ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.2324

Impact of the Introduction to STEAM Fields: Promoting Technological Knowledge in Santa Lucía, Ecuador, Through a Community Service Initiative by ESPOL

Daniel Cevallos V.[1]; Jhon Larreategui[2]; Maricela Freire[3]; Holger Cevallos[4]; Erasmo García[5];
[1,2,3,4]Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC), Ecuador,
dacevall@espol.edu.ec, jhoalarr@espol.edu.ec, marefrei@espol.edu.ec, hcevallo@espol.edu.ec
[5]Universidad Internacional del Ecuador UIDE, Quito 170411, Ecuador, *ergarcia@uide.edu.ec*

Abstract*– This article analyzes the impact of the community project " Desarrollo acuícola y uso de TICs en la Unidad Educativa Fiscal del Milenio Enrique López Lascano, Fase 2" implemented by ESPOL as part of pre-professional community service internships during the first and second semesters of 2024. The project was executed by students of Electronics and Automation Engineering and Telecommunications Engineering under the guidance of faculty advisors from the Faculty of Electrical Engineering and Computer Science (FIEC) at the Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Given the lack of technical training in educational institutions in the Santa Lucía canton, Ecuador, this project aimed to teach basic electronics, programming fundamentals, and automation to Ninth-Year General Basic Education (EGB) students and Second-Year Unified General Baccalaureate (BGU) students at the aforementioned institution, located in Santa Lucía, Ecuador. The goal was to develop technological solutions applicable to real-world scenarios, such as an Radio Frequency Identification (RFID)-based access control system, automated car control systems, automated activation systems, smart traffic lights, automatic trash bins, fire alarm systems, and internet-connected greenhouse monitoring systems. During the project's initial phase, a diagnostic assessment revealed that students had limited knowledge of electronics, programming, and automation fundamentals. However, they expressed strong interest in learning these technologies. Consequently, in-person sessions were implemented, combining introductory theoretical classes with Project-Based Learning (ABP) methodology, where ESPOL students served as instructors. By the project's conclusion, ninth-grade EGB and third-year BGU students presented their work at an academic fair held at the educational institution. There, they showcased their projects, demonstrating their acquired knowledge and strengthening their practical and communication skills. This educational approach not only enabled students to grasp foundational concepts in electronics, programming, and automation but also fostered collaborative teamwork. To validate the project's impact, an evaluation of student satisfaction and knowledge acquisition was conducted. The results reflected a positive response from participants, highlighting a significant increase in their understanding of the topics covered. Additionally, the project served as a motivational tool, encouraging students to consider pursuing disciplines in science, technology, engineering, and mathematics (STEM).

***Keywords*-- Electronics, Project-Based Learning (ABP), Automation, STEM Education, Programming Fundamentals.**

Impacto de la introducción a las áreas STEAM: Fomentando el conocimiento tecnológico en Santa Lucía, Ecuador a través de un servicio comunitario de la ESPOL

Daniel Cevallos V.[1]; Jhon Larreategui[2]; Maricela Freire[3]; Holger Cevallos[4]; Erasmo García[5];
[1,2,3,4]Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC), Ecuador,
dacevall@espol.edu.ec, jhoalarr@espol.edu.ec, marefrei@espol.edu.ec, hcevallo@espol.edu.ec
[5]Universidad Internacional del Ecuador UIDE, Quito 170411, Ecuador, *ergarcia@uide.edu.ec*

Resumen *– Este artículo analiza el impacto del proyecto comunitario "Desarrollo acuícola y uso de TICs en la Unidad Educativa Fiscal del Milenio Enrique López Lascano, Fase 2", implementado por ESPOL como parte de las prácticas preprofesionales de servicio comunitario durante el primer y segundo semestre del 2024. El proyecto fue ejecutado por estudiantes de Ingeniería en Electrónica y Automatización e Ingeniería en Telecomunicaciones bajo la dirección de profesores tutores de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Ante la ausencia de formación técnica en las unidades educativas del cantón Santa Lucía, Ecuador se propuso este proyecto con el objetivo de enseñar electrónica básica, fundamentos de programación y automatización a los estudiantes de Noveno Año de Educación General Básica (EGB) y Segundo Curso de Bachillerato General Unificado (BGU) de la institución mencionada, ubicada en el cantón Santa Lucía, Ecuador para crear soluciones tecnológicas aplicables a situaciones reales, tales como sistema de control acceso mediante tecnología Identificación por Radio Frecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), sistema de control de automóviles, sistema de activación automatizada, semáforo inteligente, tacho de basura automático, sistema de alarma contra incendios y sistema de monitoreo de invernaderos con conexión a internet. En la fase inicial del proyecto, se implementó una evaluación de diagnóstico inicial donde se evidenció que los estudiantes de la unidad educativa tenían poco conocimiento sobre fundamentos de electrónica, programación y automatización; no obstante, estaban interesados en aprender más sobre estas tecnologías. Por lo anteriormente expuesto se implementaron sesiones presenciales conformadas por clases introductorias teóricas conjunto con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) donde los estudiantes de la ESPOL hicieron el papel de instructores. Al final del proyecto, los estudiantes de noveno EGB y tercero BGU presentaron sus trabajos en una feria académica llevada a cabo en la unidad educativa, donde realizaron la exposición de sus proyectos, permitiendo demostrar lo aprendido y fortaleciendo sus habilidades prácticas y comunicativas. Este enfoque educativo permitió no solo adquirir conocimientos básicos relacionados a la electrónica, programación y automatización, sino también ayudó a fomentar el trabajo colaborativo. Para validar la trascendencia del proyecto, se llevó a cabo una evaluación del nivel de satisfacción y conocimientos adquiridos por los estudiantes. Los resultados obtenidos reflejaron una respuesta positiva por parte de los participantes, evidenciando un incremento significativo en la comprensión de los temas abordados. Además, el proyecto sirvió como una herramienta motivacional para que los estudiantes consideren orientarse hacia disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés).*

Palabras clave-- *Electrónica, Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Automatización, Educación STEM, fundamentos de programación.*

I. Introducción

Resulta fundamental que los estudiantes de cursos introductorios desarrollen habilidades prácticas, como el ensamblaje y reconocimiento de componentes electrónicos, así como la prueba de circuitos [1]. La electrónica y la automatización se han convertido en disciplinas imprescindibles para el desarrollo de competencias técnicas y digitales desde los niveles de primaria hasta la educación superior, al dotar a los estudiantes de la capacidad de diseñar, implementar y diagnosticar sistemas electrónicos y de control automatizado [2] [3]. En el contexto de escuelas y colegios, la incorporación de conocimientos tecnológicos, tales como circuitos básicos, programación, contribuye a cultivar habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, además de despertar el interés por carreras STEM en etapas tempranas [4] [5]. La implementación de la Metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) potencia estos beneficios al situar a los estudiantes en el centro de procesos formativos activos, donde desarrollan proyectos integradores, por ejemplo, el diseño de un prototipo electrónico o un sistema automatizado que combinan teoría y práctica de manera contextualizada [6] [7]. Estudios recientes subrayan que el ABP en educación electrónica no solo incrementa las competencias técnicas y las habilidades colaborativas, sino que también favorece el desarrollo de la creatividad y el pensamiento sistémico [8] [9].

De acuerdo con el censo más reciente, el cantón Santa Lucía cuenta con una población de 43,700 habitantes, de los cuales 6,798 son estudiantes entre 10 y 19 años que cursan desde el Octavo año de Educación General Básica (EGB) hasta el Tercero de Bachillerato General Unificado (BGU) [10][11]. No obstante, cabe destacar que en este cantón existen cinco colegios, pero ninguno de ellos ofrece formación en bachillerato técnico [12]. Este tipo de educación es clave, ya que posibilita el desarrollo de competencias en tecnologías de la información y la comunicación (TIC), sirviendo como un puente para que los beneficios del Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) lleguen a las comunidades rurales [13].

Por esta razón, se ha seleccionado la Unidad Educativa Enrique López Lascano del cantón Santa Lucía, Ecuador como institución piloto para implementar este proyecto. Según los registros administrativos del periodo 2023-2024, esta institución cuenta con 539 estudiantes distribuidos entre Octavo EGB y Segundo BGU [14].

A partir de esta realidad, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ha implementado el proyecto "Desarrollo acuícola y uso de TIC en la Unidad Educativa Fiscal del Milenio Enrique López Lascano, Fase 2" durante el primer y segundo semestre de 2024 donde los estudiantes de las carreras de Ingeniería en Electrónica y Automatización e Ingeniería en Telecomunicaciones, bajo la dirección de profesores tutores de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC), formularon una propuesta pedagógica orientada a la integración de conocimientos de electrónica básica, fundamentos de programación y automatización a los estudiantes de Noveno EGB y Segundo BGU para el desarrollo de habilidades que permitirán aplicar soluciones innovadoras para problemáticas reales.

Este proyecto se enmarca en el compromiso de ESPOL con la sociedad, donde se conjugan las habilidades y experiencias de la comunidad con los conocimientos académicos y las innovaciones desarrolladas en las aulas y laboratorios. Como parte de estas acciones, los estudiantes de ESPOL realizan prácticas preprofesionales de servicio comunitario, diseñando proyectos y prototipos cuya implementación contribuye a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Teniendo que, entre los años 2013 y 2021, más de 70 mil personas fueron beneficiadas directamente por 329 proyectos ejecutados a través de la Unidad de Vinculación con la Sociedad de ESPOL [15].

En la fase inicial de este proyecto, se llevaron a cabo evaluaciones diagnósticas con el fin de medir los conocimientos previos de los estudiantes en temas relacionados con la electrónica, fundamentos de programación y automatización. Posteriormente se implementaron sesiones presenciales conformadas por clases introductorias teóricas conjunto con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) la cual fomenta el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración y la resolución de problemas, al tiempo que permite a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en contextos reales, y así incrementar su motivación y comprensión profunda de los contenidos [16]. Finalmente, los estudiantes de noveno EGB y tercero BGU presentaron sus trabajos en una feria académica llevada a cabo en la unidad educativa, donde realizaron la exposición de sus proyectos, permitiendo demostrar lo aprendido y fortaleciendo sus habilidades prácticas y comunicativas.

En términos generales, es evidente que el impacto de estas tecnologías en la educación tiene el potencial de romper ciclos de pobreza y promover un desarrollo sostenible al empoderar a los estudiantes para tomar decisiones informadas y acceder a mayores oportunidades, tal como se ha señalado en diversos estudios [17]. Además, la integración de plataformas como Arduino y microcontroladores fomenta un aprendizaje interdisciplinario que enriquece aún más la educación [18]- [23].

II. Evaluación Diagnóstica

Para llevar a cabo el proyecto, dentro de un total de 159 estudiantes compuesta por 82 estudiantes de 9no EGB y 77 estudiantes de 2do BGU de la Unidad Educativa Enrique López Lascano, se realizó una evaluación diagnóstica presencialmente en la jornada normal de clases a un total de 79 estudiantes, compuesta por 41 alumnos de 9no EGB y 38 de 2do BGU, con el propósito de analizar sus conocimientos previos. Cada evaluación diagnostica fue implementada en una hoja impresa que incluyó una combinación de preguntas, diseñadas para identificar su nivel de familiaridad con conceptos relacionados a electrónica, programación e Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), además de medir su interés por aprender sobre estas tecnologías. La muestra de estudiantes fue no probabilística por conveniencia.

Los resultados obtenidos proporcionaron una visión clara del nivel de conocimiento del alumnado y sus áreas de interés, sirviendo como punto de partida para orientar el desarrollo de las actividades del proyecto.

Fig. 1 Conocimiento sobre la Ley de Ohm.

Fig. 2 Conocimiento sobre Arduino.

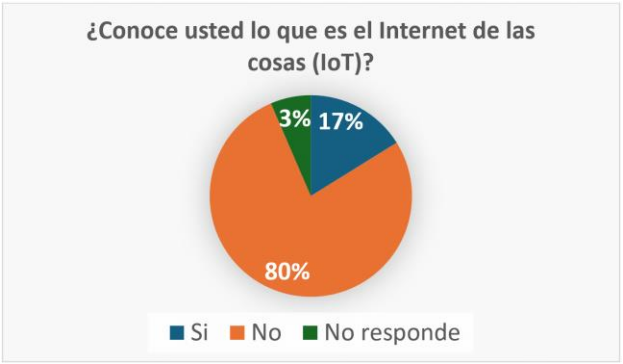

Fig. 3 Conocimiento sobre el IoT.

Como se evidencia en la Fig. 1, el 90% de los estudiantes desconocía el significado de la Ley de Ohm, lo que refleja una limitada comprensión de principios básicos en el campo de la electrónica. Del mismo modo, en la Fig. 2 se observa que el 90% de los participantes tampoco estaba familiarizado con Arduino, un elemento esencial en el desarrollo de proyectos de programación y automatización. Por otro lado, en la Fig. 3 se resalta que el 80% de los encuestados no tenía noción del concepto de IoT, un pilar fundamental en el desarrollo de tecnologías conectadas e inteligentes.

Este hallazgo fue clave para diseñar las sesiones prácticas, que se enfocaron en conceptos básicos de electrónica aplicada, fundamentos de programación y automatización, evidenciando que la mayoría de los encuestados desconocían estos temas, confirmando la necesidad de enfocarse en explicaciones introductorias y prácticas sencillas durante la capacitación.

Finalmente, se incluyó una pregunta destinada a explorar las carreras que los estudiantes consideran para su futuro académico, se presentan en el gráfico de barras de la Fig.4.

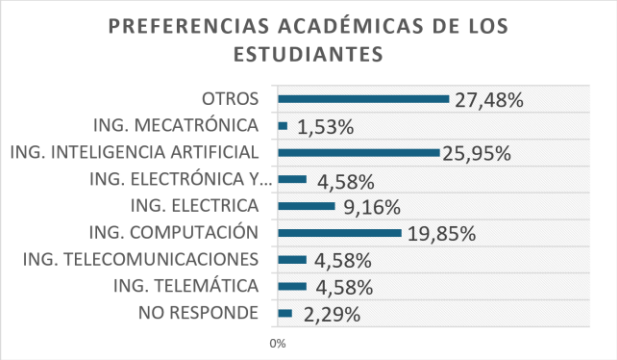

Fig. 4 Áreas de interés académico para la elección de carreras universitarias.

De acuerdo con los datos presentados en la Fig. 4, las tres áreas de mayor interés entre los estudiantes fueron Ingeniería en Inteligencia Artificial, Ingeniería en Computación e Ingeniería Eléctrica. Estos resultados sugieren que la incorporación de temas como dispositivos básicos de electrónica, circuitos controlados por placas Arduino, programación básica y automatización será de gran relevancia.

III. Metodología

El proyecto de vinculación fue desarrollado mediante clases introductorias teóricas conjunto con la metodología ABP, una estrategia educativa que promueve el aprendizaje activo a través de la creación y ejecución de proyectos reales. En este sentido, el ABP facilita la aplicación de conocimientos teóricos en contextos prácticos, permitiendo a los estudiantes adquirir habilidades mientras abordan problemas concretos y generan soluciones tangibles. Esto resulta especialmente beneficioso, ya que potencia el desarrollo de competencias fundamentales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la creatividad y el pensamiento crítico. Dichas competencias son esenciales para el éxito académico y profesional, particularmente en áreas tecnológicas [23].

Concretamente, la metodología ABP fue implementada a través de varias fases, comenzando con la identificación de problemas o necesidades específicas, como la creación de sistemas de control y monitoreo. En este contexto, los estudiantes trabajaron de manera colaborativa en el diseño de soluciones mediante tecnologías como Arduino. Este enfoque no solo fomentó el aprendizaje de conceptos tecnológicos, sino que además brindó a los estudiantes la posibilidad de aplicar dichos conocimientos en proyectos concretos, tales como sistema de control acceso, sistema de control de automóviles, sistema de activación automatizada, semáforo inteligente, tacho de basura automático, sistema de alarma contra incendios y sistema de monitoreo de invernaderos con conexión a internet. Así, se reforzó tanto la comprensión teórica como el uso práctico de herramientas tecnológicas.

Entre los beneficios más destacados del ABP en este proyecto [24] [16], se incluyen:

1. **Aprendizaje profundo:** La implementación de proyectos reales permitió a los estudiantes comprender de manera más efectiva los conceptos, integrándolos en situaciones prácticas que facilitaron la asimilación de la teoría.
2. **Participación activa:** El involucramiento directo en la resolución de problemas y la creación de soluciones incrementó significativamente la motivación y el compromiso de los estudiantes, promoviendo su participación activa en el proceso de aprendizaje.
3. **Desarrollo de habilidades prácticas:** Además de la teoría, los participantes adquirieron experiencia en programación, manejo de componentes electrónicos y diseño de soluciones tecnológicas, fortaleciendo así sus competencias técnicas.
4. **Trabajo colaborativo:** La interacción constante entre los estudiantes politécnicos y los de la unidad educativa fomentó la colaboración, el intercambio de ideas y la co-creación de soluciones, generando una experiencia de aprendizaje más enriquecedora y efectiva.

En la fase final, los estudiantes participaron en una feria de proyectos donde se presentaron diversas iniciativas diseñadas para abordar problemáticas específicas mediante la aplicación de tecnologías emergentes. Los proyectos desarrollados fueron los siguientes:

Sistema de Control de Acceso: Este proyecto aborda la problemática de la seguridad en espacios restringidos, ofreciendo una solución automatizada para gestionar el ingreso exclusivo de personas autorizadas. El sistema se basa en la utilización de tarjetas RFID, lo que contribuye a la reducción de accesos no permitidos en áreas sensibles.

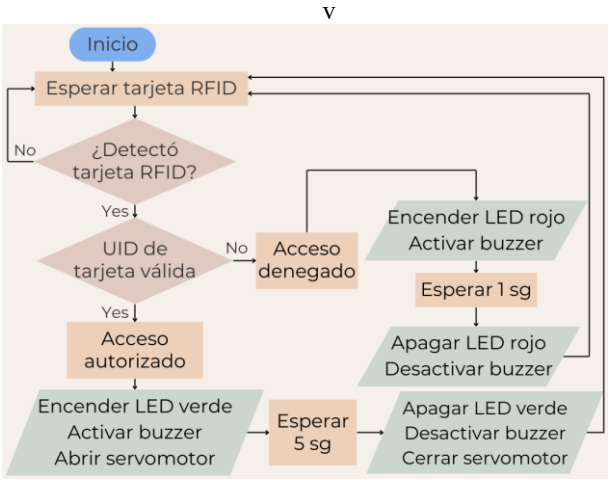

Fig. 5 Diagrama de flujo para el sistema de Control de Acceso.

El funcionamiento del sistema consiste en que un sensor RFID detecta la tarjeta presentada y verifica si el identificador único (UID, por sus siglas en inglés) coincide con los datos registrados en el sistema. Si la tarjeta es válida, se enciende un diodo emisor de luz (LED, por sus siglas en inglés) verde, se activa un zumbador y un servomotor durante 5 segundos para permitir el acceso. Después de este intervalo, el LED verde se apaga, el zumbador se activa y el servomotor también, pero en dirección contraria, asegurando el retorno a su posición original.

En caso de que el UID de la tarjeta no se encuentre registrado en el sistema, se enciende un LED rojo durante un segundo, indicando un acceso no autorizado, y luego se apaga automáticamente. Este

sistema de control de acceso mejora la seguridad y la eficiencia operativa al restringir el ingreso solo a usuarios autorizados.

Sistema de Control de Automóviles: Este sistema está diseñado para detectar la proximidad de un objeto y abrir una barrera, siendo ideal para su implementación en cocheras o en sistemas que requieren identificar la cercanía de un automóvil u objeto.

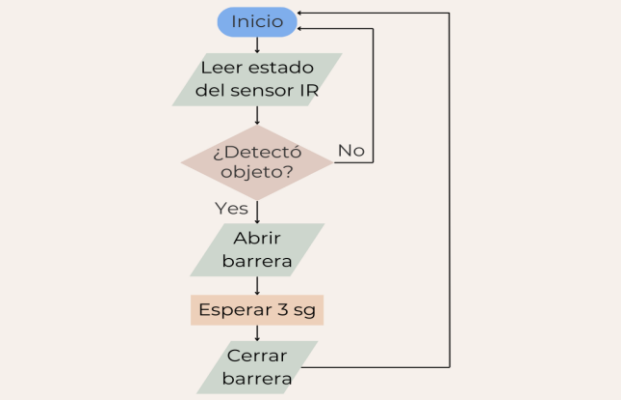

Fig. 6 Diagrama de flujo para el sistema de control de automóviles.

El funcionamiento del sistema se basa en un sensor infrarrojo (IR) que detecta la presencia de un objeto cercano. Cuando el sensor IR detecta la proximidad de un automóvil, la barrera se abre automáticamente. Después de un intervalo de 3 segundos, el sistema cierra la barrera nuevamente. Esta solución permite una operación automatizada y eficiente en entornos donde la apertura y cierre de barreras deben gestionarse según la proximidad de los vehículos o elementos.

Tacho de Basura Automático: Este sistema fue diseñado para abrir automáticamente la tapa de un tacho de basura al detectar la proximidad de un objeto, utilizando un sensor ultrasónico y un servomotor. Esta solución evita el contacto directo con la tapa, mejorando la higiene y la comodidad del usuario.

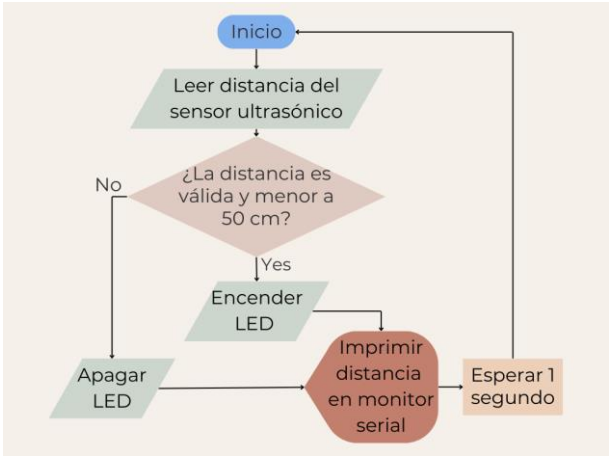

Fig. 7 Diagrama de flujo para sistema de tacho de basura automático.

El funcionamiento del sistema implica el uso de un sensor ultrasónico que mide la distancia entre el sensor y el objeto. Si la distancia es inferior a 50 cm, el servomotor se activa y mueve la tapa a 0 grados, abriéndola. Después de 3 segundos, el servomotor mueve la tapa a 90 grados, cerrándola, y tras una espera de 0.3 segundos, el servomotor se desactiva, completando el ciclo de apertura y cierre. Este proceso contribuye a mantener la higiene y optimizar la interacción con el tacho de basura.

Sistema secuencial automatizado de encendido y apago de LED: Este sistema automatiza el encendido y apagado de un LED, aunque puede ser fácilmente adaptado para controlar otros actuadores, como una bomba, mediante modificaciones para diferentes aplicaciones.

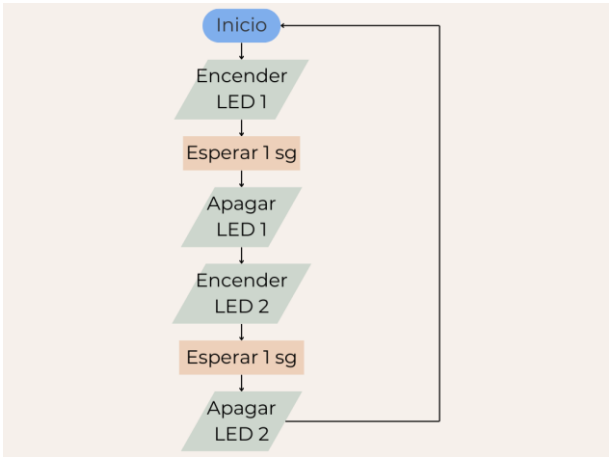

Fig. 8 Diagrama de flujo para sistema de activación automatizada.

El funcionamiento del sistema consiste en encender un LED, esperar 1 segundo, apagar el LED y luego encender consecutivamente otro LED, repitiendo el ciclo. Este proceso permite la automatización secuencial de las acciones, y su flexibilidad hace que pueda ser utilizado para diversos fines, incluyendo el control de actuadores en sistemas más complejos.

Semáforo Inteligente: Diseñado para mejorar la seguridad vial, este sistema optimiza la gestión del tráfico a través de un mecanismo automatizado que ajusta los tiempos de señalización, contribuyendo a la reducción de la congestión y a la mejora del flujo vehicular.

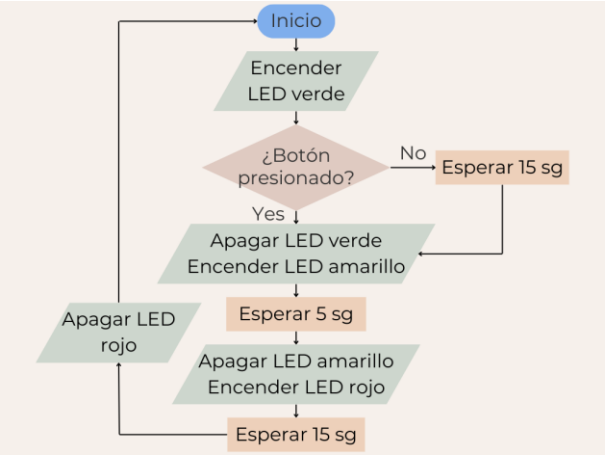

Fig. 9 Diagrama de flujo para semáforo inteligente.

Sistema de una alarma contra incendios con sensores de temperatura y LEDs: Diseñado para mejorar la seguridad vial, este sistema optimiza la gestión del tráfico a través de un mecanismo automatizado que ajusta los tiempos de señalización, contribuyendo a la reducción de la congestión y a la mejora del flujo vehicular.

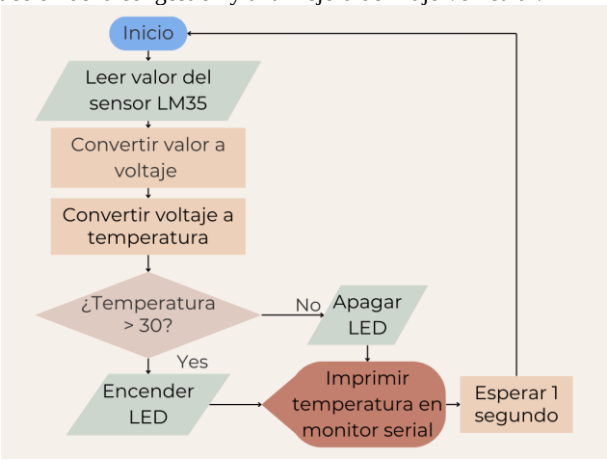

Fig. 10 Diagrama de flujo para sistema de alarma contra incendio con sensores de temperatura.

El sistema opera de la siguiente manera: se enciende un LED verde. Si se pulsa un botón, el semáforo cambia al siguiente estado; si no, espera 15 segundos y pasa automáticamente al siguiente estado. En este estado, se enciende el LED amarillo y se apaga el verde. Después de 5 segundos, el LED rojo se enciende y el amarillo se apaga, permaneciendo en este estado durante 15 segundos. Finalmente, el LED rojo se apaga y el semáforo regresa al estado inicial.

Sistema de monitoreo de invernaderos con conexión a internet: Este proyecto aborda la problemática del monitoreo ineficiente en entornos agrícolas, ofreciendo una solución basada en la digitalización y la conectividad para gestionar en tiempo real las condiciones ambientales dentro de los invernaderos. De este modo, se optimiza tanto la producción agrícola como el uso de recursos.

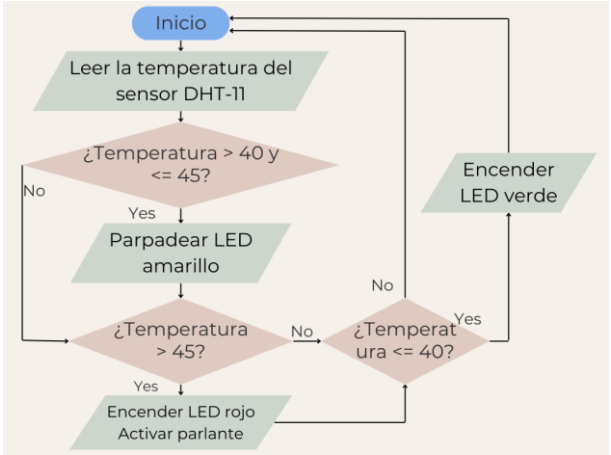

Fig. 11 Diagrama de flujo para sistema de monitoreo de invernadero.

El sistema mide la temperatura utilizando un sensor DHT-11; si la temperatura se encuentra entre 40 y 45°C, el LED amarillo comienza a parpadear, y si supera los 45°C, el LED rojo se enciende y se activa el parlante como alerta. Si la temperatura es inferior a 40°C, el LED verde se enciende, indicando que las condiciones son óptimas. Este enfoque permite un monitoreo eficiente y una respuesta oportuna ante las variaciones de temperatura dentro del invernadero.

Cada grupo tuvo la oportunidad de exponer su proyecto, destacando lo aprendido durante las sesiones previas y demostrando cómo los ajustes en los parámetros del código influyen directamente en el comportamiento de los dispositivos. Este espacio de exhibición no sólo permitió a los estudiantes compartir sus logros, sino también reforzar su aprendizaje a través de la demostración práctica.

Finalmente, la estrecha relación con la metodología de ABP se evidenció de manera clara en esta feria, ya que los estudiantes no solo desarrollaron un proyecto final, sino que lo hicieron de forma integral, enfrentándose a problemas reales y aplicando sus conocimientos en un entorno colaborativo. Además, la presentación de los proyectos frente a una audiencia les permitió mejorar sus habilidades comunicativas y demostrar con claridad los resultados obtenidos, capacidades fundamentales promovidas por este enfoque metodológico.

IV. Resultados

ANALISIS GENERAL

Dentro de un total de 159 estudiantes compuesta por 82 estudiantes de 9no EGB y 77 estudiantes de 2do BGU de la Unidad Educativa Enrique López Lascano, se llevó a cabo una prueba de conocimientos y una encuesta de satisfacción presencialmente en la jornada normal de clases dirigida a 75 estudiantes, compuesta por 42 estudiantes de 9no EGB y 33 estudiantes de 2do BGU, con el propósito de evaluar su comprensión de conceptos fundamentales en electrónica básica, fundamentos de programación y automatización, así como su percepción respecto a la metodología de enseñanza implementada. Cada prueba y encuesta fue aplicada en formato impreso. La muestra de estudiantes fue no probabilística por conveniencia.

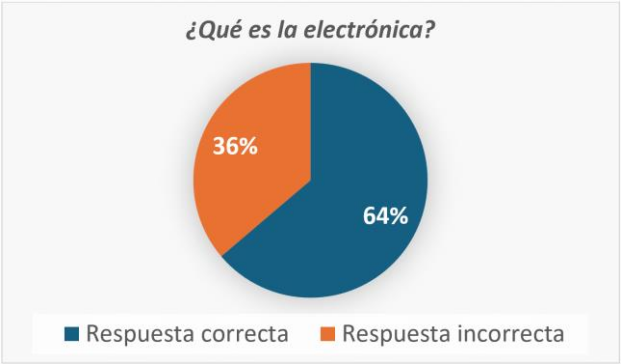

Fig. 12 Conocimiento sobre la electrónica.

Fig. 13 Conocimiento sobre la programación.

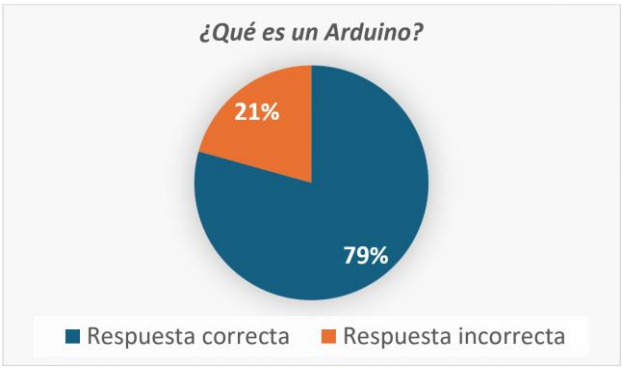

Fig. 14 Conocimiento sobre Arduino.

En la Fig. 12 se observa que el 64% de los encuestados sabe qué es la electrónica, mientras que en la Fig. 13, el 53% conoce el concepto de programación. En la Fig. 14, se muestra que el 79% sabe qué es un Arduino. Esto se debe a la aplicación del método ABP y al uso de este microcontrolador en el desarrollo de proyectos, lo que les permitió comprender de manera más clara su funcionamiento. Como resultado, adquirieron habilidades fundamentales para entender el funcionamiento de dispositivos tecnológicos y desarrollar soluciones automatizadas.

Fig. 15 Conocimiento sobre la programación.

Además, en la Fig. 15 se presenta la pregunta sobre posibles aplicaciones de los conocimientos adquiridos en clase. Los resultados indican que el 80 % de los estudiantes manifestaron su interés en emplearlos en proyectos futuros, mientras que el 17 % señaló que podrían aplicarlos en el ámbito doméstico.

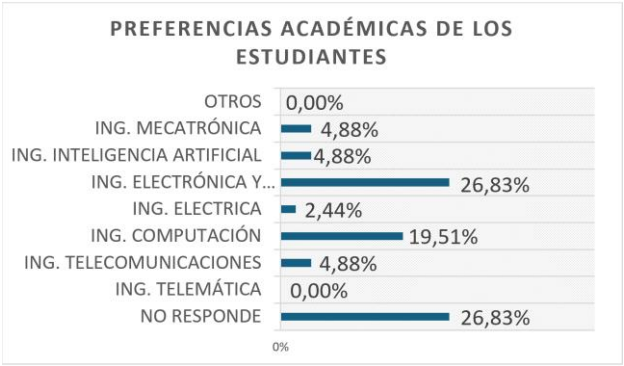

Fig. 16 Áreas de Interés académico para la elección de carreras universitarias.

Como se observa en la Fig. 16, que presenta los datos sobre las áreas de interés académico en la elección de carreras universitarias, y en comparación con la evaluación diagnóstica inicial reflejada en la Fig. 4, se evidencia un incremento significativo en el interés por la carrera de Ingeniería en Electrónica y Automatización, pasando del 4,58% al 26,83%. Por otro lado, carreras como Ingeniería en Computación mantienen una preferencia estable en torno al 20%. Estos resultados sugieren que, al adquirir conocimientos fundamentales en electrónica, programación, automatización e IoT, los estudiantes tienden a inclinarse hacia estas áreas del conocimiento.

Se llevaron a cabo dos encuestas de satisfacción. En la primera, se evaluaron cuatro aspectos clave utilizando una escala del 1 al 10, en la que 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 10 "Totalmente de acuerdo". Las preguntas formuladas fueron las siguientes:

Pregunta 1: ¿La metodología empleada fue la apropiada para la comprensión de los temas vistos en clase

Pregunta 2: ¿Las herramientas empleadas en las sesiones de clases fueron las adecuadas para su aprendizaje?

Pregunta 3: ¿El tiempo empleado en las sesiones fue el adecuado para su aprendizaje?

Pregunta 4: ¿Los tutores dictaron las clases de forma clara y comprensible?

Estos indicadores permitieron obtener una visión integral sobre la efectividad del proceso de enseñanza y su impacto en la comprensión de los temas abordados.

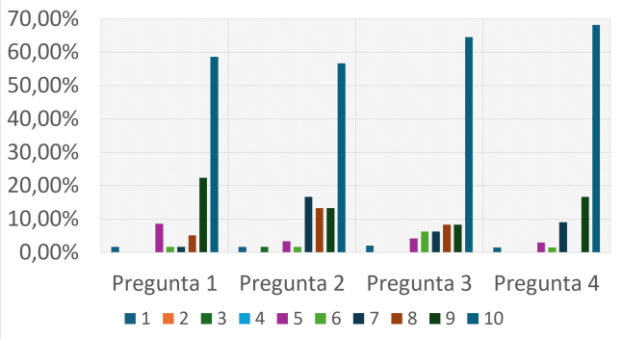

Fig. 17 Encuesta de satisfacción 1.

Los resultados de la encuesta reflejan una percepción general muy positiva sobre el proceso de enseñanza. En cuanto a la metodología utilizada, el 60% de los estudiantes manifestó estar totalmente de acuerdo en que fue adecuada para la comprensión de los temas abordados. De manera similar, el 57% consideró que las herramientas empleadas durante las sesiones fueron apropiadas para su aprendizaje. En relación con la gestión del tiempo, el 65% de los encuestados indicó que fue suficiente para asimilar los contenidos impartidos. Finalmente, la claridad en la exposición de los tutores obtuvo la mejor valoración, con un 70% de aprobación total. Estos resultados evidencian que tanto la estrategia pedagógica como los recursos utilizados han sido bien recibidos por los estudiantes.

No obstante, si bien la valoración del tiempo de las sesiones es mayormente favorable, existe una ligera oportunidad de mejora en su gestión para optimizar el proceso de aprendizaje.

En este sentido, los resultados obtenidos sugieren que, aunque el enfoque práctico implementado fue exitoso, es necesario fortalecer los aspectos teóricos y mejorar la distribución del tiempo durante las sesiones. Esto permitirá una mejor comprensión de los contenidos, optimizando el aprendizaje y favoreciendo el desarrollo integral de las competencias tecnológicas de los estudiantes.

En la segunda encuesta, se formularon las siguientes preguntas, utilizando una escala del 1 al 5, donde 1 representa "Totalmente en desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo":

Pregunta 1: ¿Qué tanto te gustó la clase?

Pregunta 2: ¿Qué tanto te gustaron los materiales utilizados en clase?

Pregunta 3: ¿Cómo te sentiste con las instrucciones dadas por los profesores de ESPOL?

Pregunta 4: ¿Cómo te sentiste con las instrucciones dadas por los estudiantes de ESPOL?

Pregunta 5: ¿Cómo te sentiste con las conversaciones que mantuviste con los instructores de ESPOL?

Estas preguntas permitieron evaluar la percepción de los participantes sobre la experiencia de aprendizaje, proporcionando una base fundamentada para analizar la efectividad de la metodología utilizada y el impacto del acompañamiento brindado por los instructores.

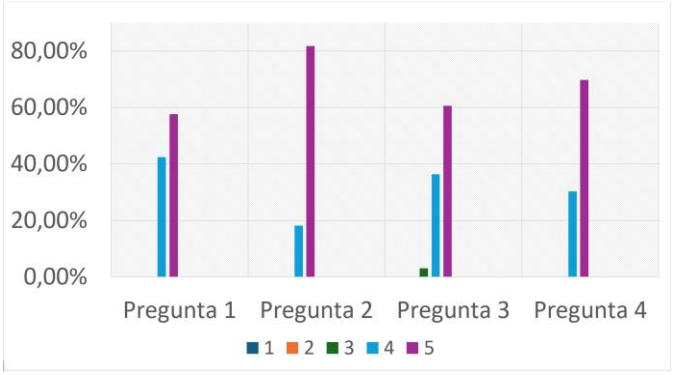

Fig. 18 Encuesta de satisfacción 2.

Los resultados de la segunda encuesta reflejan una percepción positiva de la experiencia de aprendizaje. En la Pregunta 1, el 60% de los encuestados expresó estar totalmente de acuerdo con que la clase les gustó, mientras que el 40% indicó estar de acuerdo. Esto sugiere que la dinámica y el contenido de la sesión fueron bien recibidos por la mayoría de los participantes.

En cuanto a los materiales utilizados en clase, más del 80% de los encuestados estuvo totalmente de acuerdo en que estos fueron adecuados, lo que indica que los recursos proporcionados facilitaron el aprendizaje y la comprensión de los temas abordados.

Respecto a las instrucciones brindadas por los profesores de ESPOL, el 60% de los participantes estuvo totalmente de acuerdo en que fueron claras y efectivas, evidenciando que la guía proporcionada por los docentes contribuyó significativamente al proceso de aprendizaje.

Asimismo, en la Pregunta 4, el 70% de los encuestados manifestó estar totalmente de acuerdo con la claridad y utilidad de las instrucciones dadas por los estudiantes de ESPOL. Esto demuestra que el acompañamiento de los estudiantes instructores fue bien recibido y jugó un papel clave en la experiencia de los participantes.

Estos resultados permiten concluir que tanto la metodología empleada como los recursos y el acompañamiento brindado por profesores y estudiantes de ESPOL fueron efectivos en la enseñanza. La alta aceptación de los materiales y la claridad en las instrucciones reflejan que el proceso de aprendizaje fue accesible y comprensible para los participantes, lo que refuerza la importancia de una estructura pedagógica bien diseñada en la enseñanza de nuevas tecnologías.

Finalmente, el trabajo colaborativo jugó un papel crucial en la promoción de la cooperación entre los estudiantes, lo que resultó en soluciones más efectivas y una mayor motivación para explorar nuevas áreas dentro de esta disciplina emergente, preparándolos de manera integral para enfrentar los retos futuros en el ámbito tecnológico.

V. ANALISIS COMPARATIVO

En esta sección se comparan los resultados obtenidos en la prueba de conocimientos para las preguntas: ¿Qué es la electrónica?, ¿Qué es la programación? y ¿Qué es un Arduino?, evaluadas en los niveles de 9no EGB y 2do BGU.

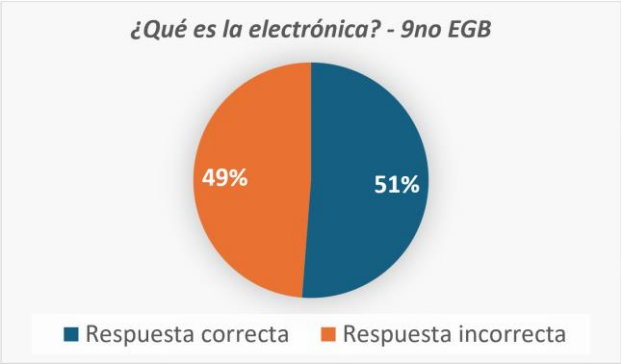

Fig. 19 Conocimiento sobre la electrónica - 9no EGB.

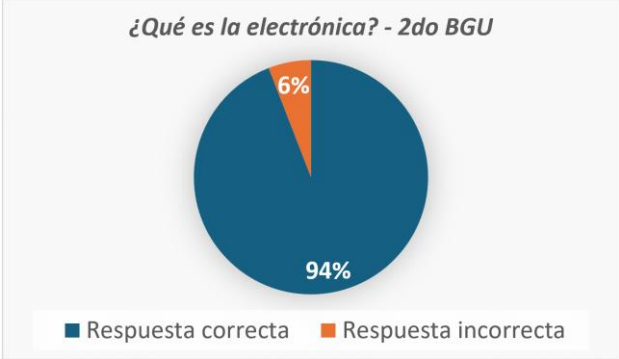

Fig. 20 Conocimiento sobre la electrónica – 2do BGU.

Los resultados mostrados en la Fig. 19 y Fig. 20 muestran una diferencia significativa en el conocimiento sobre electrónica entre los estudiantes de 9no EGB y 2do BGU. Mientras que en 9no EGB solo el 51% respondió correctamente, en 2do BGU el porcentaje aumentó al 94%. Esta diferencia de 43 puntos porcentuales indica una mejora en la comprensión del concepto a medida que los estudiantes avanzan en su formación. Estos resultados resaltan la importancia de reforzar la enseñanza de la electrónica en niveles iniciales para mejorar la retención del conocimiento y preparar mejor a los estudiantes para etapas posteriores.

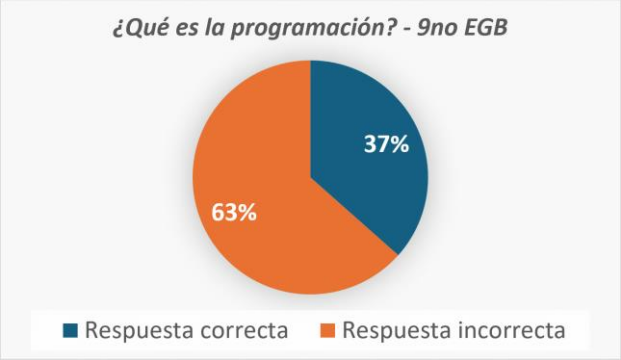

Fig. 21 Conocimiento sobre la programación – 9no EGB.

Fig. 22 Conocimiento sobre la programación – 2do BGU.

En la Fig. 21 respecto a 9no EGB, solo el 37% respondió correctamente sobre programación, mientras que el 63% estuvo equivocado, lo que indica un bajo nivel de comprensión en este tema. En cambio, en la Fig. 22 respecto a 2do BGU, el 94% respondió correctamente, lo que refleja un mayor conocimiento en este campo. Esta diferencia resalta la necesidad de reforzar la enseñanza de programación en los primeros niveles educativos para mejorar la comprensión de los estudiantes en áreas clave de la tecnología.

Fig. 23 Conocimiento sobre Arduino – 9no EGB.

Fig. 24 Conocimiento sobre Arduino – 2do BGU.

Los resultados muestran una diferencia en el nivel de conocimiento sobre Arduino entre los estudiantes de 9no EGB y 2do BGU. En el primero, el 88% respondió correctamente, mientras que el segundo este porcentaje disminuyó al 76%, con un aumento en respuestas incorrectas del 12% al 24%.

VI. LIMITACIONES DE ESTUDIO

A pesar de los resultados positivos, este trabajo presenta las siguientes limitaciones:

1. La metodología ABP fue aplicada durante un semestre para cada curso, lo que limita la consolidación del aprendizaje. Por lo anterior, se sugiere ampliar dicha metodología durante al menos un año.
2. La falta de actualización en los conocimientos de electrónica y sus aplicaciones por parte de los instructores puede representar una limitación, ya que podría conducir al desarrollo de proyectos basados en tecnologías que ya no son relevantes en el contexto actual. Es fundamental que los instructores se mantengan constantemente actualizados para poder orientar el aprendizaje mediante proyectos que respondan a las problemáticas reales y actuales del entorno.
3. Los resultados de la metodología ABP pueden variar significativamente según las habilidades del grupo de estudiantes y la naturaleza del proyecto asignado. Para mantener un impacto formativo equitativo, es fundamental procurar un nivel de dificultad similar entre los proyectos, así como asignarlos, en la medida de lo posible, a grupos con características y edades similares. Esto contribuye a equilibrar las oportunidades de aprendizaje

VII. CONCLUSIONES

La evaluación final mostró una mejora significativa en el conocimiento de los estudiantes sobre electrónica, programación y automatización. Mientras que en la evaluación inicial solo el 10% de los estudiantes conocía la Ley de Ohm, al finalizar el proyecto el 64%. De estudiantes comprendía estos temas relacionados con los fundamentos de la electrónica. De manera similar, el conocimiento sobre Arduino pasó del 7% al 79%, lo que evidencia el impacto positivo del método de enseñanza basado en proyectos.

La comparación de encuestas iniciales y finales reflejó un incremento notable en la preferencia por la Ingeniería en Electrónica y Automatización, pasando de un 4,58% en la evaluación diagnóstica a un 26,83% tras la finalización del proyecto. Además, la Ingeniería en Computación mantuvo una preferencia estable del 20%, lo que demuestra que la exposición práctica a estas disciplinas fomenta el interés de los estudiantes en áreas tecnológicas.

La aplicación de la metodología ABP permitió una mejor comprensión de los conceptos impartidos. Según la encuesta de satisfacción, el 60% de los estudiantes consideró que la metodología fue adecuada para su aprendizaje, mientras que el 65% opinó que el tiempo empleado en las sesiones fue apropiado. Además, el 70% de los estudiantes destacó la claridad en la enseñanza de los tutores, lo que refuerza la efectividad de este enfoque educativo.

La participación en la feria académica permitió a los estudiantes no solo demostrar sus conocimientos, sino también fortalecer su capacidad de exposición y argumentación. En la encuesta final, el 80% de los estudiantes expresó su intención de aplicar los conocimientos adquiridos en futuros proyectos, mientras que el 17% manifestó que podrían usarlos en su entorno doméstico, lo que evidencia la aplicabilidad del aprendizaje en distintos contextos.

El análisis comparativo entre estudiantes de Noveno EGB y Segundo BGU mostró una evolución positiva en el aprendizaje. Mientras que solo el 51% de los alumnos de Noveno EGB comprendió los conceptos de electrónica, en Segundo BGU este porcentaje ascendió al 94%. De igual manera, el conocimiento sobre programación pasó del 37% en Noveno EGB al 94% en Segundo BGU. Estos resultados resaltan la importancia de reforzar la enseñanza tecnológica en niveles más tempranos para mejorar la comprensión de los temas tratados.

VIII. RECOMENDACIONES

Implementar sesiones adicionales enfocadas en programación básica utilizando plataformas como Arduino e IoT, con ejercicios prácticos que refuercen la comprensión y aplicación de los conceptos clave. Además, se sugiere integrar tecnologías adicionales, como sensores avanzados y motores servo, para ampliar el conocimiento y permitir el desarrollo de proyectos más complejos.

Ajustar la proporción de teoría y práctica, reduciendo la cantidad de conceptos teóricos en cada clase y aumentando el número de actividades experimentales. Relacionar los temas teóricos con aplicaciones tangibles, como el control de LEDs o el uso de sensores, permitirá que los estudiantes visualicen la utilidad de la teoría en la resolución de problemas reales.

Extender la duración de los proyectos, permitiendo que los estudiantes tengan más tiempo para explorar y profundizar en los temas tratados. Asimismo, la implementación de talleres grupales guiados por instructores facilitará la experimentación práctica con circuitos y códigos, reforzando habilidades en electrónica y programación.

Es recomendable incluir sesiones sobre gestión de proyectos en equipo, donde los estudiantes aprendan a organizar sus tareas, definir objetivos claros y coordinar eficazmente con sus compañeros. Además, la implementación de un plan de colaboración entre estudiantes universitarios, tutores, coordinadores y alumnos de bachillerato garantizará una mejor planificación y ejecución de las actividades, fomentando un entorno de aprendizaje dinámico y enriquecedor.

Aunque la metodología aplicada recibió una valoración positiva, algunos estudiantes expresaron la necesidad de mejorar ciertos aspectos. Por ello, se recomienda realizar ajustes continuos en las herramientas y métodos de enseñanza, proporcionando mayor soporte en los temas donde se identifiquen dificultades y diversificando las estrategias didácticas para hacerlas más dinámicas y accesibles.

Dado el impacto positivo del enfoque práctico, se sugiere aumentar la cantidad de sesiones y su duración para permitir una mayor profundización en los temas tratados. Esto contribuirá a mejorar la comprensión y retención del conocimiento, brindando a los estudiantes más oportunidades para aplicar lo aprendido en un entorno controlado y guiado.

Referencias

[1] D. Barlex and T. Steeg, "Developing Engineers; The Case of Electronics Education in English Schools," *2007 IEEE Meeting the Growing Demand for Engineers and Their Educators 2010-2020 International Summit*, Munich, Germany, 2007, pp. 1-10, doi: 10.1109/MGDETE.2007.4760345. https://ieeexplore-ieee-org.espol.lookproxy.com/document/4760345/

[2] M. Torres-Torres, A. Flores-Muñoz, A. Toledo-Moreo, y J. Méndez, "Identifying the roles of technology: a systematic review of STEM education in primary and secondary schools," *Stud. Educ. Eval.*, vol. 80, Art. 102564, Jul. 2023, doi:10.1016/j.stueduc.2023.102564.

[3] L. García-Peñalvo, "Understanding the role of digital technologies in education: A review," *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 4, Art. 100219, Sep. 2023, doi:10.1016/j.caeai.2023.100219.

[4] A. A. Fernández, J. I. Gómez, y P. P. García, "Towards hybrid technical learning: Transforming traditional labs into remote ones," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 32, no. 2, pp. 457–469, Mar. 2024, doi:10.1002/cae.22771.

[5] J. Á. Ariza *et al*., “Bringing active learning, experimentation, and student-created videos in engineering: A study about teaching electronics and physical computing integrating online and mobile learning,” *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 31, no. 4, pp. 1234–1248, Jun. 2023, doi:10.1002/cae.22673.

[6] S. Lavado-Anguera, P.-J. Velasco-Quintana, y M.-J. Terrón-López, “Project-Based Learning (PBL) as an Experiential Pedagogical Methodology in Engineering Education: A Review of the Literature,” *Educ. Sci.*, vol. 14, no. 6, Art. 617, Jun. 2024, doi:10.3390/educsci14060617.

[7] Y. Barros, M. A. J. Pérez, y L. C. Smith, “Two Decades of Project-Based Learning in Engineering Education,” *TEM J.*, vol. 13, no. 4, pp. 3514–3525, Nov. 2024, doi:10.18421/TEM134-41.

[8] G. Wang *et al*., “A systematic literature review of learning task design for K–12 AI education,” *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 5, Art. 100230, May 2024, doi:10.1016/j.caeai.2024.100230.

[9] M. S. Lavado-Anguera *et al*., “Applying Augmented Reality Technology in STEM Education: A Bibliometrics Analysis in Scopus Database,” *J. Educ. Technol. Syst.*, vol. 53, no. 2, pp. 321–341, Mar. 2024, doi:10.1177/00472395231234567.

[10] S. Brodt, J. Six, G. Feenstra, C. Ingels, and D. Campbell, "Sustainable Agriculture," *Nat. Educ. Knowl.*, vol. 3, no. 1, 2011.

[11] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Tabla N°: 1.2. Población por asistencia a un establecimiento de enseñanza regular o formal y sexo al nacer, según provincia, cantón, parroquia de residencia y grupos quinquenales de edad," *VIII Censo de Población y VII de Vivienda*, Componente de Metodología y Análisis – CPV 2022, 2022.

[12] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), "Tabla N°: 3. Densidad poblacional por parroquias," *VIII Censo de Población y VII de Vivienda*, 2022.

[13] Dirección Nacional de Análisis e Información Educativa (DNAIE) / Coordinación General de Planificación (CGP) / Ministerio de Educación (MinEduc), "Tabla N° 01: Registros administrativos, periodo 2023-2024 Inicio," *Registros Administrativos del Ministerio de Educación: Archivo Maestro de Instituciones Educativas - AMIE*, 2023-2024.

[14] G. A., et al., "Efficient Internet of Things Enabled Smart Healthcare Monitoring System Using RFID Security Scheme," in *Intelligent Technologies for Sensors*, 1st ed., 2023, Apple Academic Press, ISBN: 9781003314851.

[15] Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), "Vinculación", *ESPOL: Nuestra Huella.* https://www.espol.edu.ec/es/nuestra-huella/vinculacion.

[16] J. W. Thomas, "A Review of Research on Project-Based Learning," *The Autodesk Foundation*, 2000.

[17] E. Kakoulli and S. Evripidou, "Exploring the Integration of Educational Robotics and the Internet of Things in Learning Environments," in *2024 20th International Conference on Distributed Computing in Smart Systems and the Internet of Things (DCOSS-IoT)*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2024, pp. 400-407, doi: 10.1109/DCOSS-IoT61029.2024.00066.

[18] B. Rana and S. S. Rathore, "Industry 4.0–applications, challenges and opportunities in industries and academia: A review," *Materials Today: Proceedings*, vol. 79, pp. 389–394, 2023.

[19] M. Oprea, "Integration of robotics projects in the pre-university educational environment," in *Conference proceedings of eLearning and Software for Education (eLSE)*, vol. 16, no. 02, Carol I National Defence University Publishing House, 2020, pp. 190–198.

[20] T. Almela, "Impact of the industry 4.0 on higher education," in *The Sustainable University of the Future: Reimagining Higher Education and Research*, Springer, 2023, pp. 149–164.

[21] D. Spyropoulos, F. Giannopoulos, S. Emmanouil, A. Petsa, D. Reppas, and C. Spandonidis, "A novel, fully modular educational robotics platform for internet of things applications," in *2021 1st Conference on Online Teaching for Mobile Education (OT4ME)*, IEEE, 2021, pp. 138–145.

[22] P. Plaza, E. Sancristobal, G. Carro, M. Castro, and E. Ruiz, "Wireless development boards to connect the world," in *Online Engineering & Internet of Things: Proceedings of the 14th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation REV 2017*, Columbia University, New York, USA, Springer, 2018, pp. 19–27.

[23] B. Barron, et al., "Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning," *Journal of the Learning Sciences*, vol. 7, no. 3, pp. 271-311, 1998.

[24] J. Krajcik and P. Blumenfeld, "Project-Based Learning," in *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, R. K. M. Sawyer, Ed., Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006, pp. 317-334.