

Artículo de Investigación

Aprendizaje-Servicio en la formación de ingenieros: caso de estudio

Service-Learning in engineering education: a case study

Maritza Correa Valencia¹: Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

mcorrea@uao.edu.com

Marisol Gordillo Suarez: Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

mgordillo@uao.edu.com

Lilian Sofia Sepulveda Salcedo: Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

lssepulveda@uao.edu.co

Fecha de Recepción: 26/11/2024

Fecha de Aceptación: 27/12/2024

Fecha de Publicación: 01/01/2025

Cómo citar el artículo

Correa Valencia, M., Gordillo Suarez, M. y Sepulveda Salcedo, L. S. (2025). Aprendizaje Servicio en la formación de ingenieros: un caso de estudio [Service Learning in the training of engineers: a case study]. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 01-14. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-547>

Resumen

Introducción: El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología pedagógica que promueve la formación integral de los estudiantes mediante proyectos comunitarios. Se implementa en la Asignatura Complementaria “Herramientas STEM para Resolver Problemas Cotidianos”, dentro de la Práctica de Enriquecimiento Formativo (PEF), aplicando Matemáticas, Estadística y Simulación para analizar problemas de la comunidad universitaria. **Metodología:** En el estudio participaron 46 estudiantes, divididos en tres casos de estudio, evaluando habilidades en un contexto práctico más allá del aprendizaje teórico. Los estudiantes emplearon algoritmia, estadística y matemáticas, y usaron software para análisis exploratorios y para creación de modelos 3D, comprendiendo y analizando sistemas de manera más efectiva. **Resultados:** Los resultados muestran que el ApS facilita el aprendizaje fuera del aula, conecta experiencias estudiantiles con el contenido de los cursos, desarrolla y articula habilidades del enfoque STEM y potencia el trabajo colaborativo e interdisciplinario basado en situaciones reales. **Discusión:** Los estudiantes mejoran en comprensión y aplicación práctica de conocimientos teóricos, trabajo en equipo y resolución de problemas. **Conclusiones:** La implementación del

¹ **Autor Correspondiente:** Maritza Correa Valencia. Universidad Autónoma de Occidente (Colombia).

ApS en la formación de estudiantes de ingeniería permite un aprendizaje significativo fuera del aula y fomenta la creatividad y el desarrollo profesional de los docentes, compartiendo desafíos didácticos y propósitos formativos desde diversos enfoques disciplinarios.

Palabras clave: Aprendizaje-Servicio; metodología pedagógica; aprendizaje activo; modelado matemático; Flexsim; formación integral; STEM; innovación educativa.

Abstract

Introduction: Service-Learning (SL) is a pedagogical methodology that promotes the comprehensive education of students through community projects. It is implemented in the Complementary Course “STEM Tools for Solving Everyday Problems,” within the Formative Enrichment Practice (PEF), applying Mathematics, Statistics, and Simulation to analyze problems within the university community. **Methodology:** The study involved 46 students, divided into three case studies, evaluating skills in a practical context beyond theoretical learning. The students employed algorithms, statistics, and mathematics, and used software for exploratory analysis and for creating 3D models, comprehending and analyzing systems more effectively. **Results:** The results show that SL facilitates learning outside the classroom, connects student experiences with course content, develops and articulates skills from the STEM, and enhances collaborative and interdisciplinary work based on real-life situations. **Discussion:** Students improve in understanding and practical application of theoretical knowledge, teamwork, and problem-solving. **Conclusions:** The implementation of SL in the education of engineering students allows for meaningful learning outside the classroom and fosters creativity and professional development of teachers, sharing didactic challenges and educational goals from various disciplinary approaches.

Keywords: Service-Learning; pedagogical methodology; active learning; mathematical modeling; Flexsim; comprehensive training; STEM; educational innovation.

1. Introducción

Actualmente la sociedad plantea a las universidades dos retos grandes. Primero, proporcionar a los estudiantes una educación amplia y significativa que los prepare para el desarrollo profesional y personal en un entorno más desafiante que el de sus predecesores. Y segundo, fomentar una educación centrada en valores éticos y responsabilidad social que contribuya al progreso y cambio positivo en la sociedad, Berasategui *et al.* (2016).

El Aprendizaje-Servicio (ApS) es una metodología pedagógica para la formación integral de los estudiantes mediante la realización de proyectos de servicio a la comunidad. Este enfoque educativo se basa en el aprendizaje activo, donde los estudiantes pueden aplicar sus conocimientos y habilidades en proyectos que benefician a la sociedad y tienen un aprendizaje significativo.

En un estudio realizado por Furco (2011), se encontró que los estudiantes que participaron en programas de ApS mostraron una mayor satisfacción con su experiencia educativa, mayor retención y aplicación de los conocimientos adquiridos en comparación con aquellos que no participaron en programas similares. Otros estudios como los de Eyler y Giles (1999); Stanton *et al.* (2015), han encontrado que el ApS puede contribuir a la mejora de la calidad de vida de las comunidades locales y puede tener un impacto positivo en la formación de ciudadanos comprometidos y responsables.

Mientras que Mayor (2018) presentó una investigación sobre cómo los proyectos de ApS fomentan habilidades en estudiantes universitarios.

Se centra en un proyecto ApS de Educación Social en una escuela secundaria, con participación de estudiantes y profesores de ambos niveles y educadoras sociales. Utilizando métodos como el estudio de caso y entrevistas, se evidenció que el ApS mejora competencias como el interés, la autonomía y la reflexión, destacando su valor en la formación universitaria.

Por otra parte, Samino (2022) presenta un compendio de trabajos realizados en universidades españolas, donde aplican ApS abordando diversos temas con excelentes resultados. Esto demuestra que esta metodología se puede aplicar en diferentes niveles de educación sin importar el tópico abordado.

En cuanto al ApS relacionado con programas STEM Gómez-Chacón, I.M. *et al.* (2020), exponen que el Aprendizaje-Servicio es cada vez más esencial en universidades, ya que une la educación con el servicio comunitario, enriqueciendo el currículo, los valores y la responsabilidad social. Destacan su uso en Matemáticas para proyectos finales de Ingeniería Matemática, donde, desde 2012, han mejorado la evaluación formativa con herramientas didácticas como la Trayectoria Hipotética de Aprendizaje. El enfoque usado ha demostrado fortalecer competencias y mejorar el aprendizaje matemático, siendo clave en la planificación y evaluación de proyectos.

Por otra parte, Siemens Stiftung (Nagy, F. 2018) presentan el manual Aprendizaje-servicio en las asignaturas STEM donde se detalla cómo implementar el Aprendizaje-servicio, un método que combina la enseñanza de ciencia y tecnología con el compromiso social, fue diseñado para guiar a docentes de primaria y secundaria en la creación de su primer proyecto educativo en esa línea. Se incluyeron ejemplos prácticos de un proyecto piloto con maestros, basados en eventos locales, y que pretenden inspirar y dar ideas para proyectos independientes.

El uso de ApS en el ámbito universitario se ha incrementado en los últimos años, ya que se considera una herramienta efectiva para desarrollar habilidades y competencias clave en los estudiantes, tales como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. Además, el ApS también contribuye a fomentar la responsabilidad social y el compromiso cívico en los estudiantes.

En conclusión, el uso del ApS en el ámbito universitario puede tener múltiples beneficios tanto para los estudiantes como para la comunidad en general. Se trata de una metodología pedagógica que fomenta el aprendizaje activo y la responsabilidad social, lo que puede contribuir a la formación de profesionales comprometidos con la sociedad y capaces de aplicar sus conocimientos y habilidades en situaciones reales.

En el caso desarrollado se propone la aplicación de ApS para estudiantes de ingeniería de diversos programas, quienes conforman grupos multidisciplinarios para evaluar situaciones problemáticas, en este caso de la comunidad universitaria. El objetivo de este trabajo es aplicar conocimientos de áreas como estadística, matemáticas y simulación para analizar el problema evidenciado y proponer posibles mejoras evaluadas por medio de la simulación.

Con este estudio se busca aportar al aprendizaje significativo de estas áreas de conocimiento, ya que muchos estudiantes lo ven como un conocimiento teórico y no le dan la importancia que estas herramientas pueden tener en el desempeño profesional futuro. La relevancia de esta investigación se presenta en la forma en que el conocimiento se convierte en una herramienta que se pone en contexto y les sirve para solucionar problemas concretos, no se queda solo en la teoría.

1.1. ¿Cómo surgió la experiencia ApS?

La experiencia ApS que se describe en el presente artículo se llevó a cabo en el campus de la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) con estudiantes de diversos programas de la Facultad de Ingeniería, en el marco del curso de formación pedagógica ofertado por la Vicerrectoría Académica de la UAO.

Se propuso para el espacio formativo denominado Actividad Complementaria, la Práctica de Enriquecimiento Formativo (PEF) de la Facultad de Ingeniería donde convergen estudiantes de los diferentes programas de Ingeniería a partir de cuarto semestre. La actividad consistió en el uso de herramientas de la matemática, la estadística y la ingeniería para solucionar problemas cotidianos que aquejan a la comunidad universitaria, compuesta por estudiantes, trabajadores, profesores y público visitante en el campus.

2. Metodología

Se realizó un estudio exploratorio aplicado, con un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo y un diseño transversal. El procedimiento metodológico adoptado fue la elaboración de un informe de experiencias. La muestra la formaron 46 estudiantes que optativamente ampliaron sus conocimientos y matricularon la Práctica de Enriquecimiento Formativo (PEF) Herramientas STEM para resolver problemas cotidianos, cuyo contenido debe desarrollarse en las 17 semanas del curso.

La metodología está compuesta por cuatro fases. En la primera fase se presenta el problema que los estudiantes deben abordar, este se selecciona de acuerdo con la afectación que la comunidad universitaria presenta. Los estudiantes cuentan con el acompañamiento de 3 mentoras, una experta en estadística, otra en matemáticas y una más en simulación. Las mentoras presentan a los estudiantes el caso propuesto y ellos deben hacer la descripción del problema, identificar las causas y efectos que perciben, en esta etapa entregan un primer informe de avance.

En la segunda fase, se realiza una capacitación sobre diseño del muestreo o de experimentos, de acuerdo con ello los estudiantes proponen un diseño para recoger los datos, realizan la recolección de los datos y el análisis estadístico de los mismos, procesados en el paquete estadístico Minitab 19, bajo la supervisión de la mentora experta en este campo.

En una tercera fase, la mentora encargada del área matemática da una capacitación a los estudiantes sobre modelamiento matemático y teoría de colas, los estudiantes a partir del análisis de los datos y las observaciones realizadas deben proponer unos supuestos a considerar, la formulación del modelo matemático o estadístico, bajo la supervisión de la mentora del área. Los estudiantes deben hacer entrega de un segundo informe de avance donde incluyen la forma de recolección de los datos, su análisis y el modelo matemático planteado.

Finalmente, en la cuarta fase, se imparte una capacitación sobre el uso de software Flexsim para el desarrollo del modelo de simulación, adicionalmente la mentora de esta área comparte videos sobre el uso del software para la construcción del modelo. Después de esta capacitación los estudiantes deben construir un modelo de simulación que refleje el comportamiento actual del sistema, para posteriormente proponer unos escenarios con alternativas que mejoren los resultados iniciales.

Por último, los estudiantes deben entregar un informe final con el compendio de todo el trabajo, el análisis del modelo de simulación, las propuestas de mejorar y las conclusiones. Adicionalmente deben entregar un video donde consignan sus reflexiones sobre la práctica.

2.1. Estudio de casos

La experiencia de la aplicación de la metodología del Aprendizaje-Servicio, como se comentó, se llevó a cabo en la asignatura de Actividad complementaria en la Práctica de Enriquecimiento Formativo (PEF). Se han presentado hasta el momento 4 prácticas, a saber:

Práctica 1: en el segundo semestre del 2022 se propuso la optimización del servicio de la cafetería principal del campus universitario, ya que se producían largas colas para el pago y la recogida de los pedidos.

Práctica 2: en el primer semestre de 2023 se seleccionó el problema del acceso a la institución por las puertas peatonales, estas cuentan con torniquetes de acceso biométrico, la entrada se congestionaba en ciertos momentos del día.

Práctica 3: en el segundo semestre de 2023, se propuso el análisis del acceso a los parqueaderos vehiculares y de motos, estos estaban presentando largas colas de espera.

Práctica 4: En el primer semestre del 2024 se seleccionó el análisis del gimnasio del campus, para modelar el uso de algunas áreas y máquinas del gimnasio con alto flujo de usuarios.

Estas prácticas se concibieron como Aprendizaje-Servicio ya que la comunidad universitaria enfrentaba problemas como los identificados, además una gran forma de aplicar los conocimientos teóricos de asignaturas poco valoradas para el desempeño profesional, como matemáticas, estadística y simulación, en ocasiones difíciles de entender, con bajas calificaciones y alta deserción, es la oportunidad para abordar un problema práctico cuya solución beneficia a una comunidad.

En cada práctica, se matricularon cuatro colectivos conformados por tres estudiantes cada uno. Excepto la práctica 4 donde se inscribieron 3 colectivos compuestos por 4 estudiantes, de uno de ellos se retiraron 2 participantes. El objetivo es que consolidaran sus conocimientos a través de un curso teórico-práctico que les permitiera confiar en sus capacidades y demostrar sus habilidades.

Los estudiantes acudieron en diferentes días de la semana, a cada sitio de acuerdo con el problema (cafetería, entradas peatonales, parqueaderos o gimnasio) para verificar como se prestaba el servicio, identificar cuáles son los horarios y días de mayor congestión, describir el problema que cada colectivo apreciaba, identificar sus causas y efectos. Hicieron la recolección de la información, construyeron el modelo matemático a partir de los datos y las observaciones y el modelo de simulación para las propuestas de escenarios de mejora y análisis de los resultados.

2.2. Instrumentos de evaluación de los aprendizajes

A partir de un cuestionario se evalúa si los estudiantes consideran que han desarrollado las competencias genéricas asociadas:

- (P1) Identifica y analiza problemas para diseñar alternativas de solución a problemas dentro de los sistemas productivos y logísticos; aplicando los conocimientos adquiridos en su disciplina, e integrándolos a los recursos disponibles con el propósito de buscar el mejoramiento de su entorno, en el marco de actuaciones éticas, legales y ambientales.
- (P2) Identifica, selecciona y utiliza fuentes documentales y la información válida para soportar las decisiones que toma en referencia a sus propuestas dentro de los sistemas en estudio, sintetizando y presentando conceptos básicos de forma clara y concisa.
- (P3) Interpreta, argumenta y propone ideas de manera clara, lógica y coherente en forma oral, escrita y gráfica, para el entendimiento entre los actores de diferentes disciplinas y el avance de proyectos comunes, haciendo uso de los términos correctos y las herramientas propias de la ingeniería.
- (P4) Identifica, comprende y analiza la validez de ideas, argumentos, evidencias y razonamientos con criterios claros y objetivos, para confrontar, asumir una posición y emitir juicios de valor en temas relacionados con el ejercicio profesional.

Y específicas:

- (P5) Identifica y formula problemas complejos de ingeniería.
- (P6) Desarrolla y dirige apropiadamente un procedimiento experimental para obtener datos relacionados con variables.
- (P7) Analiza e interpreta datos con el fin de obtener conclusiones adecuadas.

Para hacer la evaluación los profesores solicitan los entregables relacionados en la Tabla 1.

Tabla 1.
Entregables MENTOR: productos académicos o resultados

Temporalidad	En proceso	Finales
Modalidad	Entre las semanas 3 y 14	En la semana 15 o 16
Individual	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar un listado identificando las variables que intervienen en el proceso observado y el problema identificado (S3) • Asistir a la capacitación sobre diseño de experimentos (S4) <ul style="list-style-type: none"> • Asistir a la capacitación de modelado matemático (S6) • Asistir a la capacitación de modelado en Flexsim (S8) • Definición de indicadores a medir (S10). 	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexión sobre la práctica realizada considerando el impacto esperado para la comunidad. (500 palabras). (S15)
Colectivo	<ul style="list-style-type: none"> • Definir los días que se hará la observación y toma de tiempos (S5) • Determinar el problema a tratar por el colectivo y presentar el diseño de experimentos para el muestreo (S5) • Recolectar los datos y analizarlos estadísticamente (S7) • Presentar la propuesta de modelo matemático (S9) • Presentar el modelo simulado en Flexsim (S11) • Presentar los escenarios con las propuestas de mejora (S13) <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los resultados estadísticos de acuerdo con los indicadores seleccionados en el contexto del problema (S14) 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación y discusión de los resultados. (S16) <ul style="list-style-type: none"> • Presentación del informe final sobre los pasos para la construcción del modelo de simulación y el análisis de los resultados estadísticos obtenidos. • Entrega definitiva del informe, videos cortos de la construcción del modelo.

Fuente: Elaboración propia (2024).

Recibidos los entregables se utiliza una rúbrica, en la que se califica a cada estudiante con una nota final de máximo 50 puntos, distribuida en cinco criterios como lo muestra la Figura 1.

Figura 1.

Rubrica de evaluación individual para PEF

RÚBRICA GLOBAL DE HETEROEVALUACIÓN - ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA					Número de los integrantes del colectivo			
TUTOR					COLECTIVO	7B		
SECTOR						----	-----	-----
PEF						Lider		
		6	4	2	0			
Componente Metodológico - 30 PUNTOS	Asistencia a asesorías con el(la) mentor(a)	Asistió a mínimo 2 asesorías entre las semanas 3 y 7, a mínimo 2 asesorías entre las semanas 8 y 12, y a mínimo 2 asesorías entre las semanas 13 y 16.	Asistió entre 3 y 5 asesorías durante el semestre, distribuidas en los 3 periodos de acompañamiento.	Asistió a 1 o 2 asesorías durante el semestre.	No asistió a ninguna asesoría en el semestre.			
	Cumplimiento entregables individuales	Entregó todos los productos académicos individuales (en proceso y finales) indicados en la PEF, en los plazos establecidos y con un nivel de desarrollo satisfactorio.	Entregó entre el 70% y 99% de los productos académicos individuales (en proceso y finales) indicados en la PEF, cumpliendo la mayoría de los plazos establecidos y con un buen nivel de desarrollo.	Entregó entre el 30% y 69% de los productos académicos individuales (en proceso y finales) indicados en la PEF, evidenciando atrasos en la entrega y/o el desarrollo de los mismos fue aceptable o con errores o limitaciones.	Entregó menos del 30% de los productos académicos individuales (en proceso y finales) indicados en la PEF o no entregó ninguno.			
	Cumplimiento entregables colectivos	Entregó todos los productos académicos colectivos (en proceso y finales) indicados en la PEF, en los plazos establecidos y con un nivel de desarrollo satisfactorio.	Entregó entre el 70% y 99% de los productos académicos colectivos (en proceso y finales) indicados en la PEF, cumpliendo la mayoría de los plazos establecidos y con un buen nivel de desarrollo de los mismos.	Entregó entre el 30% y 69% de los productos académicos colectivos (en proceso y finales) indicados en la PEF, evidenciando atrasos en la entrega y/o el desarrollo de los mismos fue aceptable o con errores o limitaciones.	Entregó menos del 30% de los productos académicos colectivos (en proceso y finales) indicados en la PEF, o se evidenció que su contribución individual en los mismos fue baja o no entregó ningún producto.			
	Satisfacción de expectativas y logro del propósito en el desarrollo de la práctica	El desarrollo de la práctica satisfizo las expectativas del mentor, cumpliendo plenamente con el propósito formativo que fue planteado para ésta y con más del 90% de las actividades declaradas en la descripción de la PEF o acordadas con el mentor.	El desarrollo de la práctica satisfizo las expectativas del mentor, acercándose al cumplimiento pleno del propósito formativo que fue planteado para ésta y cumpliendo entre 70% y 90% de las actividades declaradas en la descripción de la PEF o acordadas con el mentor.	El desarrollo de la práctica poco satisfizo las expectativas del mentor, puesto que difícilmente se acercó al cumplimiento del propósito formativo establecido y tan solo se cumplió entre 30% y 69% de las actividades declaradas en la descripción de la PEF o acordadas con el mentor.	El desarrollo de la práctica no satisfizo las expectativas del mentor. No se cumplió el propósito formativo establecido y el cumplimiento de actividades declaradas en la descripción de la PEF o acordadas con el mentor fue inferior al 30%.			
	Calidad de la sustentación final	Sustentó con suficiencia, buen dominio temático y discurso contundente el desarrollo de su participación en la PEF, explicitando sus contribuciones individuales al logro del colectivo.	Sustentó con suficiencia, evidenciando cierto dominio temático y con un discurso aceptable el desarrollo de su participación en la PEF. Fue impreciso para dar cuenta de sus contribuciones individuales al logro del colectivo.	Sustentó con algunas falencias, poco dominio temático o con un discurso confuso el desarrollo de su participación en la PEF. Difícilmente se evidenció sus contribuciones individuales al logro del colectivo.	No participó en la sustentación final o no se presentó.			

Fuente: Elaboración propia (2024).

Al lado derecho de la Figura 1, se coloca los nombres de los estudiantes y sus puntuaciones, en cada criterio.

3. Resultados

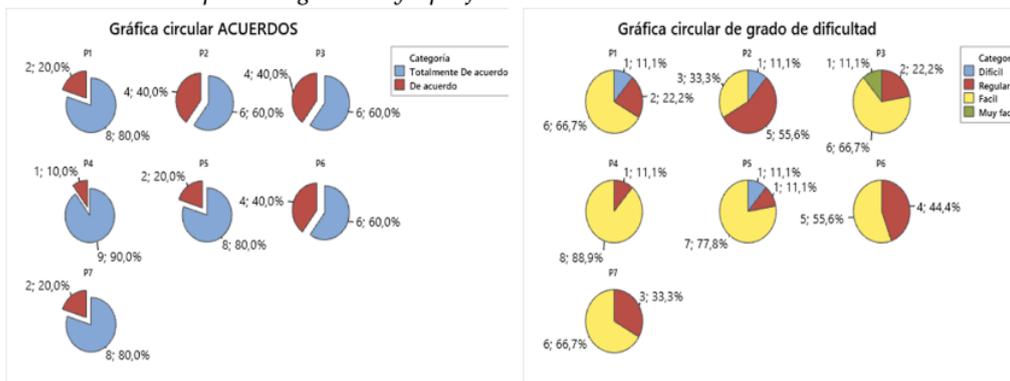
Al final de cada caso de estudio se pudo evidenciar a partir de las informes y presentaciones de los estudiantes que efectivamente desarrollaron la capacidad para resolver problemas, buscar y manejar información, y comunicarse de manera oral, escrita y gráfica. En algunos de ellos se resaltó la importancia del pensamiento crítico frente a problemáticas en los servicios y comprobar por experiencia que es posible mejorar su entorno social.

En cada una de las fases, al presentar los informes individuales y por grupo de los entregables, el profesor realiza evaluaciones formativas mediante comentarios, reflexiones y diálogos propuestos a los alumnos, que permiten corregir los posibles errores. Además, el docente evalúa las entregas según el rendimiento del grupo y también el individual, así que la nota del grupo se aplica también a cada miembro. Los estudiantes llenaron un cuestionario donde aprecian las competencias genéricas y específicas, evaluando así su apreciación con respecto a acuerdos, a las afirmaciones de las competencias o si tuvieron dificultades para cumplirlas (Figura 2). Se encontró que el 100% considera haber desarrollado las competencias P1 a P7.

En el caso de dificultades, su resultado también es alentador, dado que solo P2 (Identifica y utiliza fuentes documentales válidas para respaldar decisiones, presentando conceptos básicos de forma clara y concisa) se tuvo un porcentaje de 55,6% que lo considera regular, el 33,3% fácil y un 11,1% difícil, el resto de las competencias la mayoría lo considera fácil o muy fácil.

Figura 2.

Resultados de las competencias genéricas y específicas



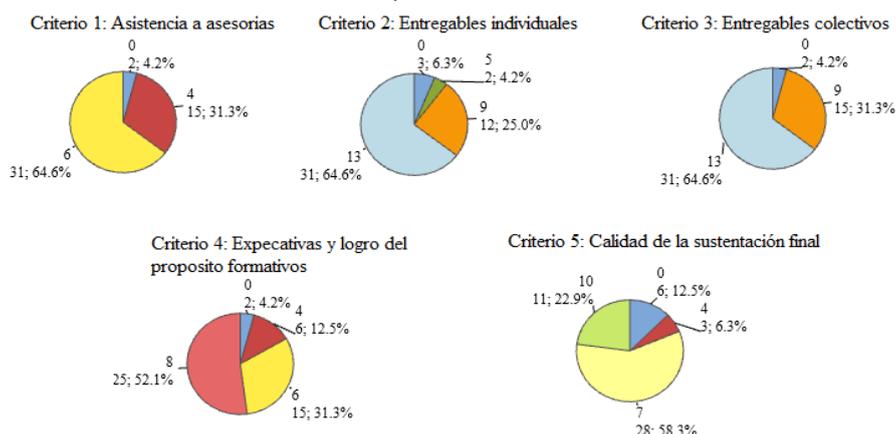
Fuente: Elaboración propia (2024).

Con respecto a la calificación final del profesor del estudiante, se compone de una nota otorgada por el profesor, basada en las entregas realizadas durante el curso. La rúbrica global de heteroevaluación de la actividad complementaria que se utilizó evalúa aspectos tales como: Asistencia a asesorías, Cumplimiento de los entregables individuales y colectivos, Satisfacción de expectativas y logro del propósito en el desarrollo de la práctica y Calidad de la sustentación final.

En la Figura 3, se puede observar la distribución de las evaluaciones obtenidas por los estudiantes, según la rúbrica propuesta en la Figura 1.

Figura 3.

Resultados de la evaluación de los estudiantes para PEF



Fuente: Elaboración propia (2024).

Se presentó un porcentaje reducido (4,2%) de estudiantes que finalmente nunca participaron en el proyecto ApS y por ende no cumplieron las expectativas trazadas. Entre los estudiantes que participaron en la ApS, más del 50% obtuvieron los niveles más altos de desempeño en los cinco criterios, como se observa en la Figura 3.

Las cuatro prácticas propuestas impactan a la comunidad de la Universidad Autónoma de Occidente en el campus Valle del Lili ubicado en Cali, Colombia, estimada en 985 colaboradores, alrededor de 7.000 estudiantes, que están itinerantes en diferentes horarios. El campus cuenta con tres cafeterías, de la cual se seleccionó la de mayor uso por la comunidad universitaria, se ofrece almuerzo del día y platos especiales, a preferencia del cliente. Se ha evidenciado un problema en cuanto a disponibilidad de espacio y congestión en el servicio, tanto en el pago como en el momento de solicitar los platos, donde se observan largas filas en poco espacio físico.

En el caso de la entrada a la universidad pasando por los torniquetes, se realizó el proyecto teniendo en cuenta las dos entradas peatonales, en las cuales hay colocados 8 torniquetes en cada una de las cuales funcionan para entrada y salida. El caso de entradas de vehículos y motos a los parqueaderos se realizó para los parqueaderos de estudiantes, colaboradores y visitantes que visitan el campus en carro o moto. El último de los casos evaluado es el Centro de Actividad Física y Salud (CAF), cuyo problema principal es la disponibilidad limitada de equipamiento adecuado, en particular las máquinas hay unas de mayor uso, estas fueron inicialmente detectadas por los estudiantes para un primer informe, y para estas se realizó la simulación, dado el problema de colas que hay para su utilización. En todos los casos, los estudiantes hacían mediciones en horas pico, donde se generaban largas filas.

En todos los casos estudiados, se evidenciaron en los entregables de la PEF, que los estudiantes coinciden en que el desarrollo de la práctica les permitió usar conocimientos y herramientas aprendidas hasta el momento del desarrollo y mejorar su habilidad para trabajar en grupo. Estas son algunos de esos comentarios:

- La PEF fue un proyecto que me ayudó mucho a implementar conocimientos, especialmente relacionados con mi carrera, para desarrollar el razonamiento lógico en situaciones problema a las cuales estamos enfrentados a diario. Como colectivo se nos presentaron problemas como la distribución y organización de tareas, el tiempo de dedicación a cada trabajo y la comunicación entre los miembros del colectivo. Pero esos inconvenientes nos ayudaron muchísimo más a desarrollar aptitudes y fortalezas en el trabajo en equipo, y a plantear una solución ante los problemas que se van presentando.
- Me pareció un proyecto interesante que me permitió poner en práctica diferentes herramientas y conocimientos aprendidos en los semestres de mi carrera. Retomamos información que ya se había visto en semestres anteriores, como en el caso de nuestra PEF, toma y análisis de datos que se desarrolló con probabilidad y estadística, el modelado matemático que se relaciona directamente con todas las materias vistas que involucran el álgebra y en la parte de las simulaciones donde retomamos algo de programación visto en anteriores semestres.
- La PEF me llevó a potenciar mis habilidades como ingeniero en formación, dándome nuevos conocimientos y formas de resolver inconvenientes que se pueden presentar, me gustó mucho la forma en la que aprendí a utilizar el software para la simulación, considero que la práctica fue provechosa, esto gracias también al trabajo llevado a cabo por las mentoras.

Además del cuestionario de autoevaluación (competencias genéricas y específicas) diligenciado por los estudiantes, cada uno consignó en un video sus apreciaciones y reflexiones sobre la práctica. Estas son algunas de ellas:

- De esta actividad complementaria nos llevamos muchas enseñanzas, aprendizajes y habilidades no solo para el desarrollo de proyectos sino para comprometernos y cumplir nuestros objetivos. Esperamos que los futuros grupos puedan disfrutar de esta práctica al igual que nosotros. Muchas gracias.
- Fue una experiencia gratificante puesto que nos permitió complementar de buena manera nuestra formación. Por otro lado, también sentimos que esta práctica fue muy provechosa para nosotros puesto que nos permitió contribuir a la resolución de problemas en las que nosotros mismos también nos vemos involucrados por el ejemplo el caso de la cafetería de la cual hacemos uso.
- Gracias a esta PEF pude poner en práctica muchos conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera en los semestres y al mismo tiempo mejorar mis habilidades para trabajar en equipo y desarrollar proyectos.
- Mi experiencia en la actividad complementaria fue un proceso enriquecedor, me gustó mucho. También me gustó mucho el equipo de trabajo con el que estuve desarrollando la PEF a lo largo del semestre. Fue una experiencia para adquirir nuevos conocimientos, para poner en práctica mis ideas y descubrir nuevas habilidades e implementarlas.

4. Discusión

Los resultados de las apreciaciones y los comentarios de los estudiantes reflejan un crecimiento significativo en sus habilidades y competencias. La implementación del enfoque STEM les permitió experimentar de primera mano la interconexión entre las disciplinas y su aplicación en la resolución de problemas reales.

El hecho que el 100% de los estudiantes consideró haber desarrollado las competencias genéricas y específicas (P1 a P7), subraya la efectividad del enfoque. Aunque P2 presentó mayores desafíos, con un 55,6% de estudiantes considerándolo regular, este aspecto destaca la importancia de reforzar la capacidad de manejar información válida y relevante, un componente clave en la investigación científica y tecnológica.

Los comentarios de los estudiantes reflejan un crecimiento significativo en sus habilidades y competencias. Los estudiantes destacaron cómo la práctica mejoró sus habilidades para trabajar en equipo, resolver problemas y utilizar herramientas tecnológicas.

Las calificaciones otorgadas por los profesores, basadas en una rúbrica que evaluaba aspectos como la asistencia, el cumplimiento de entregables, la satisfacción de expectativas y la calidad de la sustentación final, reflejan un alto nivel de desempeño. Más del 50% de los estudiantes alcanzaron los niveles más altos en todos los criterios. Este éxito resalta la efectividad del ApS y su alineamiento con el enfoque STEM, al integrar teoría y práctica, proporciona un marco robusto para la evaluación y el aprendizaje significativo.

5. Conclusiones

El uso del ApS en esta práctica formativa, permite que los estudiantes aprendan fuera del aula, relacionando sus experiencias con el contenido del curso y potenciando el trabajo colaborativo e interdisciplinar, a partir de situaciones reales que aquejan su entorno. Logrando experimentar, de primera mano, la interconexión entre las disciplinas y su aplicación en la resolución de problemas reales, y así contribuir a su formación integral.

La implementación del enfoque STEM, alineado con un proyecto ApS, les permitió a los estudiantes experimentar de primera mano la interconexión entre las disciplinas y su aplicación en la resolución de problemas reales. Los estudiantes destacaron cómo la práctica mejoró sus habilidades para trabajar en equipo, resolver problemas y utilizar herramientas tecnológicas. Esto sugiere que la interacción entre teoría y prácticas formativas que involucran la solución de problemas del entorno cercano y cotidiano de los estudiantes logra fomentar un aprendizaje significativo, crucial para el desarrollo de competencias que trascienden las aulas.

Desde la mirada de las docentes el ApS es una metodología enriquecedora con enorme potencial, que fomenta tanto la creatividad del estudiante como del docente. Los estudiantes usaron herramientas de la matemática, la estadística y la simulación para la solución de un problema de su entorno, estimula el desarrollo profesional de los profesores y permite compartir encrucijadas didácticas y propósitos formativos comunes.

Finalmente, como conclusión general a partir de las reflexiones de todos los participantes, quedó claro que un proyecto ApS no puede ser fruto de la improvisación o una mera oportunidad de hacer más social lo que se enseña en los salones de clases. Tener un buen diseño del proyecto ApS, permite que el profesor pueda anticiparse a las posibles dificultades que puedan presentarse durante su desarrollo y tener claro el alcance tanto académico como en el impacto a la comunidad beneficiada.

6. Referencias

- Berasaregui, N., Alonso, I. y Román, G. (2016). Service-learning and higher education: evaluating students learning process form their own perceptive. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 228, 424-429. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.065>
- Eyler, J. S. y Giles, D. E. (1999). *Where's the learning in service-learning?* Jossey-Bass.
- Furco, A. (2011). El aprendizaje-servicio: un enfoque equilibrado de la educación experiencial. *Revista Educación Global*, 0, 64-70. <https://acortar.link/y0CHtg>
- Gómez-Chacón, I. M., Ortuño, T. y de la Fuente, A. (2020). Service-learning in Mathematics: Use of learning trajectories in university education. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 18(1), 213-231. <https://doi.org/10.4995/redu.2020.12079>
- Mayor Paredes, D. (2018). Aprendizaje-Servicio: una práctica educativa innovadora que promueve el desarrollo de competencias del estudiantado universitario. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(3), 494-516. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v18i3.34418>
- Nagy, F. (2018). *Aprendizaje-servicio en las asignaturas STEM*. Siemens Stiftung.
- Samino García, R. (2022). *Experiencias de Aprendizaje Servicio (ApS) en la Educación Superior: aprender haciendo un servicio a la comunidad*. Editorial DYKINSON, S.L.
- Stanton, T. K., Giles Jr, D. E. y Cruz, N. I. (2015). *Service-learning: A movement's pioneers reflect on its origins, practice, and future*. Jossey-Bass.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Conceptualización: Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Software:** Correa-Valencia, Maritza y Gordillo-Suarez, Marisol. **Validación:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Análisis formal:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Curación de datos:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Redacción-Preparación del borrador original:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Redacción-Revisión y Edición:** Correa-Valencia, Maritza; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Visualización:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Supervisión:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Administración de proyectos:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía. **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Correa-Valencia, Maritza; Gordillo-Suarez, Marisol; Sepúlveda-Salcedo Lilian Sofía.

Financiación: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

El presente texto nace en el marco del curso “Seminario Taller Aprendizaje Servicio: Una pedagogía de aprendizaje experiencial en la universidad” orientado por la profesora Graciela Cappelletti e implementado en el curso de actividad complementaria de la Universidad Autónoma de Occidente.

Conflicto de intereses: No hay conflicto de intereses

AUTORAS

Maritza Correa-Valencia

Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

Maritza Correa Valencia es Ingeniera Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, recibió su Máster en Tecnologías de la Información en Fabricación en 2006 y su Doctorado en Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial en 2010, ambos de la Universidad Politécnica de Madrid. En 2011 se vinculó a la Universidad Autónoma de Occidente como Profesora e Investigadora. Sus temas de interés están vinculados con la aplicación de la inteligencia artificial y simulación a la solución de problemas especialmente en los campos de Logística, modelado y control de procesos industriales.

mcorrea@uao.edu.co

Índice H: 6

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8464-2673>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36061124900>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=15MGkAQAAAAJ&hl=en>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Maritza-Correa-Valencia>

Academia.edu: <https://independent.academia.edu/MaritzaCorreaValencia>

Marisol Gordillo Suarez

Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

Marisol Gordillo Suárez es estadística. Obtuvo su Maestría en Ingeniería de Sistemas en 2002 y su Doctorado en Ingeniería en 2012, ambos de la Universidad del Valle. En 2012, se unió a la Universidad Autónoma de Occidente como profesora e investigadora. Sus áreas de interés incluyen el análisis de datos en diversas disciplinas.

mgordillo@uao.edu.co

Índice H: 12

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-1602-5547>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191909622>

Google Scholar: <https://scholar.google.com.sg/citations?user=lj0tkLsAAAAJ&hl=en>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Marisol-Gordillo>

Lilian Sofía Sepúlveda-Salcedo

Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

Lilian Sofia Sepulveda-Salcedo es Matemática de la Universidad del Valle, recibió su Doctorado en Matemáticas Aplicadas de la Université Paris-Est en 2015 y su doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional – Manizales, Colombia en 2015. En 2007 se vinculó a la Universidad Autónoma de Occidente como Profesora e Investigadora. Sus temas de interés están vinculados con modelamiento matemático y optimización especialmente en los campos de la Biomatemática.

lssepulveda@uao.edu.co

Índice H: 7

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7052-1851>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55252778700>

Google Scholar: <https://scholar.google.com.co/citations?user=u2HFR6AAAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Lilian-Sepulveda-Salcedo>

Academia.edu: <https://independent.academia.edu/LILIANSOFIASEPULVEDASALCEDO>