torneos

La elaboración de modelos CAD para robots de torneos fue una parte fundamental de la experiencia educativa en el semillero. Los estudiantes se sumergieron en el mundo del diseño asistido por computadora, utilizando el poderoso software Solid Edge para crear modelos detallados de dos tipos de robots: los seguidores de línea, los sumo y los prototipos para invernadero. Esta actividad no solo fue educativa, también lo fue emocionante, ya que permitió a los estudiantes transformar sus ideas en modelos tridimensionales precisos y funcionales.

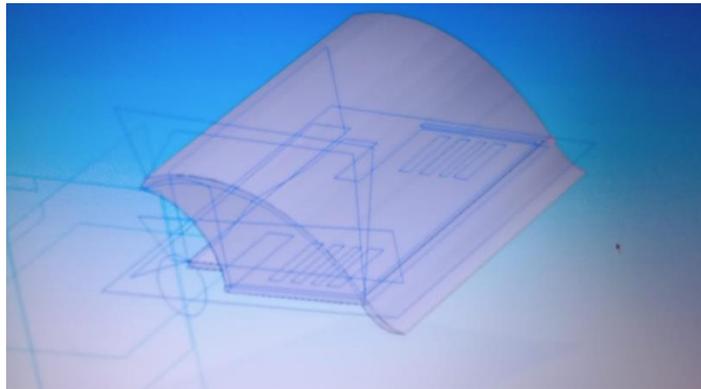
Durante las sesiones de CAD, los estudiantes aprendieron a utilizar las herramientas de Solid Edge para dar vida a sus conceptos. Trabajaron en equipo, colaborando estrechamente para perfeccionar cada detalle de los robots. Desde el diseño estructural hasta la disposición de los componentes electrónicos, cada aspecto fue cuidadosamente planificado y modelado en el software.

La creación de estos modelos CAD no solo se trató de replicar físicamente los robots, logrando también comprender profundamente los principios de ingeniería y diseño que subyacen en ellos. Los estudiantes aprendieron a manejar el software, aplicar conceptos de mecánica, electrónica y programación para crear robots que fueran eficientes y efectivos en sus respectivas competencias.

El uso de Solid Edge permitió a los estudiantes explorar el aspecto visual de sus diseños. Pudieron renderizar los modelos, creando representaciones realistas que mostraban cómo se verían los robots una vez construidos. Esta capacidad para visualizar sus creaciones de manera tan vívida fue gratificante, también educativa, ya que les proporcionó una comprensión profunda de cómo los diseños en 3D se traducen en objetos físicos.

Figura 21

Diseño de robots por medio de CAD



Fuente: autores de la investigación.

Asesoría y seguimiento en la elaboración de proyectos

Como mentores del semillero, los autores que hacen parte del programa de ingeniería mecatrónica, tuvieron el privilegio de brindar orientación y supervisión personalizadas a los estudiantes durante la elaboración de sus proyectos. Trabajando mano a mano con los participantes, ofreciendo apoyo técnico y pedagógico en cada etapa del proceso. La misión era asegurar que los estudiantes comprendieran los conceptos fundamentales y aplicaran las habilidades aprendidas de manera efectiva en sus proyectos.

Junto con los supervisores del semillero, se formó un equipo dedicado que se esforzaba por cultivar el talento y la creatividad de los estudiantes. Se reunían regularmente para discutir el progreso de los proyectos, identificando desafíos y proponiendo soluciones innovadoras. Además, la asesoría no se limitaba únicamente al aspecto técnico; también se centraron en el desarrollo de habilidades de comunicación, trabajo en equipo y resolución de problemas.

Su enfoque era holístico no solo se preocupaban por el resultado final de los proyectos, también lo hacían por el crecimiento personal de cada estudiante. Fomentando un ambiente colaborativo donde se alentaba la creatividad y se celebraban los logros, pero también se aprendía de los errores. Estaban allí para guiar a los estudiantes a medida que exploraban nuevas ideas, experimentaban con diferentes enfoques y superaban obstáculos.

La asesoría y seguimiento que proporcionaron no solo se trataba de impartir conocimientos, sino también de inspirar a los estudiantes a alcanzar su máximo potencial. Se esforzaron por fomentar la confianza en sí mismos y ayudarles a descubrir su pasión por la ingeniería y la tecnología. A medida que los estudiantes avanzaban en sus proyectos, estaban allí para celebrar sus éxitos y alentarlos a soñar en grande.

Figura 22

Acompañamiento con los estudiantes



Fuente: autores de la investigación.

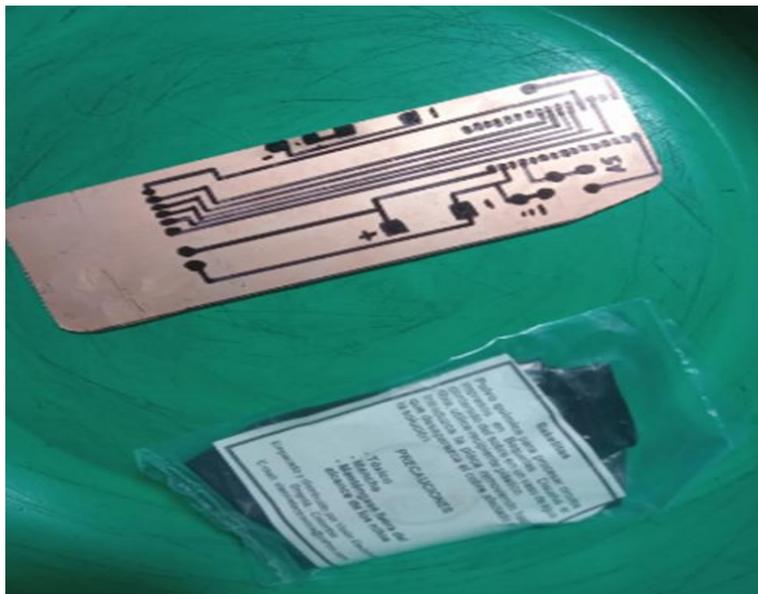
Impresión de circuitos en baquelas

En el emocionante módulo de Impresión de Circuitos en baquelas, los estudiantes del semillero conocieron el fascinante mundo de la impresión de circuitos electrónicos utilizando el laboratorio de química. Este laboratorio, equipado con las medidas de bioseguridad adecuadas, se convirtió en el escenario perfecto para experimentar con las baquelas y los circuitos impresos.

Guiados por el equipo de mentores, los estudiantes participaron activamente en la creación y prueba de circuitos impresos. Aprovechando las propiedades únicas de las baquelas y utilizando cloruro férrico en un proceso controlado para quemar los circuitos en estas superficies. Durante esta experiencia práctica, los estudiantes no solo adquirieron habilidades técnicas en electrónica, sino que también aprendieron sobre la importancia de la precisión y la atención al detalle en el mundo de la ingeniería mecatrónica.

Figura 23

Laboratorio de impresión circuitos



Fuente: autores de la investigación.

El enfoque se centró no solo en la ejecución técnica, también en el proceso de aprendizaje. Fomentando un ambiente colaborativo donde los estudiantes se sintieran libres de experimentar, cometer errores y aprender de ellos. Las sesiones de práctica estaban llenas de emoción y descubrimiento, ya que los estudiantes veían cómo sus diseños cobraban vida en forma de circuitos impresos en las baquelas.

Además, las habilidades prácticas adquiridas en este módulo no solo fueron valiosas desde el punto de vista técnico, sino que también ayudaron a los estudiantes a desarrollar habilidades de resolución de problemas, trabajo en equipo y pensamiento crítico. Estas habilidades son fundamentales en el mundo de la ingeniería, y la meta como mentores era asegurarse de que los

estudiantes no solo fueran competentes técnicamente, además que fueran capaces de enfrentar desafíos complejos con confianza y creatividad.

Figura 24

Laboratorio de impresión en váquelas



Fuente: autores de la investigación.

En conjunto con las prácticas de impresión de circuitos, las reuniones regulares con los directivos del semillero, permitieron ajustar y mejorar la pedagogía. Las sugerencias y orientaciones proporcionadas por ellos fueron invaluable para adaptar nuevas estrategias educativas y brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje excepcional.

Armado de robots con subgrupos del semillero

El módulo de Impresión de Circuitos en baquelas fue una parte integral del proceso de armado de robots en el semillero. Los participantes se organizaron en subgrupos para ensamblar robots complejos, incluyendo un invernadero, dos seguidores de línea y un robot sumo. Este emocionante desafío no solo requirió habilidades técnicas, sino que también una comprensión profunda de los principios de ingeniería y un trabajo en equipo excepcional.

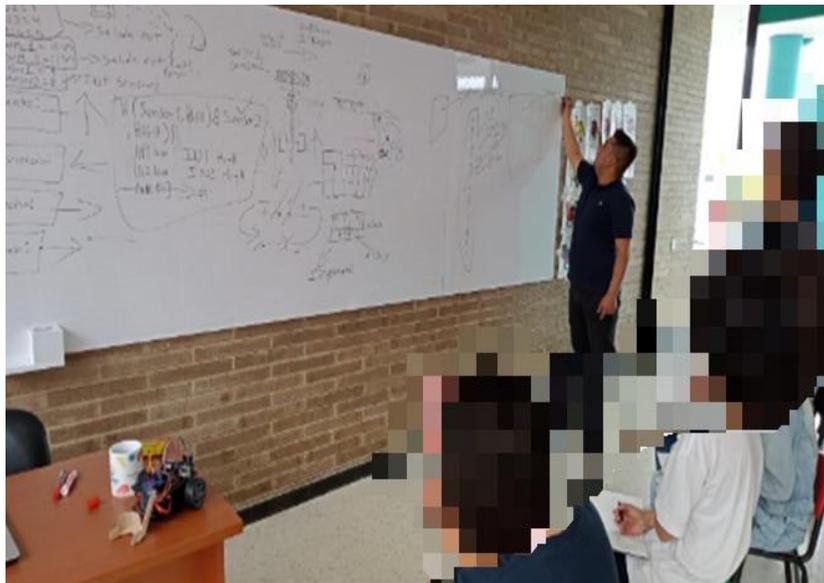
Cada subgrupo se sumergió en el proceso de diseño, seleccionando cuidadosamente los

componentes electrónicos y estructurales adecuados para sus robots específicos. La impresión de circuitos en baquelas se convirtió en una parte fundamental de este proceso, ya que permitió a los participantes personalizar y crear circuitos específicos para las necesidades de sus robots. Esta personalización no solo mejoró la funcionalidad de los robots, también enseñó a los estudiantes sobre la importancia de la adaptabilidad y la creatividad en el campo de la ingeniería.

La colaboración fue clave durante esta actividad. Los estudiantes compartieron ideas, resolvieron problemas y trabajaron juntos para superar desafíos técnicos. El trabajo en equipo no se limitó a la fase de diseño, se extendió a la etapa de construcción, donde cada subgrupo se esforzó por ensamblar sus robots de manera precisa y eficiente.

Figura 25

Explicación programación de robots en ARDUINO®



Fuente: autores de la investigación.

El resultado final fue asombroso: cuatro robots completamente funcionales, cada uno con su propósito único. Desde el invernadero, diseñado para crear un ambiente controlado para el crecimiento de plantas, hasta los seguidores de línea y el robot sumo, cada creación fue el testimonio del arduo trabajo y la dedicación de los estudiantes del semillero de robótica educativa.

Además de las habilidades técnicas adquiridas, esta experiencia también dejó una impresión duradera en los estudiantes. Aprendieron sobre la importancia de la colaboración, la

perseverancia y la creatividad en el mundo de la ingeniería. También comprendieron cómo los pequeños detalles, como los circuitos impresos en las váquelas, podían marcar una gran diferencia en el rendimiento y la funcionalidad de un robot.

Este módulo no solo fue una experiencia educativa, fue un viaje de descubrimiento. Los estudiantes aprendieron sobre robótica y electrónica, también sobre sí mismos y sus habilidades para superar desafíos complejos.

Figura 26

Construcción de robots



Fuente: autores de la investigación.

Elaboración de guía para la creación de robot dron

En el módulo de elaboración de guía para la creación de robot dron, los estudiantes del semillero de robótica educativa participaron en un proyecto emocionante y educativo la creación de un prototipo de robot dron autónomo. este proyecto les brindó la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en un contexto práctico, que también les permitió desarrollar habilidades esenciales en documentación, colaboración y programación avanzada.

La tarea principal de este módulo consistió en la elaboración de una guía detallada que abarcara todo el proceso de creación del dron, desde la selección cuidadosa de los componentes hasta la programación avanzada para garantizar su funcionamiento autónomo. Los estudiantes se sumergieron en el mundo complejo de la ingeniería de drones, aprendiendo sobre la aerodinámica,

la electrónica de vuelo y los algoritmos de control necesarios para crear un dron totalmente funcional.

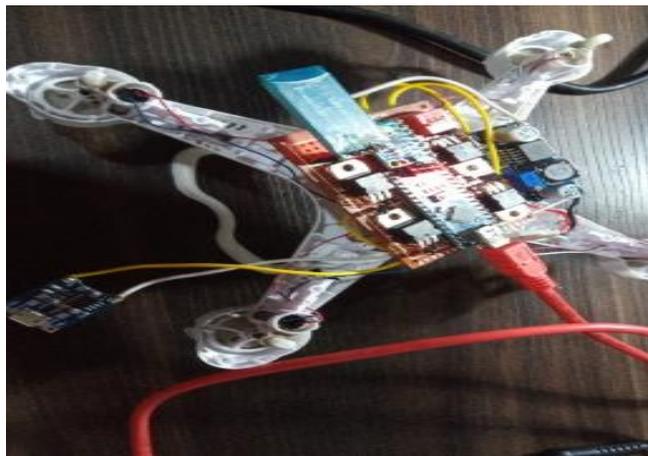
Durante el proceso, los estudiantes trabajaron en equipos colaborativos, compartiendo conocimientos y habilidades para superar los desafíos técnicos. Se enfocaron en aspectos clave como la elección de los motores y las hélices, la estructura del chasis, la instalación de sensores y cámaras, y la programación del dron para vuelo autónomo y control remoto. Cada paso del proceso fue meticulosamente documentado en la guía, lo que proporcionó un recurso valioso para futuros estudiantes y entusiastas de la robótica.

Además de las habilidades técnicas, este módulo también enseñó a los estudiantes sobre la importancia de la precisión y la atención al detalle en ingeniería. La calibración cuidadosa de los componentes y la comprensión profunda de los principios físicos fueron cruciales para el éxito del proyecto. Los estudiantes también exploraron temas éticos y legales relacionados con el uso de drones, lo que les brindó una perspectiva completa sobre la responsabilidad que conlleva la tecnología que estaban creando.

Al finalizar este módulo, los estudiantes habían creado un prototipo funcional de un robot dron autónomo, habían desarrollado habilidades esenciales en trabajo en equipo, solución de problemas, documentación técnica y programación. Este proyecto fue una experiencia educativa integral, un testimonio del talento y la dedicación de los participantes del Semillero de Robótica Educativa junto con la Universidad de Boyacá.

Figura 27

Construcción dron



Fuente: autores de la investigación.

Desarrollo de aplicaciones para control de robots con Kodular

En el módulo de desarrollo de aplicaciones para control de robots con kodular, los estudiantes del semillero de robótica educativa conocieron el mundo de la programación móvil y su aplicación práctica en el control de robots. utilizando la plataforma Kodular, los participantes adquirieron habilidades fundamentales para el desarrollo de aplicaciones intuitivas y funcionales.

Durante este módulo, los estudiantes aprendieron a diseñar interfaces de usuario atractivas y fáciles de usar en Kodular, que les permitieron controlar los robots de forma remota. Este enfoque moderno y accesible les brindó una comprensión profunda de la programación de aplicaciones móviles, les permitió explorar las posibilidades ilimitadas de interacción con los robots que habían construido anteriormente.

La experiencia de desarrollar aplicaciones de control para robots fue educativa, creativa. Los estudiantes se enfrentaron a desafíos interesantes, como la creación de botones de control intuitivos, la integración de sensores en tiempo real y la optimización del rendimiento de la aplicación para una experiencia de usuario fluida.

Además de aprender sobre la programación de aplicaciones móviles, los participantes también comprendieron la importancia del diseño centrado en el usuario. Se enfocaron en crear interfaces que fueran amigables para personas de todas las edades y niveles de experiencia, lo que resultó en aplicaciones intuitivas y accesibles para el control de los robots del semillero de robótica educativa.

Este módulo amplió el conocimiento técnico de los estudiantes, fomentó la creatividad y el pensamiento innovador. Al finalizar el módulo, los participantes tenían la capacidad de controlar robots a través de aplicaciones móviles, la confianza y la habilidad para diseñar y crear sus propias aplicaciones interactivas en el futuro.

Figura 28

Aplicación móvil del control de un robot sumo



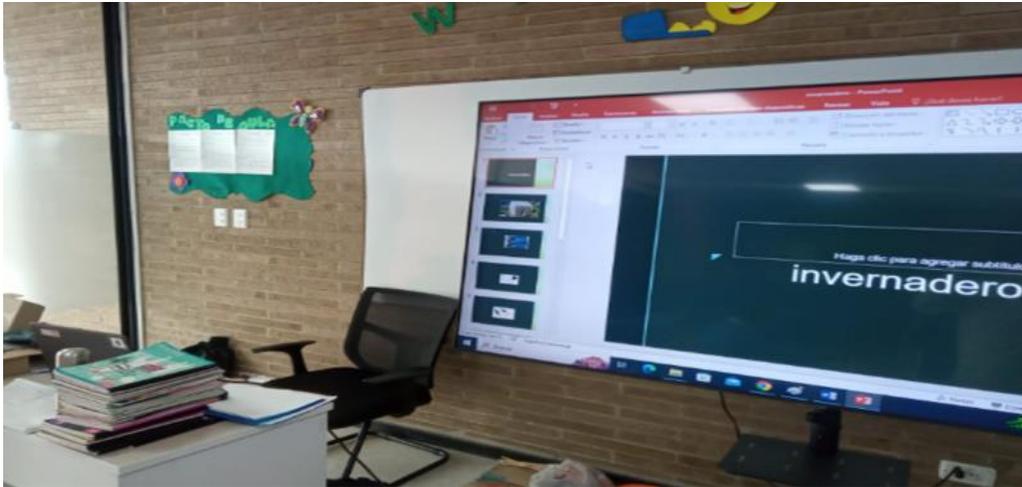
Fuente: autores de la investigación.

Participación en el tercer encuentro juvenil de robótica

En el tercer encuentro juvenil de robótica, el semillero de robótica educativa junto con los autores participó activamente, desempeñando un papel crucial en la preparación para el evento. Se llevaron a cabo presentaciones detalladas, donde los autores, en el rol de tutores, capacitaron a los diferentes grupos creados para cada competencia. El objetivo principal de estas sesiones fue asegurarse de que los estudiantes estuvieran completamente familiarizados con los conceptos clave y que pudieran aclarar cualquier duda que pudieran tener. Estas presentaciones proporcionaron información esencial, que también brindaron un espacio interactivo para que los estudiantes compartieran ideas y se sintieran seguros en su preparación para el evento.

Figura 29

Exposiciones para reforzar conceptos de los proyectos



Fuente: autores de la investigación.

En el evento en sí, el semillero se destacó con su participación activa y creativa. Presentaron una variedad de proyectos innovadores, entre los que se encontraban los seguidores de línea y el robot sumo, que capturaron la atención del público con su ingeniosa funcionalidad y diseño.

El prototipo de invernadero desarrollado por el semillero impresionó a los espectadores, además de ser galardonado con el premio al sistema de control y automatización junior. Este reconocimiento destacado subraya la excelencia y la innovación que el semillero aporta al campo de la robótica educativa. La victoria en esta categoría específica fue un testimonio del arduo trabajo y la dedicación de los estudiantes, también de la calidad del diseño y la implementación del sistema de automatización del invernadero, que se destacó entre otros proyectos competitivos.

Figura 30

Participación en el encuentro juvenil de robótica

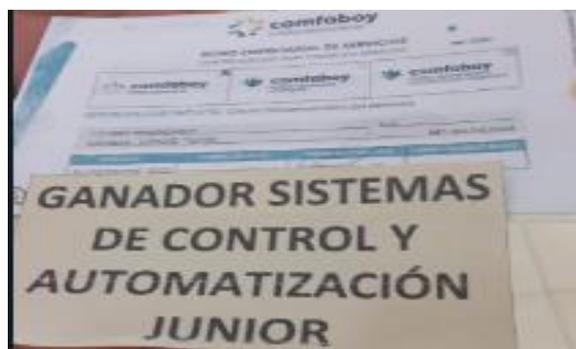


Fuente: autores de la investigación.

La participación en este evento brindó una oportunidad invaluable para exhibir los logros del semillero, fomentó la colaboración, la competencia amistosa y el intercambio de conocimientos con otros entusiastas de la robótica. Este evento fue un escaparate para las habilidades técnicas y la creatividad de los estudiantes, una experiencia enriquecedora que impulsó su pasión por la robótica y les proporcionó una plataforma para aprender de sus compañeros y expertos en el campo.

Figura 31

Premio que gano el proyecto de invernadero



Fuente: autores de la investigación.

Evaluación del fortalecimiento del semillero de robótica educativa

A continuación, se muestra el progreso del semillero de robótica educativa del colegio Comfaboy. Se detallan los productos innovadores creados por los estudiantes, evidenciando la aplicabilidad de sus habilidades. Además, se analizó la participación del semillero en eventos locales y científicos, resaltando su crecimiento y visibilidad a nivel nacional e internacional. Un enfoque clave del capítulo es el análisis profundo de la evolución del conocimiento de los estudiantes a través de una prueba diagnóstica, revelando las áreas de mejora y fortaleza. Este capítulo ofrece una visión completa de la mejora del semillero de robótica educativa.

Productos generados

Durante el proceso de fortalecimiento del Semillero en Robótica, se generaron una variedad de productos innovadores que participaron en diversos eventos, tanto internos como externos. Los estudiantes aplicaron sus habilidades y conocimientos en diferentes competencias, mostrando la versatilidad y el alcance de sus proyectos como se muestra en la evidencia (Anexo c). Estos son algunos de los robots desarrollados y los eventos en los que participaron.

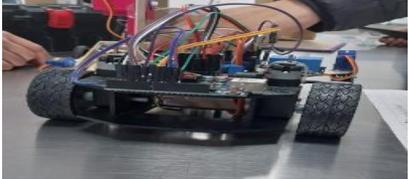
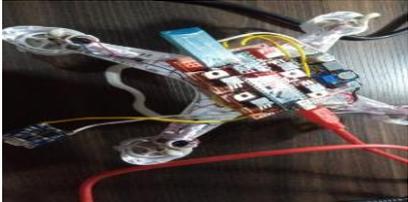
Robot Seguidor de Línea y Recolector de Pelotas de Ping Pong: participación en el mega torneo internacional de robótica que se realizó como sede en la universidad de América en Bogotá Colombia.

Robot Seguidor de Línea: participación en eventos educativos del colegio Comfaboy en Tunja, Boyacá, donde demostró su capacidad para seguir líneas de manera precisa y eficiente.

Robot Sumo: participación en competencias de sumo robótico, destacándose por su potencia y estrategia en el enfrentamiento con otros robots sumo.

invernadero automatizado presentación el encuentro juvenil de robótica, donde se exhibió el sistema de control y automatización del invernadero, resaltando su contribución a la agricultura moderna y sostenible.

Tabla 6*Productos generados por el semillero en robótica educativa*

DESCRIPTION	ROBOT
Seguidor de línea y recolector pelotas de ping pong	
Seguidor de línea	
Seguidor de línea y recolector pelotas de ping pong	
Seguidor de línea	
Sumo	
Invernadero	
Dron	

Fuente: autores de la investigación.

Participación en competencias y eventos científicos

el semillero de robótica educativa del colegio Comfaboy, se destacó a través de su participación activa en diversas competencias y eventos científicos, donde demostraron su excelencia en el campo de la robótica educativa. Sus logros resaltaron la innovación y el talento de los estudiantes, a continuación, se muestran los eventos en los que se participó.

Tabla 7

Eventos y posters

Evento	Poster
Mega torneo de robótica	
Muestra de talentos 19 de ingeniería mecatrónica	
Encuentro internacional de investigación universitario ENIIU-2023	
3 encuentro juvenil de robótica	

Fuente: autores de la investigación.

Resultados del conocimiento en áreas clave de robótica educativa

Los estudiantes del semillero de robótica educativa del colegio Comfaboy, mejoraron significativamente sus conocimientos en áreas clave como circuitos eléctricos, microcontroladores, programación, ARDUINO® y sensores. Esta mejora se destaca en la comparación entre los resultados de la prueba inicial y final, evidenciando un progreso sustancial desde un nivel básico hasta habilidades más altas. Este logro demuestra el éxito del enfoque educativo centrado en ARDUINO® y refleja el compromiso y esfuerzo de los estudiantes, así como la efectividad de las estrategias educativas implementadas en el semillero (Anexo b).

Tabla 8*Resultados prueba diagnóstica final*

Estudiante	Circuitos eléctricos	Microcontrolador	Programación	Arduino®	Sensores
A	5	5	5	5	5
B	5	5	5	5	5
C	5	4	4	5	5
D	4	4	4	4	4
E	5	4	5	5	5
F	4	4	5	4	4
G	4	4	4	4	4
H	5	5	4	4	4
I	5	4	5	4	4
J	4	5	4	4	4
K	4	4	4	4	4
L	3	3	3	3	3

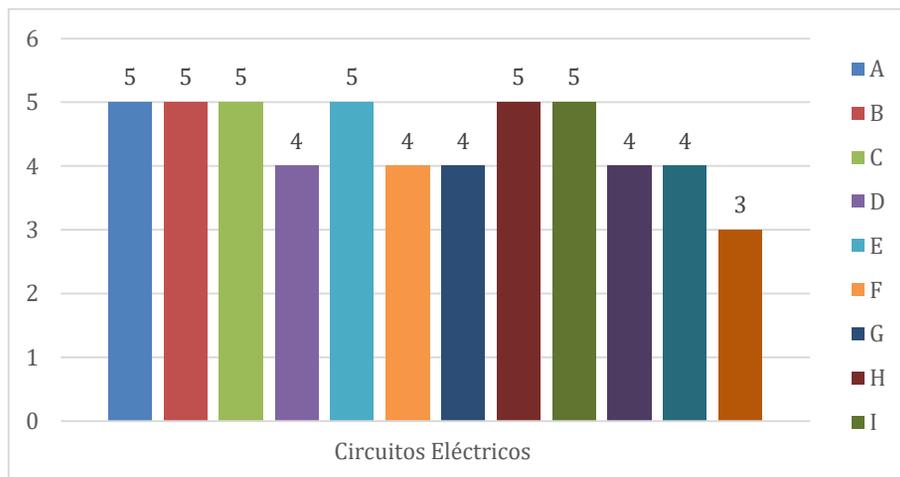
Fuente: autores de la investigación.

Circuitos eléctricos

Los estudiantes del semillero demostraron un conocimiento sólido en circuitos eléctricos, con un promedio de calificaciones de 4.5. Aunque algunos tienen una comprensión básica, la mayoría muestra un conocimiento avanzado, indicando una base sólida en este tema.

Figura 32

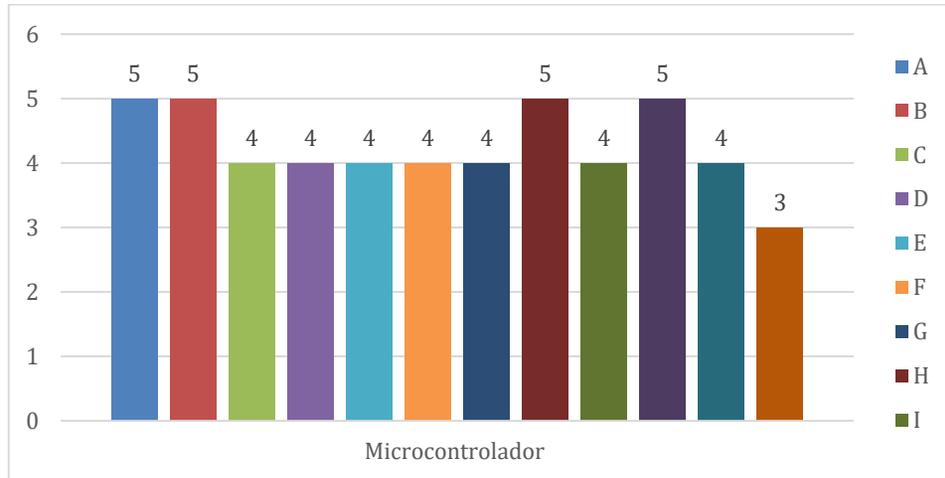
Conocimiento final en circuitos eléctricos



Fuente: autores de la investigación.

Microcontroladores

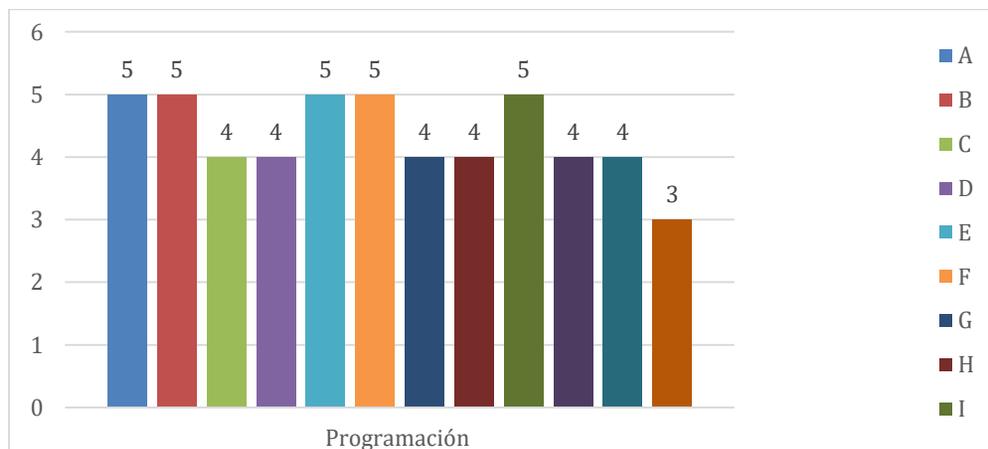
Las calificaciones en microcontroladores fueron consistentes, con un promedio de 4.3. La mayoría de los estudiantes poseen un conocimiento intermedio, lo que sugiere una base sólida y homogénea en este aspecto.

Figura 33*Conocimiento final en microcontroladores*

Fuente: autores de la investigación.

Programación

Las habilidades de programación variaron ampliamente, con un promedio de 4.2. Algunos estudiantes alcanzaron un dominio avanzado, mientras que otros están en las etapas iniciales. Esta diversidad ofrece oportunidades para estrategias de enseñanza diferenciadas.

Figura 34*Conocimiento final en programación*

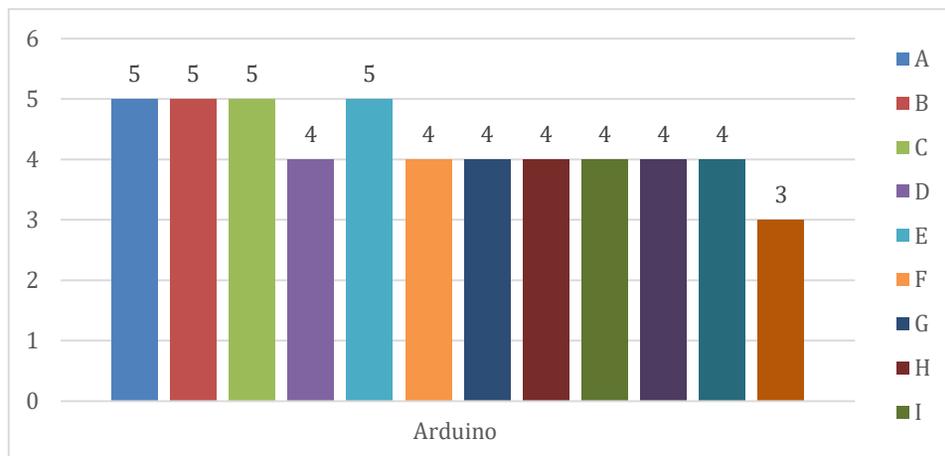
Fuente: autores de la investigación.

ARDUINO®

Los resultados en ARDUINO® abarcaron desde conocimientos básicos hasta avanzados, con un promedio de 4.1. La gama amplia de habilidades indica una diversidad en el nivel de conocimiento de los estudiantes.

Figura 35

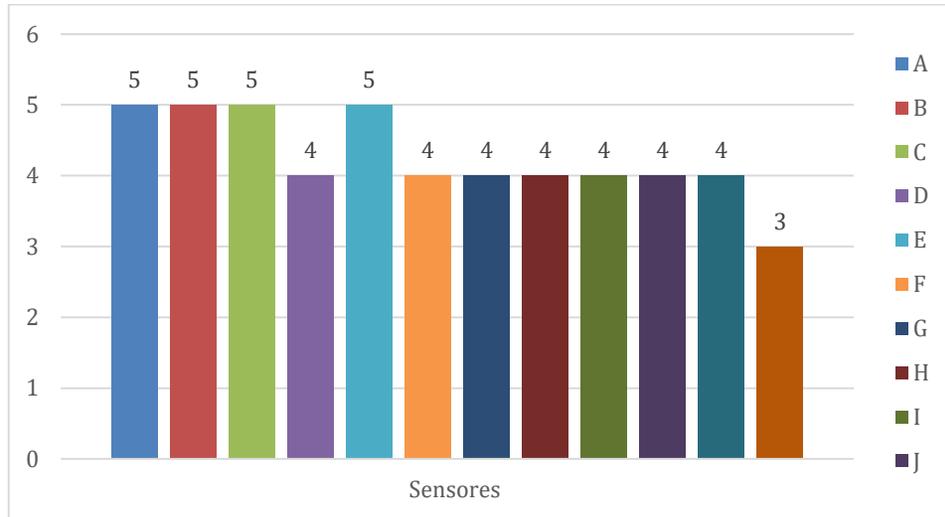
Conocimiento final en ARDUINO®



Fuente: autores de la investigación.

Sensores

Las calificaciones en sensores estaban distribuidas en un rango de 3 a 4, con un promedio de 3.5. Aunque algunos estudiantes tienen una comprensión limitada, otros demuestran un conocimiento moderado. Esta área específica ofrece oportunidades para mejorar y profundizar las habilidades de los participantes.

Figura 36*Conocimiento final en sensores*

Fuente: autores de la investigación.

En conjunto, estos resultados revelaron una diversidad de niveles de conocimiento en el semillero. A pesar de las diferencias, la mayoría de los estudiantes están muy bien en las áreas evaluadas. La consistencia en las calificaciones indica que los participantes tienen una base sólida en robótica educativa. Las áreas identificadas para mejora, como los sensores, proporcionan puntos de enfoque para el plan de enseñanza futuro, permitiendo un aprendizaje más personalizado y efectivo para todos los participantes. Estos resultados sólidos sientan las bases para el desarrollo continuo del semillero, proporcionando una plataforma para el crecimiento y la excelencia en robótica educativa.

Análisis de resultados prueba diagnóstica inicial y final

Tabla 9

Resultados comparativos entre la prueba inicial y la final

Áreas Clave	Resultados iniciales	Resultados finales
Circuitos Eléctricos	3.0	4.5
Microcontroladores	3.0	4.3
Programación	3.0	4.2
ARDUINO®	3.0	4.1
Sensores	3.0	3.5

Fuente: autores de la investigación.

Descripción de los resultados

Después de implementar las estrategias educativas, los resultados en todas las áreas clave de robótica educativa mostraron mejoras notables. En circuitos eléctricos, los estudiantes aumentaron su conocimiento en promedio de 3.0 a 4.5. Esta mejora indica un entendimiento avanzado y una sólida base en los principios de los circuitos eléctricos, demostrando un progreso significativo en esta área.

En microcontroladores, los estudiantes también mostraron una mejora en sus conocimientos, con un aumento promedio de 3.0 a 4.3. Este avance indica una base intermedia y sólida en los microcontroladores, sugiriendo que las prácticas y los productos implementados ayudaron a fortalecer las habilidades de los estudiantes en este campo.

En cuanto a Programación, la variabilidad en las habilidades se mantuvo, pero en promedio, los estudiantes elevaron sus conocimientos de 3.0 a 4.2. Esta mejora señala que las estrategias pedagógicas y las prácticas desarrolladas contribuyeron a aumentar el dominio de la programación en el semillero.

En el área de ARDUINO®, los estudiantes también demostraron mejoras, con un aumento promedio de 3.0 a 4.1 en sus conocimientos. Esta variabilidad en las habilidades indica que las prácticas y productos implementados abordaron las necesidades individuales de los estudiantes, permitiéndoles desarrollar habilidades desde niveles básicos hasta avanzados.

Finalmente, en sensores, los estudiantes mejoraron su conocimiento de 3.0 a 3.5 en promedio. Aunque algunas áreas siguen necesitando más atención, este progreso indica una comprensión mejorada y sugiere que las estrategias y prácticas implementadas fueron efectivas para abordar las áreas específicas.

En general, estos resultados destacaron el impacto positivo de las estrategias educativas, los productos desarrollados y las prácticas implementadas en el semillero de robótica educativa. La diversidad de habilidades entre los estudiantes se abordó de manera efectiva, asegurando que cada participante recibiera la atención y el apoyo necesarios para su progreso individual. Estos logros sólidos sentaron las bases para el desarrollo del semillero, proporcionando una plataforma estable para el crecimiento continuo y la excelencia en robótica educativa.

Las prácticas realizadas para desarrollar este proyecto fueron certificadas por el colegio confaboy (Anexo d).

Se llevó a cabo la sustentación ante los encargados del semillero de robótica educativa. Durante esta presentación, se mostraron los resultados iniciales de la prueba diagnóstica, marcando el punto de partida en términos de conocimientos adquiridos. Con meticuloso detalle, se compararon estos resultados iniciales con los finales, revelando un viaje transformador. Los encargados del semillero fueron guiados a través de un análisis profundo que evidenció el crecimiento en las habilidades y conocimientos de los participantes.

Figura 37

Sustentación de los resultados de las pruebas



Fuente: autores de la investigación.

Los autores del proyecto, de parte del programa de ingeniería mecatrónica de la Universidad de Boyacá fortalecieron la conexión entre la universidad y el colegio Comfaboy. Presentando detalladamente el plan académico de ingeniería mecatrónica y los logos universitarios al semillero de robótica educativa, inspirando a los estudiantes con las oportunidades que ofrece la ingeniería mecatrónica. Este gesto construyó un puente educativo entre la academia y el entusiasmo juvenil por la robótica.

Figura 38

Entrega de publicidad del programa de ingeniería mecatrónica



Fuente: autores de la investigación.

Para la despedida se tomó una foto final de los tutores y los supervisores del semillero de robótica educativa frente a las instalaciones del colegio Comfaboy. Cabe mencionar que los registros fotográficos tanto del ingeniero Mario Jorge Mario Pineda Espitia como del licenciado Iván Soler Hernández, se pudieron dar a conocer en el documento gracias al consentimiento informado firmado por ellos mismos (Anexo e).

Figura 39

Imagen de los encargados del semillero en robótica educativa



Fuente: autores de la investigación.

Tabla 10

Cumplimiento de los objetivos planteados

Objetivos	Descripción
Objetivo Específico 1: diagnosticar el conocimiento en temáticas de electrónica y programación para los estudiantes del semillero de investigación	Evaluación integral del conocimiento en áreas clave (electrónica y programación) mediante pruebas diagnósticas, actividades prácticas. Análisis de resultados para personalizar estrategias educativas y ofrecer apoyo específico a estudiantes con dificultades.
Objetivo Específico 2: desarrollar módulos, guías y actividades tanto teóricas como prácticas que involucren ARDUINO® como principal herramienta pedagógica.	Se realizó la implementación de módulos y prácticas centradas en ARDUINO®. Incluyendo construcción y programación de robots, tutorías personalizadas y recursos educativos detallados, participación en competencias y eventos científicos.

Objetivo Específico 3: evaluar el fortalecimiento del semillero de robótica educativa del colegio Comfaboy en términos de conocimientos adquiridos

Implementación de prueba diagnóstica final para evaluar el progreso, donde se realizó una comparación entre los conocimientos iniciales y los finales. Productos desarrollados por los estudiantes (robots y sistemas automatizados).

Objetivo General: implementar módulos en robótica básica basados en ARDUINO®, como estrategia para el fortalecimiento del semillero de investigación en robótica educativa de la Institución educativa Comfaboy de Tunja.

El diagnóstico condujo a la implementación de estrategias que se acomodaran a las necesidades del grupo. Desarrollo de módulos con ARDUINO® facilitó aplicación práctica de conocimientos. Evaluación exhaustiva demostró la mejora en conocimiento y calidad de proyectos. Resultado: semillero mejorado en términos de conocimientos adquiridos en el semillero de robótica educativa.

Fuente: autores de la investigación.

Conclusiones

Al analizar detenidamente la información presentada, que muestra la comparativa entre los resultados de la prueba inicial y la final, se evidencio un progreso significativo y una mejora notable en el conocimiento y las habilidades adquiridas por los estudiantes del Semillero de Robótica Educativa del Colegio Comfaboy, estos resultados de fortalecimiento que se destacaron con los datos cuantitativos, fueron el resultado directo del esfuerzo conjunto y del enfoque dedicado hacia el cumplimiento de los objetivos trazados. Cada objetivo específico, desde el diagnóstico inicial hasta el desarrollo de módulos y actividades centradas en ARDUINO®, se cumplió de manera sobresaliente, marcando hitos tangibles en el crecimiento educativo de los participantes en áreas clave como circuitos eléctricos, microcontroladores, programación, ARDUINO® y sensores.

El semillero de robótica educativa del colegio Comfaboy tuvo el privilegio de participar en eventos de gran relevancia, como el mega torneo internacional de robótica, el encuentro internacional de investigación universitaria (ENIIU-2023) y el tercer encuentro juvenil de robótica. Estas experiencias proporcionaron una plataforma para exhibir los logros del semillero, incluyendo robots seguidores de línea, drones autónomos y sistemas de control y automatización, y ofrecieron oportunidades invaluable para aprender de otros, intercambiar ideas y mejorar las habilidades prácticas.

La presencia del semillero en los medios de comunicación local y nacional lo hizo visible ante una audiencia más amplia, también sirvió como fuente de inspiración para otros, alentándolos a unirse a este enfoque educativo en el mundo de la robótica, también la cobertura mediática brindó una plataforma valiosa para compartir las experiencias y conocimientos acumulados, fortaleciendo aún más el compromiso del semillero con la excelencia en el ámbito de la robótica educativa.

Más allá de los logros cuantificables, los resultados cualitativos fueron igualmente

notables. Los estudiantes adquirieron habilidades técnicas sólidas y también desarrollaron habilidades interpersonales, trabajo en equipo y liderazgo a través de su participación activa en diversos proyectos con la diversidad de iniciativas que los estudiantes fueron desarrollando, desde la creación de robots seguidores de línea hasta la implementación de drones autónomos y sistemas de control y automatización, permitió a los estudiantes explorar y experimentar diversas facetas de la robótica, fomentando así su creatividad y capacidad de innovación.

Recomendaciones

Basándonos en la experiencia en el desarrollo del semillero de robótica educativa del colegio Comfaboy y considerando los desafíos y éxitos encontrados durante este proceso, se identificaron varias recomendaciones que podrían ser útiles para futuros proyectos similares. Estas recomendaciones están dirigidas tanto a instituciones educativas como a investigadores y educadores interesados en promover la robótica educativa y el aprendizaje STEM en entornos escolares. A continuación, se presentan algunas recomendaciones clave:

Fomentar la colaboración interinstitucional: la colaboración entre instituciones educativas y universidades puede enriquecer significativamente los programas de robótica educativa. Establecer asociaciones sólidas con universidades y centros de investigación puede proporcionar acceso a recursos técnicos, conocimientos especializados y oportunidades de participación en eventos y competencias.

Integrar la robótica en el currículo escolar: la robótica educativa debería ser integrada de manera efectiva en el currículo escolar para garantizar la continuidad y la coherencia en el aprendizaje. Esto implica la formación de profesores para que estén capacitados en el uso de tecnologías de robótica y puedan incorporar estas herramientas en sus clases.

Fomentar la creatividad y la innovación: los programas de robótica educativa deben fomentar la creatividad y la innovación. Los estudiantes deben tener la libertad de explorar ideas creativas y soluciones innovadoras para problemas del mundo real. Los proyectos deberían ser diseñados de manera flexible para permitir la expresión de la creatividad individual y grupal.

Incorporar la resolución de problemas: la robótica educativa es una excelente manera de enseñar habilidades de resolución de problemas. Los proyectos deberían plantear desafíos que requieran que los estudiantes apliquen conocimientos teóricos en situaciones prácticas. Fomentar el pensamiento crítico y el razonamiento lógico es fundamental.

Referencias

- Pérez, G., y Mendoza, M. (2020). Robótica educativa: Propuesta Curricular para Colombia. *Educación y Educadores*, 23(4), 487-506.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012312942020000400577&script=sci_arttext
- Andina Stereo. (2023, 18 de abril). *Colegio Comfaboy de Tunja fue invitado al Megatorneo Internacional de Robótica 2023*.
<https://www.andinastereo.com/noticia.php?id=46913>
- Angarita, M., Deco, C., Bender, C., y Collazos, C. (2021). Una propuesta para el desarrollo de pensamiento computacional en niños y jóvenes. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 10(30), 10–38.
<https://doi.org/10.24215/18509959.30.E2>
- Bravo, F., y Forero, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación en la Sociedad de la Información*, 13(2), 120–136.
<https://gredos.usal.es/handle/10366/121799>
- Caballero, Y. y García, A. (2019). Fortaleciendo habilidades de pensamiento computacional en Educación Infantil: Experiencia de aprendizaje mediante interfaces tangible y gráfica. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 1-47.
<https://doi.org/10.17398/1695-288x.18.2.133>
- Castro, A., Aguilera, C., y Chávez, D. (2022). Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID-19. *Formación Universitaria*, 15(2), 151–162.
<https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151>
- García, O. (2022). La robótica educativa y el pensamiento computacional en la primera infancia y el hogar: Un estudio en la prensa digital. *Digital Education Review*, 41(1), 3–16.

<https://doi.org/10.1344/DER.2022.41.124-139>

Gómez, M., Palacio, L., Manrique, B., Villada, B., y Arbeláez, S. (2019, junio). Experiencias exitosas de enseñanza de programación y robótica en educación básica y media. *En Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*.
<https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760991>

Colombia Aprende. (2023, 12 de junio). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*.
<https://colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/guias-de-robotica>

Dias, J., Queiruga, C., Banchoff, C., Fava, L., y Harari, V. (2024). *Robótica educativa y videojuegos en el aula de la escuela*. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.

[https://www.researchgate.net/profile/Javier-Diaz-](https://www.researchgate.net/profile/Javier-Diaz-4/publication/292059872_Robotica_Educativa_y_Videojuegos_en_el_Aula_de_la_Escuela/links/56a8b5e508ae860e025775a5/Robotica-Educativa-y-Videojuegos-en-el-Aula-de-la-Escuela.pdf)

[4/publication/292059872_Robotica_Educativa_y_Videojuegos_en_el_Aula_de_la_Escuela/links/56a8b5e508ae860e025775a5/Robotica-Educativa-y-Videojuegos-en-el-Aula-de-la-Escuela.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Javier-Diaz-4/publication/292059872_Robotica_Educativa_y_Videojuegos_en_el_Aula_de_la_Escuela/links/56a8b5e508ae860e025775a5/Robotica-Educativa-y-Videojuegos-en-el-Aula-de-la-Escuela.pdf)

González, J., Jiménez, J., y Ramírez, J. (2010). *Nuevos modelos de aprendizaje y desarrollo de la creatividad usando agentes robóticos*. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Minas. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8711>

Keshvarparast, A., Battini, D., Battaia, O., y Pirayesh, A. (2023). Collaborative robots in manufacturing and assembly systems: Literature review and future research agenda. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34(2), 20-87.

<https://doi.org/10.1007/s10845-023-02137-w>

Kusiak, A. (2019). Fundamentals of smart manufacturing: A multi-thread perspective. *Annual Reviews in Control*, 47(2), 214–220. <https://doi.org/10.1016/J.ARCONTROL.2019.02.001>

Márquez, J., y Ruiz, J. (2014). Robótica educativa aplicada a la enseñanza básica secundaria. *Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*, 10(30), 1-12.
<https://dimglobal.net/revistaDIM30/docs/AR30robotica.pdf>

Jabbar, M. (2024). View of Smart-Glass Glazing Using Arduino and Android Application. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(5), 1-12.

<https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/19411/8831>

Ortiz, L., Jiménez, M., Puerta, J., y Posada, J. (2019). Herramienta de robótica educativa basada

- en Lego Mindstorms y VEX Robotics mediante software 3D y diseño mecatrónico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 34(1), 1–19. <https://doi.org/10.17013/risti.34.1-19>
- Patiño, K., Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J., Quintero, J., y Quiel, J. (2012). La Robótica Educativa, una Herramienta para la Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias y las Tecnologías. *Education in the Knowledge Society*, 13(2), 74–90. <https://doi.org/10.14201/EKS.9000>
- Ruíz, C., Montoya Quintero, D., y Jiménez, J. (2020). Un **ambiente visual integrado de desarrollo para el aprendizaje de programación en robótica**. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 9(1), 7–21. <https://doi.org/10.17081/invinno.9.1.3957>
- Silva, E., Viana, H., y Vilela, G. (2020). Active methodologies in a professional technical School. *Revista Portuguesa de Educacao*, 33(1), 158–173. <https://doi.org/10.21814/RPE.18473>
- Vivas, L., y Sáez, J. (2019). Integración de la **robótica educativa en educación primaria**. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(1), 107–129. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.1.107>