

Aprendizaje Servicio (ApS) como estrategia para fortalecer la formación en Ingeniería a partir de la enseñanza de STEM en educación básica secundaria

Service-Learning (SL) as a strategy to enhance engineering education through STEM teaching in secondary basic education

Ilber Adonayt Ruge Ruge^{1*}  <https://orcid.org/0000-0003-2541-7681>

Ingrid Carolina Ortiz Alvarez¹  <https://orcid.org/0009-0006-1891-0979>

Edwin Javier Sánchez Uriza¹  <https://orcid.org/0009-0001-2258-3038>

Recibido 14 de marzo de 2025, aceptado 28 de Noviembre de 2025

Received: March 14, 2025 Accepted: November 28, 2025

RESUMEN

El aprendizaje profundo se potencia no solo a través de la lectura y cursos, sino también al enseñar a otros, lo que implica preparar contenidos y conectar temas. El Aprendizaje-Servicio (ApS) combina el aprendizaje de contenidos académicos con el compromiso social, permitiendo a los estudiantes aplicar conocimientos en contextos reales mientras desarrollan habilidades blandas y valores ciudadanos. En la formación en Ingeniería, el ApS permite conectar la teoría con la práctica, reforzar conocimientos y desarrollar habilidades como el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva y el pensamiento crítico, promoviendo un aprendizaje más significativo y aplicable. Este artículo expone una experiencia de fortalecimiento de formación en ingeniería soportada en la estrategia ApS donde los estudiantes universitarios participan en actividades pedagógicas organizadas para fortalecer su aprendizaje y formación integral mediante la enseñanza a otros: los estudiantes mejoran su aprendizaje al preparar y enseñar contenidos. Esta metodología busca consolidar sus conocimientos al desarrollar materiales didácticos que responden a los requerimientos de instrucción. La población beneficiada son los estudiantes de la Institución Educativa Técnica Rafael Uribe del municipio de Toca Boyacá. Las actividades didácticas organizadas por los estudiantes universitarios se apoyan usando enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) y utilizan elementos de robótica educativa como herramienta didáctica, enfocándose en la programación de robots para enseñar conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Las actividades abarcan capacitación en electrónica básica, programación en Arduino IDE y el desarrollo de un prototipo de invernadero para el cultivo de tomate, con el respaldo de docentes de ambas instituciones. Los resultados reflejan un impacto positivo en el desarrollo de competencias técnicas, comunicativas y de autogestión en los estudiantes universitarios, lo que confirma la efectividad de la metodología de Aprendizaje-Servicio (ApS) en componentes clave de la formación en Ingeniería. Si bien la dimensión socioemocional presentó un desarrollo comparativamente menor, el balance general es favorable. En cuanto al fomento STEM a los estudiantes escolares, la percepción general fue mayoritariamente neutral, destacándose el constructo “confianza” con altos niveles de satisfacción.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio (ApS), Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL), educación STEM, enseñanza colaborativa.

ABSTRACT

Deep learning is enhanced not only through reading and courses, but also by teaching others, which involves preparing content and connecting topics. Service-Learning (SL) combines academic content

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Ingeniería Electrónica Tunja. Tunja, Colombia.
Email: ilber.ruge@uptc.edu.co; ingrid.ortiz05@uptc.edu.co; edwinjavier.sanchez@uptc.edu.co

* Autor de correspondencia: ilber.ruge@uptc.edu.co

learning with social engagement, allowing students to apply knowledge in real-world contexts while developing soft skills and civic values. In engineering education, SL connects theory and practice, reinforcing knowledge and fostering skills such as collaborative work, effective communication, and critical thinking, thereby promoting more meaningful and applicable learning. This article presents an experience aimed at strengthening engineering education through the SL strategy, in which university students participate in pedagogical activities designed to enhance their learning and holistic development by teaching others. Students improve their learning by preparing and teaching content. This methodology aims to consolidate their knowledge by developing educational materials that meet instructional requirements. The beneficiary population includes students from the Rafael Uribe Technical Educational Institution in the municipality of Toca, Boyacá. The pedagogical activities organized by university students are supported by a Project-Based Learning (PBL) approach and include educational robotics as a didactic tool, with a focus on robot programming to teach concepts in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). Activities include training in basic electronics, programming with the Arduino IDE, and the development of a greenhouse prototype for tomato cultivation, with support from the faculty of both institutions. The results show a positive impact on the development of technical, communication, and self-management skills among university students, confirming the effectiveness of the Service-Learning (SL) methodology in key components of engineering education. Although the socio-emotional dimension showed comparatively less development, the overall outcome was favorable. Regarding the promotion of STEM among school students, the general perception was mostly neutral, with the “confidence” construct standing out as the most satisfied.

Keywords: Service-Learning (SL), Project-Based Learning (PBL), STEM education, collaborative teaching.

INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología educativa que integra el aprendizaje académico con el servicio comunitario, permitiendo a los estudiantes trabajar en proyectos que abordan necesidades sociales reales mientras adquieren conocimientos y habilidades. Este enfoque fomenta el aprendizaje práctico y contribuye al bienestar comunitario, convirtiéndose en una herramienta clave para introducir la sostenibilidad en los currículos educativos y el sector industrial [1]. En el ámbito universitario, el ApS se ha aplicado exitosamente en cursos de composición mediante estrategias que incluyen investigación, escritura y defensa, promoviendo el compromiso estudiantil, el pensamiento crítico y la responsabilidad cívica [2], [3].

Diversas investigaciones evidencian que el ApS favorece el rendimiento académico y el desarrollo cognitivo, al fortalecer el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento. En el ámbito de la educación musical superior, el ApS mejora la adaptación a entornos complejos y genera beneficios recíprocos [4]. En el contexto de la educación STEM, se ha demostrado que este enfoque incrementa la

comprensión científica y la participación estudiantil, como lo ilustran experiencias que relacionan los niveles de CO₂ en aulas con la calidad del aire interior [5]. En países en transición, el ApS se ha asociado con mayores niveles de compromiso cívico y comportamiento filantrópico a futuro [6]. No obstante, su implementación presenta retos importantes, como la articulación efectiva entre universidades, comunidades y estudiantes. Se ha destacado la necesidad de clarificar los roles de los actores involucrados, diferenciar el ApS de prácticas profesionales y voluntariado, y considerar la alta demanda de tiempo y recursos que requiere su diseño y ejecución [7]. Asimismo, se ha reportado que el ApS se emplea con mayor frecuencia en el ámbito de la ingeniería (85% de los estudios revisados), en comparación con otras disciplinas STEM [8]. En este análisis se identificaron cinco componentes esenciales para su implementación efectiva: integración curricular, integración tecnológica, compromiso comunitario, aprendizaje colaborativo y reflexión crítica. También se han propuesto dos modelos pedagógicos: uno basado en el diseño instruccional y otro en el diseño de ingeniería, que orientan las actividades de ApS, mejoran los resultados de aprendizaje y fortalecen tanto la empatía como las competencias de diseño en ingeniería [9].

La integración del Aprendizaje-Servicio con otros enfoques activos exige considerar mecanismos de evaluación que permitan valorar no solo los aprendizajes académicos, sino también el impacto social y el desarrollo personal de los estudiantes. En este sentido, la evaluación multifocal resulta un puente fundamental entre ambos marcos, ya que posibilita analizar de manera simultánea el proceso formativo, la calidad del servicio prestado y la interacción con la comunidad. Esta mirada amplia facilita la articulación con metodologías como el Aprendizaje Basado en Problemas, en las que el abordaje de situaciones reales y la reflexión crítica adquieren un papel central. Tal como proponen Martínez-Vivot y Folguez [10], una evaluación participativa del ApS puede usar triangulación de técnicas para capturar tanto competencias genéricas como específicas y el impacto social.

El Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) potencia el aprendizaje en actividades de ApS al enfocar la resolución de problemas reales y relevantes para la comunidad. A través del PBL, los estudiantes aplican conocimientos teóricos, desarrollando habilidades críticas como la colaboración, el pensamiento reflexivo y la toma de decisiones, lo que fortalece la conexión entre el aprendizaje académico y su aplicación práctica [11]. Durante las últimas cuatro décadas, el PBL ha sido ampliamente adoptado en la enseñanza de la ingeniería debido a su capacidad para desarrollar tanto conocimientos profesionales como habilidades transversales [12]. El PBL sitúa a los estudiantes en el centro de su proceso de aprendizaje, permitiéndoles trabajar en proyectos diseñados para resolver problemas del mundo real [13]. A diferencia de los métodos tradicionales, donde los estudiantes suelen ser receptores pasivos de información, el PBL fomenta una participación activa y colaborativa en la resolución de problemas y el desarrollo de soluciones [14].

La práctica educativa desarrollada responde a la necesidad de fortalecer las competencias STEM en una institución rural mediante actividades tecnológicas contextualizadas. La propuesta busca que los estudiantes universitarios transformaran sus conocimientos disciplinares en soluciones con valor social, integrando reflexión crítica y compromiso comunitario. Desde el Aprendizaje-Servicio, la experiencia se orienta a ofrecer un servicio pertinente para la comunidad, mientras que el enfoque PBL

permite estructurar el proceso en torno a la resolución de un problema real, promoviendo la colaboración, el análisis y la toma de decisiones.

METODOLOGÍA

El Aprendizaje Servicio (ApS) constituye una estrategia pedagógica centrada en el estudiante, que promueve la aplicación práctica del conocimiento en contextos reales, mejorando la comprensión conceptual, fortaleciendo la autoconfianza y desarrollando competencias comunicativas esenciales para la interacción comunitaria. Para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo con estudiantes jóvenes, es fundamental que el docente identifique sus fortalezas, debilidades e intereses, y diseñe entornos que posicionen al estudiante como agente activo de su aprendizaje. En este marco, el grupo docente orientador del componente de Extensión y Proyección Social de la Escuela de Ingeniería Electrónica Tunja de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia propone una metodología para el fortalecimiento de la formación integral en ingeniería, estructurada en tres etapas: identificación de escenarios para prácticas pedagógicas, planificación de actividades por parte de los estudiantes universitarios y evaluación de resultados a cargo del grupo orientador, como se muestra en la Figura 1.

Escenario para actividad de formación en ingeniería mediante ApS

Uno de los escenarios seleccionados fue la Institución Educativa Técnica Rafael Uribe del municipio de Toca, Boyacá, la cual ofrece formación técnica en agricultura. La colaboración con esta institución surge de la necesidad de incorporar competencias tecnológicas en su currículo, con el fin de preparar a los estudiantes para el uso de tecnologías emergentes aplicadas a la producción agrícola. La identificación de estas necesidades se realizó mediante consulta directa con el equipo docente y directivo de la institución, y dio origen al Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional No. 047 de 2023, suscrito entre la Institución Educativa Técnica Rafael Uribe de Toca y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Este convenio tiene como objetivos fortalecer la cooperación interinstitucional, promover la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), permitir a los estudiantes de la UPTC



Figura 1. Etapas para el fomento del aprendizaje mediante la enseñanza.

desempeñar funciones docentes con fines didácticos, y asegurar que la institución educativa proporcione los recursos y espacios requeridos para el desarrollo de las actividades.

Planificación de actividades

La planificación de actividades incorpora el Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL) como enfoque metodológico para la enseñanza de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), dada su efectividad para promover un aprendizaje activo, significativo y orientado a la resolución de problemas reales. Este enfoque permite a los estudiantes de la institución educativa integrar conocimientos multidisciplinarios y fortalecer habilidades para afrontar desafíos complejos. La planificación es realizada de manera conjunta por los grupos docentes de ambas instituciones y posteriormente socializada con el grupo estudiantil universitario, encargado de organizar y ejecutar las actividades. La Tabla 1 presenta el conjunto de actividades propuestas.

Desarrollo de actividades

En la actividad de ApS participaron cinco (5) estudiantes de Ingeniería Electrónica, pertenecientes a los cursos de Electrónica Digital y Microcontroladores, quienes contaban con conocimientos básicos en electrónica y programación. En la fase de “Activación”, los estudiantes diseñaron y presentaron una charla dirigida a los estudiantes de la institución educativa, enfocada en ejemplos de aplicación tecnológica y orientación vocacional hacia la ingeniería. Para apoyar la exposición, los docentes orientadores proporcionaron recursos didácticos, como robots de la empresa ©SunFounder. Estos dispositivos fueron utilizados para identificar y explicar sensores, procesadores y actuadores, así como para ilustrar la aplicabilidad de sus principios de funcionamiento en procesos de automatización agroindustrial. La Figura 2 muestra algunos momentos clave de esta actividad.

Para la fase de “desarrollo”, los estudiantes universitarios organizaron una actividad de puesta en

Tabla 1. Cronograma de actividades.

Fase	Actividad	Tiempo
1. Activación.	- Taller de motivación. - Aplicación de la robótica en el sector agropecuario.	2 horas
2. Desarrollo.	- Robótica educativa como instrumento para el fomento de aprendizaje. - Talleres de implementación y desarrollo de prototipos. - Fundamentos de electrónica. - Desarrollo de aplicaciones. - Diseño y desarrollo de prototipos.	12 horas
3. Desarrollo prototipo.	Instrumentación electrónica de prototipo de invernadero.	4 horas
4. Fundamentación comunicación inalámbrica con Arduino.	- Fundamentos de sistemas de comunicación. - Comunicación Bluetooth con Arduino.	3 horas
5. Desarrollo Complementario.	- Implementación de dispositivo bluetooth en prototipo invernadero. - Desarrollo de aplicación en equipo celular para monitoreo de variables del prototipo de invernadero.	4 horas



Figura 2. Fase de activación: Introducción y demostración robótica.

práctica (hands-on) de conceptos de programación y electrónica apoyados en robots didácticos DARO[15]. Los ejercicios incluyeron el manejo de puertos entrada/salida (LEDs e interruptores), gestión de actuadores (motores DC), lectura de señales analógicas (sensor de temperatura) y visualización de datos en displays de 7 segmentos. Esta experiencia permitió a los estudiantes aplicar de manera práctica sus conocimientos, fortaleciendo sus habilidades técnicas en un entorno interactivo y educativo. Los estudiantes son docentes por un instante, y han organizado un taller práctico para la creación de un sistema básico de riego para cultivos agrícolas mediante la aplicación de conceptos de electrónica y programación. Como resultado de la actividad, los estudiantes de la institución educativa desarrollaron algoritmos sencillos en una placa Arduino® Uno para gestionar sensores de humedad, temperatura y nivel de agua, además de controlar actuadores como bombas de agua. Esta experiencia les permitió reforzar habilidades clave como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la creatividad, demostrando cómo la integración de tecnologías puede optimizar la gestión de recursos en el sector agropecuario. La Figura 3 muestra algunos momentos de la experiencia.

Para la fase de “desarrollo de prototipo”, el grupo estudiantil universitario asesoró al grupo estudiantil de la institución educativa en el diseño e implementación de un prototipo de invernadero para cultivo de tomate chonto, que incluye sensores de temperatura, humedad y un sistema de riego inteligente, automatizando el riego según las condiciones del suelo para este tipo de cultivo. La Figura 4 muestra el montaje del prototipo.

El sensor de humedad del suelo utiliza sondas cuya resistencia varía con el contenido de humedad; un mayor nivel de agua reduce la resistencia [16]. Para medir la temperatura, se usa el sensor LM35 que ofrece un voltaje lineal proporcional a la temperatura con un rango de -55°C a 150°C [17]. El sensor de nivel de agua utiliza un interruptor flotador, y el módulo actuador incluye un relé de 5V DC que activa la bomba de agua en el sistema de riego. Se utiliza una placa Arduino® UNO como Unidad Central de Procesamiento, basada en el microcontrolador ATmega328P de Microchip® con una arquitectura de 8 bits. Esta placa cuenta con 14 pines digitales, 6 pines analógicos y un puerto RS-232 [18]. La Figura 4 muestra cómo la CPU interactúa con los sensores y actuadores del prototipo de invernadero.



Figura 3. Explicación componentes electrónicos e implementación de circuitos básicos.

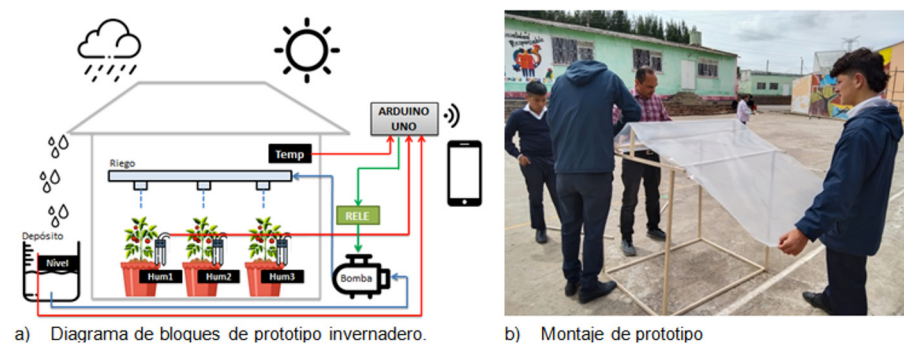


Figura 4. Prototipo invernadero inteligente.

En las fases de “Fundamentación en comunicación inalámbrica” y “desarrollo complementario”, estudiantes de séptimo semestre del curso de Microcontroladores desempeñaron el papel de instructores en la implementación del módulo de comunicación inalámbrica Bluetooth HC-05. Sus contribuciones fueron fundamentales, ya que lideraron la integración del módulo con los sistemas de control y supervisaron al grupo estudiantil de la institución educativa en la programación necesaria para establecer conexiones con el prototipo de invernadero. La Figura 5 muestra algunos momentos de la actividad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de impacto al fomento de aprendizaje STEM

Según Bockmon *et al.* [19], las actitudes de los estudiantes hacia la informática son clave para

su éxito. Para evaluar su percepción sobre las actividades en STEM y la integración de TIC mediante electrónica y programación, se utilizó el instrumento de Hoegh *et al.* [20], cuyos constructos detallados se presentan en la Tabla 2.

El instrumento de evaluación fue aplicado a 22 estudiantes de décimo grado en Informática de la Institución Educativa Rafael Uribe, usando una escala de Likert de cinco puntos. Se empleó el Alfa de Cronbach [21] para medir la confiabilidad, evaluando la consistencia interna de las respuestas y asegurando una evaluación precisa de las actitudes, según la fórmula del coeficiente en la ecuación (1).

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum S_i^2 / S_t^2)}{k - 1} \quad (1)$$

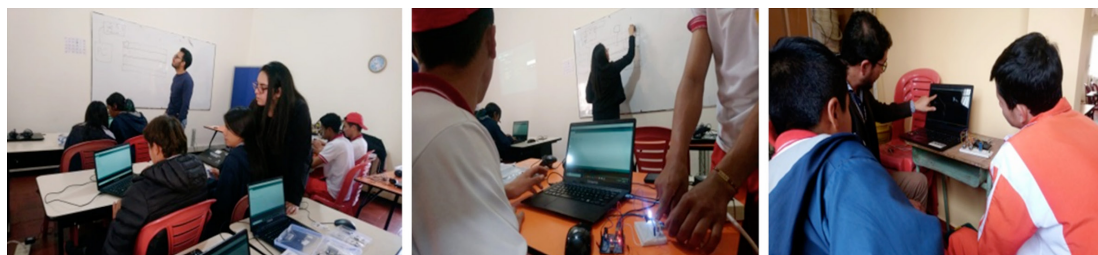


Figura 5. Estudiantes de ingeniería fomentando la formación STEM.

Tabla 2. Constructos para evaluación de fomento en STEM.

Constructo de confianza (C):	Confianza de los estudiantes en su propia capacidad para aprender habilidades informáticas.
Constructo de interés (I):	Intereses de los estudiantes en informática.
Constructo de utilidad (U):	Creencias de los estudiantes sobre la utilidad de aprender informática.

donde k es el número de ítems del instrumento, S_i^2 la varianza de las puntuaciones en el ítem i , y S_t^2 la varianza de las puntuaciones totales del cuestionario o test. Se utiliza el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS Statistics 29.0.2.0) [22] para el cálculo de este coeficiente. Las Tabla 3 y Tabla 4 resumen el cálculo del Alfa de Cronbach para el instrumento y algunas escalas estadísticas para cada uno de los constructos

El Alfa de Cronbach obtenido fue 0,825, indicando fiabilidad aceptable cuando este valor es superior a 0,76 [23]. Los cálculos para cada constructo superaron el umbral, mostrando coherencia en las preguntas sobre confianza, interés y utilidad, lo que refleja confiablemente el impacto de la actividad en la formación STEM.

Al omitir el constructo “confianza”, el Alfa de Cronbach disminuye de 0,867 a 0,745, lo que

indica menor fiabilidad. De igual manera, al excluir “interés”, este valor baja a 0,662. Curiosamente, la omisión de “utilidad” incrementa el Alfa a 0,855, aunque este cambio no es significativo. Los valores de media para cada constructo, presentados en la Tabla 4, reflejan una aceptación “Neutral”. Además, el análisis de frecuencia del constructo “confianza”, ilustrado en la Figura 6, muestra que el 50% de los estudiantes se sienten “Muy Satisfechos”, en comparación con el 40% que se manifiesta “Neutral”.

El análisis de frecuencia del constructo “Interés” muestra que el 63,6% de los estudiantes se ubicó en el nivel “Neutral”, mientras que solo el 22,7% se declaró “Muy Satisfecho”. De manera similar, en “Utilidad”, el 59,1% adoptó una postura “Neutral”. Esta tendencia sugiere que los estudiantes pueden estar en su primera exposición a los conceptos, indicando una falta de familiaridad o una percepción en desarrollo sobre los temas abordados.

Finalmente, se realizó una inmersión universitaria a los estudiantes para fomentar su interés en la formación STEM. La visita incluyó laboratorios de electrónica, máquinas eléctricas, el Museo Natural y el Observatorio Astronómico. La Figura 7 presenta algunos apartes de la actividad.

Tabla 3. Estadísticas de confiabilidad del instrumento.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basado en Ítems estandarizados	No. de Ítems
0,826	0,825	3

Tabla 4. Estadísticas de confiabilidad por constructo.

Constructo	Media	Varianza	Desviación Estándar	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach si el ítem es borrado
Constructo de confianza	3,5000	0,643	0,8017	0,867	0,745
Constructo de interés	3,1818	0,632	0,7950	0,816	0,662
Constructo de utilidad	3,3182	0,608	0,7798	0,890	0,855

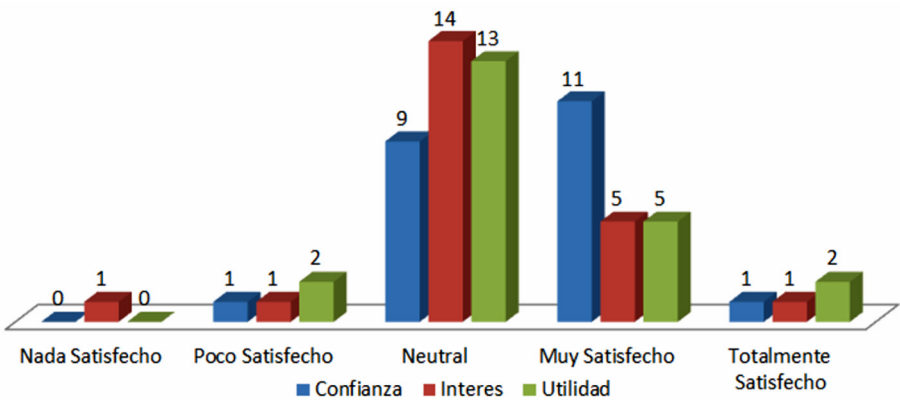


Figura 6. Análisis de Frecuencia para constructos.



Figura 7. Inmersión universitaria como estrategia al fomento de la formación STEM.

Evaluación de impacto a la formación en Ingeniería

Para evaluar el impacto formativo de la actividad de Aprendizaje-Servicio, fundamentada en la enseñanza impartida por los estudiantes de ingeniería, el grupo docente orientador diseñó un instrumento de

evaluación estructurado en los componentes clave descritos en la Tabla 5.

La Tabla 6 presenta el detalle de las 20 preguntas incluidas en el instrumento de evaluación, distribuidas

Tabla 5. Componentes para evaluación de impacto en la formación ingenieril.

Constructo	Relación con la formación en Ingeniería
Competencias comunicativas y pedagógicas.	Fortalece la capacidad de transmitir ideas, liderar equipos y enseñar.
Conocimiento técnico.	Refuerza el dominio práctico y conceptual del área disciplinar.
Empatía y compromiso social.	Desarrolla el sentido ético y social del ingeniero frente a su entorno.
Gestión personal y autonomía.	Mejora la autogestión, responsabilidad y planificación del aprendizaje.

Tabla 6. Instrumento de evaluación de formación ingenieril.

Dimensión 1: Desarrollo de Competencias Comunicativas y Pedagógicas	Dimensión 2: Profundización del Conocimiento Técnico
- Esta experiencia fortaleció mi capacidad para explicar ideas de manera clara. - Aprendí a adaptar mi lenguaje a una audiencia con menor formación técnica. - Me sentí capaz de organizar una clase o actividad de aprendizaje. - Comprendí mejor la importancia de la comunicación en la ingeniería. - Me motivó a seguir mejorando mis habilidades para enseñar y compartir conocimientos.	- Enseñar me permitió afianzar los conceptos de electrónica o programación. - Comprendí mejor cómo aplicar los conceptos técnicos a situaciones reales. - Tuve que investigar o repasar temas que creía dominar. - Valoré más el conocimiento técnico al verlo desde la perspectiva del otro. - Esta experiencia me ayudó a identificar vacíos en mi comprensión técnica.
Dimensión 3: Desarrollo de la Empatía y Compromiso Social	Dimensión 4: Gestión Personal y Trabajo Autónomo
- Valoré más el papel de la ingeniería como herramienta para servir a la comunidad. - Esta experiencia despertó en mí interés por aportar a la educación de otros. - Me permitió desarrollar sensibilidad hacia las necesidades de los estudiantes. - Me sentí útil al compartir mi conocimiento con otros. - Reconozco la importancia de la empatía en mi formación como ingeniero.	- La actividad me exigió planificar con anticipación. - Aprendí a organizar mejor mi tiempo y recursos. - Mejoré mi capacidad para tomar decisiones pedagógicas en tiempo real. - Desarrollé mayor autonomía y responsabilidad sobre mi proceso de aprendizaje. - Esta experiencia me hizo reflexionar sobre cómo aprendo y cómo enseño.

equitativamente en las cuatro dimensiones adoptadas, con cinco ítems por cada dimensión.

El instrumento de evaluación fue aplicado a los 5 estudiantes participantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica Tunja UPTC. Utilizando una escala de Likert de cuatro puntos, los estudiantes seleccionaron entre las opciones de “Totalmente en desacuerdo” a “Totalmente de acuerdo”. Una estadística descriptiva por categoría, obtenida mediante el uso de software IBM SPSS se muestra en la Tabla 7.

Se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para identificar diferencias significativas en las percepciones estudiantiles [24]. Esta prueba estadística compara las medias de tres o más grupos, evaluando si al menos una difiere significativamente. La hipótesis nula (H_0) plantea igualdad entre medias, mientras que la alternativa (H_a) indica que al menos una es distinta. El ANOVA analiza la variabilidad entre y dentro de los grupos, generando un estadístico F y un valor p [25]. En este estudio, se obtuvo un valor F de 15,23 y un valor p de 0,0001, lo que evidencia diferencias estadísticamente significativas entre al menos dos constructos, dado que $p < 0,05$, se concluye que existen diferencias significativas entre los constructos. Para identificar qué constructos difieren significativamente, se recomienda realizar una prueba post hoc, como el Tukey HSD, que compara cada par de constructos. Los resultados se muestran en la Tabla 8.

Los resultados ANOVA y Turkey HSD evidencian un impacto formativo equilibrado, destacando un adecuado desarrollo de competencias técnicas ($M = 3,36$), particularmente en comunicación ($M = 3,52$) y gestión personal ($M = 3,64$). Estos niveles reflejan que la actividad ApS permitió fortalecer habilidades clave del ingeniero contemporáneo, quien debe integrar dominio técnico con capacidades interpersonales y de autogestión. En particular, la dimensión de Gestión Personal y Trabajo Autónomo presentó los mayores promedios individuales, como la capacidad de organizar mejor el tiempo ($M = 3,8$) y planificar con anticipación ($M = 3,6$), mientras que en la dimensión comunicativa, sobresalió la motivación por mejorar habilidades de enseñanza ($M = 3,6$) y la capacidad para explicar ideas con claridad ($M = 3,4$). No obstante, la dimensión de Empatía y Compromiso Social obtuvo la puntuación más baja ($M = 2,68$), lo que sugiere una limitación en el diseño o en la apropiación de componentes orientados al desarrollo socioemocional. Esta brecha evidencia una oportunidad para rediseñar actividades que fortalezcan la conexión entre el quehacer técnico y su impacto social.

Valoración desde la perspectiva docente

El Aprendizaje-Servicio potencia competencias cognitivas, sociales y personales en los estudiantes, lo cual se refleja en la valoración positiva realizada por los profesores universitarios que acompañaron la actividad. Señalan que el proceso formativo es

Tabla 7. Resultados de respuesta del grupo estudiantil universitario.

Categoría	Conteo	Media	Desv. Est.	Mín	Máx
Desarrollo de Competencias Comunicativas y Pedagógicas.	25	3,52	0,51	3	4
Profundización del Conocimiento Técnico.	25	3,36	0,64	1	4
Desarrollo de la Empatía y Compromiso Social.	25	2,68	0,69	1	3
Gestión Personal y Trabajo Autónomo.	25	3,64	0,49	2	4

Tabla 8. Prueba Tukey HSD.

Grupo 1	Grupo 2	Diferencia	p-adj	Significativo
Desarrollo de la Empatía	Competencias Comunicativas	-0,84	0,0001	Sí
Desarrollo de la Empatía	Conocimiento Técnico	-0,68	0,0012	Sí
Desarrollo de la Empatía	Gestión Personal	-0,96	0,0001	Sí
Competencias Comunicativas	Conocimiento Técnico	0,16	0,7532	No
Competencias Comunicativas	Gestión Personal	-0,12	0,8921	No
Conocimiento Técnico	Gestión Personal	-0,28	0,2354	No

sólido y que los estudiantes demuestran una adecuada capacidad para transferir sus conocimientos a situaciones reales. La participación fue activa y el desempeño responsable, aunque identificaron la necesidad de fortalecer la autonomía en la toma de decisiones. Asimismo, reconocieron la pertinencia social del servicio y la efectividad del trabajo colaborativo, señalando como aspecto a mejorar la gestión del tiempo. Finalmente, resaltaron avances en la reflexión crítica y en el aprendizaje significativo, aunque sugirieron profundizar en la capacidad de los estudiantes para analizar situaciones no previstas.

Por otro lado, la docente de la institución educativa realizó una valoración ampliamente favorable del proceso. Destacó que el servicio ofrecido respondió de manera pertinente a las necesidades del contexto y valoró positivamente la dinámica de trabajo colaborativo entre los estudiantes universitarios y el grupo escolar. No obstante, señaló la necesidad de ajustar el ritmo y la complejidad de algunas instrucciones para adecuarlas mejor a las características de los niños. Finalmente, resaltó avances significativos en la reflexión y el aprendizaje logrados por los escolares, y reconoció que una secuenciación más gradual de las actividades podría favorecer una mayor apropiación conceptual y fortalecer su autonomía en futuras implementaciones.

CONCLUSIONES

El análisis estadístico utilizado para evaluar la actividad ApS con propósito de fortalecer la formación de competencias en Ingeniería reveló, diferencias significativas entre las cuatro dimensiones evaluadas. Las competencias técnicas, comunicativas y de autogestión mostraron un desarrollo robusto, mientras que la dimensión socioemocional evidenció un desarrollo significativamente menor. Estos hallazgos sugieren que la metodología propuesta logra fortalecer eficazmente las competencias tradicionalmente asociadas a la profesión, pero presenta oportunidades de mejora en la integración de aspectos relacionados con la empatía y el compromiso social. No obstante, tratándose de una primera experiencia, los resultados son prometedores y sientan una base sólida para ajustes metodológicos que potencien una formación más integral a futuro.

La evaluación de impacto en el fomento STEM a los estudiantes de la institución educativa, muestra

que la percepción general frente a los constructos evaluados se sitúa en un nivel predominantemente neutral, lo que sugiere una aceptación moderada de la experiencia. No obstante, el constructo “confianza” destaca positivamente, con un 50% de estudiantes manifestando sentirse “Muy Satisfechos”, lo cual indica una valoración favorable de su participación. En contraste, los constructos “interés” y “utilidad” presentan altos niveles de neutralidad, lo que puede atribuirse a que esta fue la primera aproximación de muchos estudiantes a los conceptos abordados.

REFERENCIAS

- [1] R. Samino, Proyecto de ApS en Marketing “Territorio universitario abierto”, en *Experiencias de Aprendizaje Servicio (ApS) en la Educación Superior: aprender haciendo un servicio a la comunidad*, 1st ed. Madrid, España: Editorial DYKINSON, 2021.
- [2] P. Almendros *et al.*, “A-BASE-DE-PROS: Una implementación práctica de los objetivos de desarrollo sostenible en la Universidad Politécnica de Madrid”, en *Experiencias de Aprendizaje-Servicio en la UPM: 2021 y 2022*, Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. [En línea]. Disponible: <https://oa.upm.es/74164/>
- [3] J.A. Erickson and J.B. Anderson, *Learning with the Community: Concepts and Models for Service-learning in Teacher Education*, Joseph Erickson, Jeffrey B. Anderson, Eds., New York, USA: Routledge, 1997, p. 154.
- [4] L. Cuervo and A. Cabedo, “Service-Learning and Project-Based Learning Methodologies in Higher Music Education: a review of the literature,” *Bordón Revista de Pedagogía*, vol. 76, no. 3, 2024, doi: 10.13042/Bordon.2024.99887.
- [5] L. Fernández, R.M. Fernández, P. Jiménez, S. Marco, E. Caballero, C. Arimany, T. Sanchis, and A. Pardo, “A Service-Learning Experience in Secondary Education to Promote STEM Learning Through Collaboration Between Research and Education Centers,” *European Journal of STEM Education*, vol. 9, 2024, doi: 10.20897/ejsteme/14649.
- [6] L.N. Čačija, M. Lovrinčević, and S. Pivcevic, “Exploring the service learning program in the transition country context from the students’ philanthropic behaviour vantage point: Case

- of Croatia,” *Journal of Philanthropy and Marketing*, vol. 29, no. 2, Art. no. e1843, 2024, doi: 10.1002/nvsm.1843.
- [7] A.T. Tran, “Benefits and challenges in integrating service-learning of social sciences subject in higher education,” *Tạp Chí Khoa Học Đại Học Văn Hiến*, vol. 9, no. 3, pp. 28-40, 2023, doi: 10.58810/vhujs.9.3.2023.743.
- [8] S.N.D. Mahmud and N.K. Ismail, “STEM service learning in higher education: A systematic literature review,” *Eurasia Journal Of Mathematics Science And Technology Education*, vol. 20, no.12, Art. no. em2549, 2024, doi: 10.29333/ejmste/15705.
- [9] S.H. Jin, “Collaborative instructional models for teaching community service to engineering students,” *International Journal of Engineering Education*, vol. 34, no. 6, pp. 1897-1909, 2018.
- [10] M. Martínez and P. Folgueiras, “Evaluación participativa, Aprendizaje-Servicio y universidad”, *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, vol. 19, no. 1, pp. 128-143, 2015.
- [11] A.S. Moreno y E.M. González, “Mejora del pensamiento crítico en alumnos de ESO a través del Aprendizaje Basado en Problemas en un entorno STEAM”, *Revista de Estilos de Aprendizaje*, vol. 16, no. 32, pp. 19-32, 2023, doi: 10.55777/rea.v16i32.5990.
- [12] J. Chen, A. Kolmos, and X. Du, “Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: A review of literature,” *European Journal of Engineering Education*, vol. 46, no. 1, pp. 90-115, 2021, doi: 10.1080/03043797.2020.1718615.
- [13] A. Kolmos and E. De Graaff, “Problem-Based and Project-Based learning in engineering education,” in *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*, A. Johri and B. M. Olds, Eds., Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2015, pp. 141-160.
- [14] S. Kocijancic, “Contemporary challenges in teaching electronics to STEM teachers”, in *6th International Conference on Science & Engineering in Mathematics, Chemistry and Physics: ScieTech18*, Jakarta, Indonesia, January 20-21, 2018, doi: 10.1063/1.5080021.
- [15] I.A. Ruge, F.R. Jiménez y O.M. Hernández, “Robot Daro: plataforma robótica para educación en ingeniería”, *Ingenium*, vol. 18, no. 35, pp. 58-74, 2017.
- [16] K. Abhishek, S. Vikrant, K. Saurabh, P.J. Shiva and S.B. Vikas, “IoT enable system to monitor and control greenhouse,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 49, pp. 3137-3141, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2020.11.040.
- [17] *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*, Texas Instruments, LM35 SNIS159H, Aug. 1999. [Online]. Available: En línea]. Disponible en: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- [18] Arduino, “Arduino Uno”, [arduino.cl](https://www.arduino.cc/). Accedido: 25 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://arduino.cc/arduino-uno/>
- [19] R. Bockmon, S. Cooper, J. Gratch, and M. Dorodchi, “Validating a CS attitudes instrument,” in *51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Portland, USA, February 26, 2020, doi: 10.1145/3328778.3366830.
- [20] A. Hoegh and B.M. Moskal, “Examining Science and Engineering Students’ Attitudes toward computer science,” in *39th IEEE Frontiers in Education Conference*, San Antonio, TX, USA, October 18-21, 2009, pp.1-6, doi: 10.1109/FIE.2009.5350836.
- [21] B.M. Moskal, J.A. Leydens, and M.J. Pavelich, “Validity, reliability and the assessment of engineering education,” *Journal of Engineering Education*, vol. 91, no. 3, pp. 351-354, 2002, doi: 10.1002/j.2168-9830.2002.tb00714.x.
- [22] N. Lázaro, Z. Callejas y D. Griol, “Utilización del software SPSS para identificar factores predictivos de deserción estudiantil”, en *IV Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2021*, La Habana, Cuba, octubre, 2021.
- [23] A. Yadav, C. Mayfield, N. Zhou, S. Hambrusch, and J. Korb, “Computational thinking in elementary and secondary teacher education”, *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 14, no. 1, Art. no.5, pp. 1-16, 2014, doi: 10.1145/2576872.
- [24] M. Shin, “Effects of project-based learning on students’ motivation and self-efficacy”, *English Teaching*, vol. 73, pp. 95-114, 2018.
- [25] P. Mishra, U. Singh, C.M. Pandey, and G. Pandey, “Application of student’s t-test, analysis of variance, and covariance”, *Annals of Cardiac Anaesthesia*, vol. 22, no. 4, pp. 407-411, 2019, doi: 10.4103/aca.ACA_94_19.