

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

Una apuesta por el
aprendizaje activo
y la formación de
ingenieros
comprometidos
con la sociedad

Leonardo Saavedra Munar
Julián David Quintero Ospina
Nancy Vásquez Sarria



ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA

Una apuesta por el aprendizaje activo y la
formación de ingenieros comprometidos
con la sociedad

Actividad Complementaria: una apuesta por el aprendizaje activo y la formación de ingenieros comprometidos con la sociedad

Actividad Complementaria: una apuesta por el aprendizaje activo y la formación de ingenieros comprometidos con la sociedad / Leonardo Saavedra Munar, Julián David Quintero Ospina, Nancy Vásquez Sarria. — Cali : Universidad Autónoma de Occidente, 2025.

116 páginas: gráficas; 14x23 cm.
Incluye referencias bibliográficas.
ISBN 978-958-619-231-6 (PDF)

1. Pedagogía.
2. Aprendizaje activo.
3. Educación en ingeniería.
4. Formación de ingenieros.
5. Innovaciones educativas.
- I. Saavedra Munar, Leonardo.
- II. Quintero Ospina, Julián David.
- III. Vásquez Sarria, Nancy.
- IV. Universidad Autónoma de Occidente.

Actividad Complementaria: una apuesta por el aprendizaje activo y la formación de ingenieros comprometidos con la sociedad

© Autores

Leonardo Saavedra Munar
Julián David Quintero Ospina
Nancy Vásquez Sarria

ISBN: 978-958-619-231-6 (PDF)
Primera edición: diciembre 2025

© Universidad Autónoma de Occidente
Km. 2 vía Cali-Jamundí, A.A. 2790
Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Personería jurídica, Res. No. 0618, de la Gobernación del Valle del Cauca, del 20 de febrero de 1970. Universidad Autónoma de Occidente, Res. No. 2766, del Ministerio de Educación Nacional, del 13 de noviembre de 2003. Acreditación Institucional de Alta Calidad, Res. 23002 del 30 de

noviembre de 2021, con vigencia hasta el 2025. Acreditación Internacional de Alta Calidad, acuerdo No. 85 del 26 de enero de 2022 del Cinda. Vigilada MinEducación.

.....

Gestión editorial

Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Emprendimiento

Vicerrector de Investigaciones,

Innovación y Emprendimiento
Jesús David Cardona Quiroz

Jefe Unidad de Visibilización y Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Editor

José Julián Serrano Quimbaya
jjserrano@uao.edu.co

Coordinadora editorial

Angélica María Bohórquez Borda
ambohorquez@uao.edu.co

Corrección de estilo

Dalia Velasco

Diseño y diagramación

Alex Velasco

El contenido de esta publicación no compromete el pensamiento de la Institución, es responsabilidad absoluta de sus autores. Tampoco puede ser reproducido por ningún medio impreso o digital sin permiso expreso de los dueños del Copyright.

Prólogo

La transformación de la educación en ingeniería más que requerir cambios curriculares o inclusión de tecnologías emergentes, demanda una comprensión profunda de los contextos sociales en los que se forman los futuros profesionales, así como la capacidad de vincular el saber académico con los desafíos reales del entorno. En ese sentido, Actividad Complementaria se ha consolidado como un espacio formativo innovador, donde el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo, el vínculo con comunidades y la reflexión crítica se articulan para fomentar una formación integral en los estudiantes de ingeniería.

Esta obra colectiva surge, precisamente, de la necesidad de sistematizar y compartir las experiencias vividas en dicho espacio, desarrollado en la Facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Universidad Autónoma de Occidente. Lejos de ser una asignatura convencional, Actividad Complementaria ha evolucionado hacia un laboratorio pedagógico en el que convergen prácticas de Enriquecimiento Formativo PEF, trabajo interdisciplinario, metodologías activas y un compromiso ético con la transformación social.

El libro reúne tres capítulos que ilustran diferentes maneras en que esta estrategia pedagógica se ha materializado en proyectos

reales: desde el aprendizaje-servicio y el movimiento maker, hasta iniciativas ambientales con impacto territorial. Cada capítulo ofrece no solo un testimonio de lo vivido, sino también una reflexión que expone cómo estas prácticas han contribuido a desarrollar en los estudiantes habilidades técnicas y transversales, así como una conciencia crítica sobre su papel como profesionales comprometidos con la sociedad.

El libro cierra con un capítulo de conclusiones que invita a la proyección de este modelo educativo más allá de su contexto original, planteando rutas para su transferencia, fortalecimiento y sostenibilidad. En su conjunto, este libro no solo documenta una experiencia institucional valiosa, sino que también anima al lector, docente, gestor, investigador o estudiante, a repensar los modos en que formamos ingenieros en el siglo XXI.

En tiempos donde se exige a la educación superior mayor pertinencia, equidad e impacto, este texto representa una apuesta decidida por una pedagogía situada, comprometida y transformadora. Actividad Complementaria, como aquí se demuestra, es mucho más que una innovación curricular: es un camino para formar ingenieros capaces de imaginar y construir futuros más justos, sostenibles y humanos.

Contenido

5 **Prólogo**

10 Actividad complementaria como estrategia de enseñanza-aprendizaje a través del desarrollo de proyectos colaborativos y autogestionados

- 15 Conceptualización
- 18 Desarrollo e implementación del espacio formativo
- 23 Autogestión y trabajo colaborativo como ejes del proceso formativo
- 26 Competencias y aprendizajes derivados
- 27 ¿Por qué desarrollar proyectos de ApS en actividad complementaria?
- 29 Conclusiones
- 31 Referencias bibliográficas

34 el movimiento *maker* como estrategia para fomentar el desarrollo de competencias del siglo XXI en estudiantes de ingeniería

- 38 Contexto de trabajo
- 58 Conclusiones
- 60 Referencias bibliográficas

64 de impacto ambiental: una oportunidad para la ingeniería

- 70 El proyecto académico como estrategia para la transferencia de conocimiento y herramienta para el empoderamiento del ejercicio profesional en estudiantes de ingeniería

71	Primera versión del proyecto de impacto ambiental: una oportunidad para la ingeniería.
73	Segunda versión del proyecto de impacto ambiental: una oportunidad para la ingeniería.
75	Resultados de la aplicación del proyecto
79	Descripción de la experiencia formativa con estudiantes del Colegio Bilingüe Angloamericano
81	Experiencia en la formación de estudiantes para la implementación de huertas caseras
85	Desarrollo de talleres educativos frente al rol de la ingeniería ambiental
91	Acompañamiento en colegios para materializar proyectos ambientales
97	Desarrollo de material didáctico para compartir con la comunidad (tapete ambiental de la estación experimental de humedales de la UAO)
101	Conclusiones
102	Referencias bibliográficas
104	Conclusiones sobre la transformación de la educación en ingeniería a través de actividad complementaria y sus prácticas de enriquecimiento formativo
109	Referencias bibliográficas



1

Actividad complementaria

como estrategia de enseñanza-aprendizaje a través del desarrollo de proyectos colaborativos y autogestionados



Resumen



El presente capítulo se enfoca en la transformación de prácticas educativas en la Facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Universidad Autónoma de Occidente mediante la implementación del espacio formativo de Actividad Complementaria. Este cambio supone una modificación del enfoque tradicional en el que se prioriza el papel pasivo del estudiante y el rol del docente como transmisor del conocimiento, hacia un modelo educativo más interactivo y colaborativo. Con este nuevo enfoque, el docente se convierte en un facilitador que guía, orienta y asesora al estudiante en la construcción activa y autónoma de su propio conocimiento.

Actividad Complementaria se caracteriza por el desarrollo de proyectos derivados de una amplia oferta de prácticas que pueden ser seleccionadas por los estudiantes, quienes se organizan en equipos de trabajo, y de esa forma conectan con diversos contextos. Este enfoque enriquece la experiencia educativa más allá del paradigma de las asignaturas tradicionales, dado que integra conocimientos, experiencias y habilidades en la formación académica de quienes la cursan. Estos proyectos, autogestionados y supervisados tanto por tutores como por mentores, permiten un aprendizaje personalizado que se adapta a las necesidades y capacidades de cada estudiante.

El objetivo de Actividad Complementaria es potenciar la formación académica de los estudiantes a través de la fomentación del desarrollo de habilidades prácticas y de la resolución de problemas. Este espacio le permite a los estudiantes enfrentarse con retos reales y contribuir, de manera significativa, tanto en sus campos profesionales como en la sociedad.

Palabras clave: trabajo colaborativo, aprendizaje autónomo, aprendizaje-servicio, prácticas de enriquecimiento formativo, elaboración de proyectos.



Abstract

This text focuses on the transformation of educational practices in the Faculty of Engineering of the Universidad Autónoma de Occidente through the implementation of the formative space of Actividad Complementaria. This change implies a modification of the traditional approach that prioritizes the passive role of the student and the role of the teacher as a transmitter of knowledge, towards a more interactive and collaborative educational model. With this novel approach, the teacher becomes a facilitator who guides, orients and advises the student in the active and autonomous construction of his own knowledge.

Actividad Complementaria is characterized by the development of projects derived from a wide range of practices that can be selected by students, organized in work teams, and that connect them with diverse contexts. This approach enriches the educational experience beyond the traditional subjects, as it integrates knowledge, experiences and skills in the academic formation of those who take it. These projects, self-managed and supervised by both tutors and mentors, allow for personalized learning that adapts to the needs and abilities of each student.

The aim of Actividad Complementaria is to enhance the academic training of students, encouraging the development of practical skills and problem solving. It allows students to face challenges and contribute in a meaningful way, both in their professional fields and in society.

Keywords: Collaborative working, autonomous learning, service-learning, formative enrichment practices, project development.



Introducción

La pedagogía, la didáctica, la metodología y el currículo son los componentes básicos de la educación, pues determinan la manera en que se conciben, estructuran y desarrollan los procesos formativos. La forma en que estos elementos se articulan incide directamente en las prácticas que se instauran en el aula y en las dinámicas que se consolidan entre quienes participan del proceso educativo. A lo largo del tiempo, dicha articulación ha dado lugar a enfoques que, por su recurrencia y permanencia en el ámbito académico, han moldeado de manera significativa la experiencia formativa de docentes y estudiantes.

En el proceso formativo, tradicionalmente, se ha priorizado la enseñanza y el rol del docente en detrimento del aprendizaje y el rol del estudiante. Lo anterior implica que el estudiante se comporta como un agente pasivo, receptor del conocimiento, y el docente como un agente activo transmisor de éste (Oviedo, 2013).

Para cambiar ese enfoque pasivo y receptivo, la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) asume el aprendizaje, según el artículo 19 del proyecto educativo institucional (PEI), como el proceso en el que el docente pasa de ser una fuente y un canal privilegiado de información, a convertirse en un experto que acompaña, guía, orienta y asesora al estudiante en la construcción de nuevos conocimientos, los cuales puede incorporar en sus estructuras mentales y, de esa forma, le permiten adquirir nuevas formas de actuación (Universidad Autónoma de Occidente, 2011).

De acuerdo con los lineamientos presentados sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje descritos previamente, la Facultad de ingeniería y ciencias básicas de la UAO incluyó Actividad Complementaria (AC) en la estructura curricular de algunos de sus programas académicos, la cual se ha convertido en un espacio formativo en el que se desarrollan proyectos que conectan con diversos contextos y actores. Esto tiene como objetivo integrar nuevos conocimientos, experiencias y habilidades en la preparación académica

que ya reciben los estudiantes en otras asignaturas de su pensum académico. Por esa razón, este espacio formativo ha buscado desbordar la concepción de asignatura tradicional que ha adoptado la Universidad, ya que microcurricularmente no se organiza a través de contenidos comunes. A diferencia de la orientación convencional, se lleva a cabo mediante proyectos particulares autogestionados que son guiados por un tutor (docente encargado del seguimiento metodológico del desarrollo del proyecto) y un mentor (docente encargado del acompañamiento temático del proyecto).

El propósito formativo de AC, en otras palabras, consiste en brindar a los estudiantes de ingeniería la oportunidad de complementar su preparación académica, básicamente escolarizada y centrada en contenidos y competencias (conocimientos declarativos y procedimentales), con otras actividades que fomentan dinámicas de desarrollo de competencias genéricas (o transversales). Dicho de otro modo, se busca un enfoque hacia actuaciones que propendan a una formación integral que les permita a los estudiantes de los programas de ingeniería desarrollar una visión humanística, creativa y emprendedora; y de esta forma, potenciar o complementar los aprendizajes propios de su programa académico. Para ello se toma como base una variada oferta de actividades, entre las cuales se encuentran actividades con impacto social y de participación tanto en grupos de estudio y semilleros de investigación como en las de promoción de la facultad y sus programas.

La incorporación de un espacio con dichas características, planteó un reto importante, dado que requería que los estudiantes desarrollaran sus proyectos de manera colaborativa e incorporaran responsabilidades individuales definidas, al mismo tiempo que se definían y evaluaban las habilidades, conocimientos y competencias que estos requerían en su desarrollo formativo. Para que esto pudiese llevarse a cabo fue necesario incorporar una consigna que contribuyera tanto al desarrollo de competencias genéricas de los estudiantes como al desarrollo de principios axiológicos y valores UAO particulares a cada práctica que los estudiantes

debían ejecutar. Bajo estas premisas, el espacio es cursado mediante Prácticas de Enriquecimiento Formativo (PEF), las cuales funcionan como consignas que van articuladas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y coadyuvan con la promoción del aprendizaje colaborativo y autogestionado mediante la interacción en colectivos de trabajo.

Luego, cabe anotar que estas competencias, principios axiológicos y valores se ajustaron para que el espacio formativo fuera acorde con los procesos de acreditación internacional implementados en la Facultad de ingeniería y ciencias básicas con ABET en algunos programas académicos. Es por eso que se priorizaron unas competencias específicas para el espacio formativo sin desconocer que cada PEF puede contribuir al desarrollo de otras adicionales. Las competencias priorizadas fueron: habilidad para comunicarse con un rango de audiencias y habilidad para desempeñarse en un equipo donde todos los miembros ejercen liderazgo, crean un ambiente colaborativo e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos.

Conceptualización

A fin de garantizar el desarrollo de las diversas actividades concernientes al espacio formativo, este ha sido estructurado de tal manera que el estudiante, en compañía de su colectivo de trabajo, sean el eje central del proceso, en vista de que asumen un rol activo en el aprendizaje a través de la regulación del tiempo invertido en las diferentes actividades planificadas y en la elaboración de unos entregables mínimos establecidos para el espacio formativo, los cuales pueden profundizarse de acuerdo con sus requerimientos. De esta manera, los estudiantes se comportan como seres autogestivos y constructores no sólo de su propio aprendizaje, sino de los ambientes de aprendizaje (Moreno et al., 2010).

En AC se busca que, por medio de los saberes individuales, el estudiante pueda realizar aportes al trabajo en

equipo y, en colaboración con sus pares, producir nuevos conocimientos mediante proyectos derivados de la PEF seleccionada, evidenciables mediante entregables realizadas durante el semestre. Hay que enfatizar que ese conocimiento es consecuencia de la responsabilidad que estos actores asumen por su desempeño y que se manifiesta en el respeto por los aportes de los demás y en el compromiso adquirido con el objetivo común (Oviedo, 2013). Con ello se busca lograr, tal como lo estipula el PEI de la Universidad, “el cultivo del saber ser, del saber aprender con otros, del saber conocer en contexto y del saber hacer con sentido” (Universidad Autónoma de Occidente, 2011, p. 9).

En consecuencia, los docentes dispensadores del saber se convierten en guías y facilitadores del mismo, asumiendo los roles de mentor y tutor dentro del espacio formativo. Estos roles, claramente definidos y diferenciados, propician, potencian y facilitan el seguimiento del trabajo colaborativo y autogestionado que se busca dentro de AC.

De acuerdo con lo anterior, los diferentes actores (participantes, colectivos, mentores, tutores, coordinador) se organizan en una estructura que propicia la interacción entre ellos. Esta permite, por un lado, garantizar el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por otro, generar instancias consultivas y decisoras cuando sea necesario (Florez et al., 2018). Dicha interacción se aprecia en la figura 1 y se describe en la siguiente tabla.

Asimismo, las labores consultivas las lleva a cabo el equipo de tutores y las decisorias un comité de decisión. El primero tiene como funciones, por un lado, realizar el seguimiento integral del proceso formativo y, por el otro, emitir los reportes y valoraciones de los participantes. Y, el segundo, constituido por el decano, los directores de programa y el coordinador del espacio formativo, se responsabiliza de la resolución de conflictos o controversias entre tutores, mentores y participantes cuando no se puedan resolver a nivel de la coordinación de AC. Para que esto último sea posible el equipo de tutores debe suministrar la información que requiera el Comité de decisión (Florez et al., 2018).

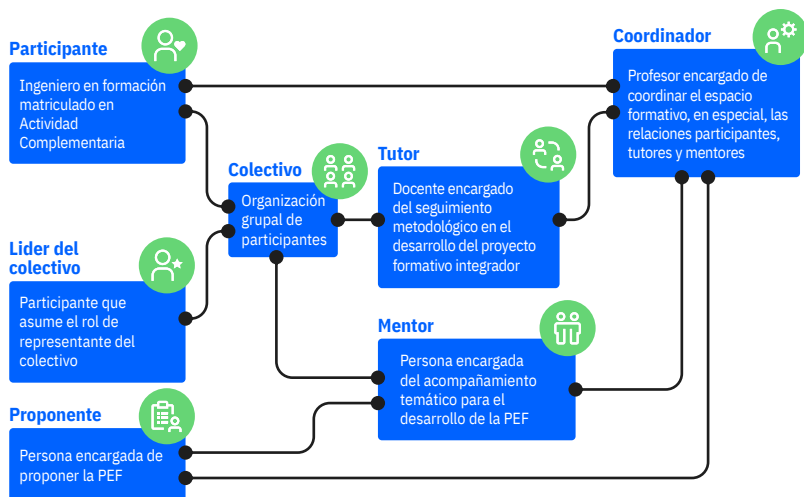
Tabla 1*Descripción de actores del espacio formativo*

Actores involucrados	Descripción
Participante	Ingeniero en formación matriculado en el espacio formativo.
Colectivo de trabajo	Equipo de trabajo conformado por diversos participantes según afinidades temáticas, programa académico o interés de trabajo conjunto. Los colectivos de trabajo, por un lado, pueden estar integrados por estudiantes de un mismo programa (homogéneos) o de diferentes programas (heterogéneos) y, por otro lado, tienen asignado un líder que asume el rol de representante en las diversas plataformas asociadas al espacio formativo.
Mentor	Aquel que realiza el acompañamiento, orientación y asesoramiento temático de la actuación de los colectivos de trabajo en una determinada PEF. Lo conforman directores de programa, profesores o cualquier otro integrante de la comunidad académica o empresarial acreditada para cumplir con dicho compromiso.
Tutor	Profesor vinculado por la Facultad de ingeniería y ciencias básicas que cumple con las siguientes funciones asignadas: colaborar en la concreción del Proyecto Formativo Integrador (PFI), hacer seguimiento al progreso y desarrollo de las PEF por parte de los colectivos de trabajo, valorar los avances, encausar el cumplimiento de metas y resultados, y resolver los conflictos presentados. Igualmente, está facultado para dialogar con los mentores sobre el desempeño de cada colectivo en las diferentes prácticas a las que realizan seguimiento. A su vez, se incluye dentro de sus responsabilidades el registro de la asistencia y la calificación definitiva (“aprobado” o “reprobado”).
Coordinador	Es el profesor designado para realizar el acompañamiento, seguimiento y verificación del trabajo adelantado por tutores y mentores. De igual manera, tiene la responsabilidad de coordinar acciones que garanticen el adecuado cumplimiento de los propósitos formativos de los participantes.

Nota. Tomado de Vega Barona, C. F. & Saavedra Munar, L. S. (2018). Actividad Complementaria-Espacio Formativo Desescolarizado Desde La Perspectiva De Aprendizaje Basado En Equipos. Congresos PAN PBL

Figura 1

Articulación de actores en el proceso del espacio formativo



Desarrollo e implementación del espacio formativo

AC inicia con el desarrollo de un conjunto de prácticas que permiten la organización del banco de propuestas PEF. Estas propuestas se ofrecen a los estudiantes que matriculan AC. Son los diferentes proponentes quienes las postulan y una vez postuladas pasan a ser evaluadas para que los colectivos de trabajo las seleccionen, matriculen y desarrollen. Todo ello con el fin de cumplir, al término de 14 semanas (que van de la tercera a la decimosexta del calendario académico), con metas precisas y con resultados que tienen alcances previamente definidos tanto en las PEF como en el PFI¹.

En relación con la temática, la ejecución de estas prácticas parte de dos situaciones fundamentales: una, la necesidad

1 PFI: Proyecto Formativo Integrador, entendido como la propuesta de actuación formulada por cada colectivo a partir de la PEF seleccionada.

de pensar en alternativas orientadas a resolver retos y desafíos a través de problemas complejos que conectan con las necesidades de la sociedad actual y, dos, la integración de conocimientos interdisciplinarios que permitan un análisis y un abordaje más profundos de dichos problemas. Como resultado de lo anterior, se busca promover la toma de conciencia y la responsabilidad social en pro de la adopción de prácticas sostenibles tanto en la vida profesional de los estudiantes, como en su vida privada.

De acuerdo con lo anterior, y tomando en cuenta tanto el programa “Campus Sostenible” de la Universidad como la visión de la Facultad de ingeniería y ciencias básicas, se ha planteado que las PEF estén articuladas con los ODS² y sus respectivas metas, los cuales dan lugar a la generación de prácticas de alto impacto local mediante la conexión y el fomento de los procesos formativo de los estudiantes con la comunidad y el entorno. A su vez, se abre la oportunidad de que estos materialicen los conocimientos adquiridos en el transcurso de su carrera y que, además, complementen su formación con aprendizajes extracurriculares (interdisciplinariedad y transdisciplinariedad).

Ahora bien, para el desarrollo de estas prácticas, como se presenta en la figura 2, se parte de un proceso metodológico que contempla las cinco fases del ciclo de un proyecto: inicio, planificación, ejecución, control y cierre. En la fase de inicio se realiza una orientación metodológica que facilita el entendimiento del espacio formativo y el desarrollo de las siguientes etapas. Luego, en la de planificación los estudiantes elaboran un perfil de proyecto que les permite tener claridad sobre cuáles actividades se van a llevar a cabo en la etapa de ejecución. El control se ejecuta a través de la supervisión que realizan mentores y tutores en los diferentes encuentros. Finalmente, entre las semanas 15 y 16, se da cierre al proyecto mediante la sustentación de los resultados ante los mentores y, posteriormente, la

2 ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

socialización de estos y de las experiencias del proceso a los tutores y a los demás colectivos de trabajo.

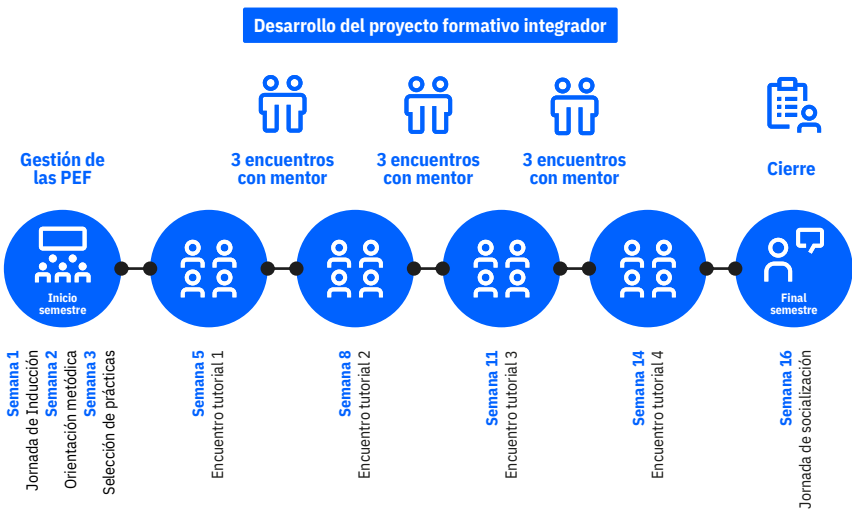
Figura 2
Fases del ciclo de un proyecto



Nota. Tomado de Barbosa, E. F., & de Moura, D. G. (2013). *Proyectos Educativos y Sociales: Planificación, gestión, seguimiento y evaluación*. Narcea.

De acuerdo con el calendario académico (como se muestra en la figura 3), en la primera semana se realiza la presentación de la jornada de socialización, a la que se convocan todos los estudiantes matriculados en el espacio formativo. En ella se explican, entre otros, las características del mismo y los diversos procesos requeridos para su abordaje, valoración y condiciones de aprobación.

Figura 3
Cronograma de actividades del espacio formativo



Entre la semana uno y tres los diferentes colectivos proceden a contactar a los proponentes para la asignación de las prácticas según disponibilidad de tiempo, saberes previos y requisitos académicos. Cabe mencionar que, en promedio, se presentan 60 prácticas por semestre en las que participan, además de los docentes de Ingeniería, diferentes integrantes de la comunidad universitaria.

De igual manera, en estas semanas se lleva a cabo un encuentro en el que se socializan, por un lado, la organización de los diferentes colectivos con su respectivo líder y, por otro lado, la orientación metódica sobre el desarrollo de las bitácoras de actuación y el PFI. Con relación a estos documentos, es importante considerar que en la bitácora se sistematizan y documentan las actividades desarrolladas semana a semana durante el semestre y con las que se cumple el PFI presentado, mientras que el PFI es la propuesta de actuación formulada por cada colectivo a partir de la PEF seleccionada, la cual funge como perfil del proyecto. Ambos documentos se reciben a través de plataformas digitales en los plazos previamente establecidos.

Las mentorías son realizadas entre las semanas tres y catorce, distribuidas en 8 sesiones. Estos encuentros se realizan de manera sincrónica y asincrónica de acuerdo con los requerimientos estipulados por cada mentor. Las actividades de estos encuentros se enfocan en la revisión, retroalimentación y aprobación del PFI de cada colectivo a su cargo, así como en el acompañamiento y la asesoría para el desarrollo de la PEF y el cumplimiento de lo planteado en el PFI.

Dado que el abordaje didáctico se realiza, de manera general, como una integración entre el aprendizaje orientado por proyectos (en casos específicos a través de aprendizaje-servicio, APS) y el aprendizaje basado en equipos, es importante resaltar la importancia de la sistematización de los roles de mentor y tutor, tanto en el acompañamiento como en el registro de los encuentros. De esa forma se asegura que haya una conexión permanente con las actividades desarrolladas por los colectivos de trabajo.

Para finalizar, las actividades realizadas en el espacio formativo de la semana 16, se llevan a cabo en el marco de un evento en el que los colectivos de trabajo comparten tanto los resultados obtenidos en la ejecución de los proyectos como las experiencias obtenidas en AC durante el semestre. El carácter de este evento académico es plenario y organizado colaborativamente entre los diferentes tutores y participantes. Se organiza para compartir las experiencias de quienes matricularon cada PEF y desarrollaron su PFI, y también para concienciar a futuros participantes. A este evento están invitados los diferentes mentores, a quienes los colectivos previamente les han sustentado los proyectos. Además, como parte de la valoración de cada estudiante, se hace un proceso de heteroevaluación con los actores involucrados mediante un cuestionario aplicado en dos momentos del semestre, el cual coincide con la presentación de los elementos relevantes de la planificación de proyecto (semana 8), así como de los resultados y experiencias obtenidas por su realización (semana 16).

Dado que en AC se buscan ejecutar tareas ligadas a objetivos previamente trazados a través de la PEF y el PFI para cumplir metas precisas y resultados con alcances adecuadamente delimitados, la valoración final es cualitativa: “aprobado” si cumple y “reprobado” si no cumple. Las condiciones de aprobación se determinan según un sistema de puntos en el que participan mentores, tutores y colectivo de trabajo.

Por último, para cerrar el espacio formativo, se recopilan los testimonios que dan cuenta del trabajo realizado por los actores, las experiencias y el aprendizaje que deja el desarrollo de la PEF, y el esquema de flexibilidad presentado en el espacio formativo.

Como parte de los testimonios que ofrecen los estudiantes que han cursado Actividad Complementaria, el espacio formativo que ofrece el curso, aunque es atípico, fomenta la autonomía y promueve el desarrollo de diversas aptitudes que trascienden lo técnico y lo tecnológico, permitiéndole a los estudiantes acceder a una mayor cantidad de herramientas útiles para el futuro desempeño laboral. De igual

manera, permite aplicar conocimientos previamente adquiridos desde los diversos programas académicos de la facultad y fusionarlos con aquellos que se obtienen como resultado del desarrollo de las prácticas matriculadas a través de un trabajo interdisciplinar que no solo involucra a los diferentes integrantes del colectivo de trabajo, sino que además toma en cuenta los conocimientos propios del mentor, las experiencias del colectivo y los saberes de la comunidad beneficiada.

Autogestión y trabajo colaborativo como ejes del proceso formativo

Uno de los aspectos que caracteriza a AC es el desarrollo de proyectos colaborativos y autogestionados como eje de su implementación, los cuales permiten trascender los límites de la enseñanza convencional. Además de lo anterior, AC propicia experiencias de aprendizaje situadas en la realidad social, profesional y académica de los estudiantes y de las comunidades con las que interactúan, lo que permite trascender la aplicación de metodologías activas y dar paso a la configuración de escenarios en los que los estudiantes, en interacción con sus pares, asumen la responsabilidad de planear, gestionar y ejecutar proyectos que nacen de intereses colectivos, y los cuales se sostienen sobre la autonomía de sus decisiones.

En este contexto, la colaboración no se limita solo a trabajar en grupo: es una construcción conjunta de soluciones a partir de la diversidad de saberes, experiencias y perspectivas de los integrantes del colectivo de trabajo. Esto implica reconocer la interdependencia positiva, asumir la corresponsabilidad en el logro de objetivos y valorar el aporte singular de cada integrante como parte de un todo común. Por su parte, la autogestión se expresa en la

capacidad que tienen los estudiantes para organizarse, distribuir roles, anticipar dificultades, resolver conflictos y tomar decisiones estratégicas sin depender permanentemente de la figura docente, la cual funge como orientador y garante del proceso (y no como ejecutor de las acciones).

Este carácter colaborativo y autogestionado se hace evidente en el recorrido que los colectivos realizan por las distintas fases del proyecto —inicio, planificación, ejecución, control y cierre—, donde asumen un rol protagónico en la conducción del proceso. A diferencia de los cursos tradicionales, en los que el docente fija las pautas y orienta cada paso, en este espacio los estudiantes son quienes toman la responsabilidad de decidir, organizar y dar continuidad a las acciones, construyendo un aprendizaje que surge de la práctica y del intercambio con sus pares.

En relación con las fases comentadas, el primer momento consiste en la definición del propósito y del plan de acción a través del Proyecto Formativo Integrador (PFI). Esta etapa se convierte en un ejercicio de construcción conjunta en el que cada estudiante contrasta sus ideas con las de sus compañeros y, en ese intercambio, descubre nuevas formas de comprender el reto planteado. Elaborar el PFI en consenso no solo implica formular objetivos y delinear un camino a seguir, sino también ejercitar la capacidad de aprender de otros, integrar los aportes colectivos y fortalecer, a partir de ellos, la autonomía necesaria para proponer ideas y decidir colectivamente las acciones a emprender.

A partir de este punto, el colectivo distribuye funciones y responsabilidades en relación con las competencias, intereses y motivaciones de cada integrante. Este reparto no se limita a asignar tareas, sino que se convierte en un escenario para que los estudiantes reconozcan lo que pueden ofrecer y, al mismo tiempo, lo que necesitan aprender de los demás. La autogestión se manifiesta cuando cada participante asume un rol activo dentro del colectivo y comprende que su propio aprendizaje se fortalece en la medida en que colabora con el aprendizaje de los demás.

Durante la etapa de ejecución, los colectivos ponen en práctica lo acordado en la planificación, gestionando los

tiempos y los recursos conforme al cronograma establecido. En este recorrido aparecen imprevistos que exigen decisiones conjuntas y la capacidad de adaptarse rápidamente a nuevas circunstancias. Cada situación inesperada se convierte en una oportunidad para ejercitar la flexibilidad, replantear estrategias y construir soluciones con base a la experiencia compartida. De este modo, la autogestión se expresa en la capacidad de cada estudiante para identificar lo que necesita aprender, apropiarse de nuevos saberes a partir de la interacción con sus pares y avanzar con mayor autonomía en el desarrollo del proyecto.

A lo largo del trabajo aparecen también diferencias de criterio que requieren negociación y búsqueda de consensos. Estos momentos constituyen oportunidades valiosas para el aprendizaje en comunidad, pues los estudiantes aprenden a escuchar, a argumentar y a ceder cuando es necesario, reconociendo que la construcción de conocimiento no es un proceso individual, sino colectivo. En estas dinámicas se van posicionando como agentes capaces de valorar los aportes de los demás y, a la vez, de afirmar su propio punto de vista en la construcción de soluciones compartidas.

El proceso culmina con la evaluación del cumplimiento de las metas, entendida no solo como la verificación de resultados, sino como un espacio de reflexión crítica sobre el recorrido realizado. En esta etapa, los colectivos valoran lo aprendido, reconocen sus logros y errores, y evidencian cómo los aportes recibidos de sus compañeros los sitúan en mejores condiciones para seguir aprendiendo de manera autónoma. La retroalimentación entre pares y la rendición de cuentas a tutores y mentores refuerzan esta experiencia, consolidando la idea de que el conocimiento se construye activamente y de que la autonomía se alcanza en diálogo constante con la comunidad académica.

Dentro de este entramado, como se mencionó previamente, los tutores tienen la responsabilidad de acompañar y orientar en el plano metodológico, mientras que los mentores aportan su guía en el componente temático de cada práctica. No obstante, la conducción efectiva del proyecto recae en los estudiantes, quienes asumen la dirección de

los procesos, consolidan su autonomía y fortalecen progresivamente su capacidad de decisión.

Competencias y aprendizajes derivados

El ejercicio de diseñar y llevar a cabo proyectos bajo esta dinámica fomenta el desarrollo de competencias transversales que complementan la formación disciplinar. Entre ellas se destaca el liderazgo compartido y rotativo, ejercido en contextos colaborativos que favorecen ambientes inclusivos y orientados al logro de objetivos comunes. Este liderazgo se hace visible, por ejemplo, en la fase de planificación, cuando los colectivos deben acordar metas comunes y decidir de manera concertada quién asume la coordinación de actividades, generando así una distribución natural y dinámica de responsabilidades.

De igual manera, se consolidan las habilidades de comunicación efectiva en distintos formatos y dirigida a audiencias diversas, lo que contribuye tanto a la expresión oral y escrita como a la argumentación técnica, la capacidad de negociación y la resolución de conflictos en equipos interdisciplinarios. Estas competencias se ponen en práctica durante la socialización de los proyectos, instancia en la que los estudiantes presentan avances y resultados a tutores, mentores y compañeros, adaptando el lenguaje y el enfoque según las características de cada público.

Asimismo, los estudiantes aprenden a ejercer una gestión autónoma del tiempo, los recursos y las tareas, lo cual fortalece la planificación y la ejecución de proyectos con criterios de responsabilidad y eficiencia, preparándolos para escenarios profesionales de alta complejidad. Dicho aprendizaje se concreta en acciones como el cumplimiento de cronogramas semanales, la elaboración de bitácoras de seguimiento y la reorganización de actividades frente a situaciones imprevistas.

A esto se suma el desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas que les permite analizar problemas complejos, identificar alternativas viables y responder con soluciones pertinentes en contextos reales. Estas competencias se evidencian, por ejemplo, cuando un recurso planificado no está disponible y el colectivo debe discutir alternativas, valorar ventajas y limitaciones de cada una, así como consensuar la mejor decisión sin depender de la figura docente.

Finalmente, cobra especial relevancia el reconocimiento de la dimensión ética, profesional y social de la ingeniería, mediante una actuación responsable frente a los impactos de sus decisiones. Este proceso se complementa con la autoevaluación y coevaluación, que propician la metacognición y el reconocimiento de los aportes y limitaciones personales y colectivos, al mismo tiempo que impulsa el aprendizaje autónomo y continuo como una competencia indispensable para su ejercicio profesional a lo largo de la vida. Tales reflexiones suelen hacerse explícitas al cierre de los proyectos, cuando los estudiantes no solo identifican los logros alcanzados, sino también los efectos de sus decisiones tanto en la comunidad beneficiada como en el propio colectivo de trabajo, etapa que les permite aprender a actuar con responsabilidad y compromiso tanto en el ámbito académico como en el social.

¿Por qué desarrollar proyectos de ApS en actividad complementaria?

La enseñanza de la sostenibilidad requiere un cambio en el rol que desempeñan los profesores de ingeniería, el cual involucra tanto el desarrollo de conocimientos y habilidades como la responsabilidad que los estudiantes asumen hacia esta (Ozis et al., 2022; Wilson, 2019). En ese sentido,

Vázquez Verdera (2015), citando a García et al., menciona lo siguiente:

(...) el ApS tiene un enfoque de amplio impacto: provoca cambios en el desarrollo personal y profesional del estudiantado y, además consigue transformaciones en los y las docentes, en las instituciones educativas que lo impulsan y en el entorno comunitario receptor del servicio (p. 195).

El ApS es una estrategia pedagógica que facilita la solución de problemas y la satisfacción de necesidades en una comunidad específica. Para que esto sea posible, se requiere que la Universidad, así como sus programas docentes, se conecten y comprometan con su entorno cercano, lo cual permitiría, por un lado, una mayor sensibilización de dichos problemas y, por otro lado, una mayor empatía con la comunidad que los padece (Vázquez Verdera, 2015). Lo anterior está en estrecha relación con el postulado: “Somos una universidad de la comunidad y para la comunidad” (Universidad Autónoma de Occidente, 2024, p. 1).

Es por ello que se considera que ApS permite que, desde Actividad Complementaria, el estudiante ponga en práctica, de manera autogestiva y a través del trabajo colaborativo, todos los aprendizajes que ha adquirido hasta el momento. Esta aplicación en un entorno real hace posible que la Universidad y la comunidad se vinculen a través del desarrollo de diferentes prácticas, la solución a diversos problemas y la satisfacción de las necesidades que la comunidad adolece. Esta unión, finalmente, permite dar sentido, significado y complementariedad a las asignaturas que el estudiante ha cursado antes de llegar a este espacio formativo.

Por último, ApS también busca promover un aprendizaje basado en la experiencia mediante proyectos que abordan problemas o necesidades reales, y en el que los protagonistas son quienes ofrecen y reciben el servicio. Para ello no se requiere que los docentes se posicionen como dispensadores de saberes, sino más bien que se presenten como guías y facilitadores. (Ponce, 2016). Como ya se ha comentado en

este capítulo, todo esto se articula completamente con el espíritu que se promueve en Actividad Complementaria.

Conclusiones

AC es un espacio formativo innovador en el que, de manera interdisciplinar, se desarrollan actividades de diversa índole y en diferentes entornos que enfrentan a los estudiantes con requerimientos y restricciones reales, las cuales fortalecen habilidades asociadas con el trabajo colaborativo, así como la comunicación oral y escrita. Estas dinámicas estructuradas en tareas y roles permiten a los colectivos transitar por fases sucesivas de trabajo —planificación, ejecución y valoración— que constituyen el núcleo del proceso formativo en AC.

El paso por las distintas etapas del trabajo colaborativo y autogestionado representa un proceso de aprendizaje en sí mismo. Al definir propósitos comunes, asumir responsabilidades compartidas, ejecutar lo planificado y valorar los resultados obtenidos, los estudiantes fortalecen su autonomía y reconocen el valor del aprendizaje en comunidad. Experiencias como la negociación de roles, la toma de decisiones frente a imprevistos o la socialización de logros se convierten en aprendizajes tan valiosos como los resultados mismos del proyecto.

El desarrollo de las actividades dentro del espacio formativo permite que los estudiantes aborden todas las etapas de un proyecto de manera autónoma junto con su colectivo de trabajo. Este ejercicio ha facilitado, por un lado, impulsar proyectos con impacto en comunidades a través de la conexión de la Facultad de ingeniería y ciencias básicas con otras dependencias de la Universidad y, por otro lado, brindar a los docentes un escenario para promover semilleros de investigación y explorar nuevas estrategias metodológicas para la docencia, especialmente frente a problemas complejos relacionados con la sostenibilidad.

La alineación del espacio formativo con los ODS enriquece la experiencia educativa y promueve la adopción de prácticas éticas, sostenibles y responsables, fundamentales en la formación de futuros ingenieros. La selección de una meta específica en un ODS otorga un marco claro a las PEF y a los proyectos derivados, incentivando reflexiones acerca de cómo la ingeniería puede contribuir a la solución de problemas sociales, ambientales y económicos. Para ello se recurre a metodologías activas como el aprendizaje orientado por proyectos, el aprendizaje basado en equipos y el ApS, siendo este último el que potencia una mayor interacción con la comunidad.

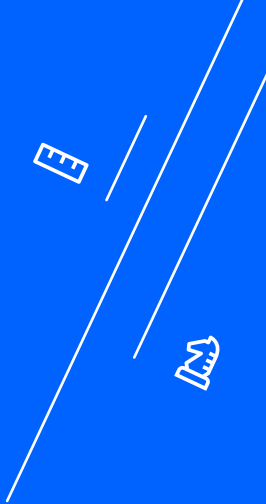
De igual manera, el desarrollo de proyectos en AC refuerza competencias transversales indispensables en la práctica profesional de la ingeniería: liderazgo compartido, comunicación efectiva, gestión autónoma del tiempo y de los recursos, pensamiento crítico, responsabilidad ética y social, así como la capacidad de aprendizaje continuo. Estas competencias preparan a los futuros ingenieros para desenvolverse con eficacia en escenarios de alta complejidad.

A partir de las reflexiones recogidas, la experiencia de los estudiantes en este espacio coincide con el espíritu de AC y reafirma su carácter único en la Facultad de ingeniería y ciencias básicas, ya que permite que cada estudiante participe en proyectos acordes con sus capacidades e intereses, lo que amplía la motivación y el compromiso con su proceso formativo. Es por eso que el carácter colaborativo y autogestionado de los proyectos en AC constituye el rasgo diferenciador que lo distingue de otros espacios curriculares. Mientras en las asignaturas tradicionales prevalece la figura del docente como transmisor de saber, en AC los estudiantes asumen un rol protagónico, gestionan proyectos con impacto real y construyen conocimiento de manera colectiva, consolidando un aprendizaje integral que trasciende el aula y se proyecta hacia la comunidad y la sociedad.

Referencias bibliográficas

- Barbosa, E. F., & de Moura, D. G. (2013). *Proyectos educativos y sociales: Planificación, gestión, seguimiento y evaluación*. Narcea. <https://books.google.com.co/books?id=ceqjAQAAQBAJ>.
- Flórez, V. E., Quintero, J. D., Saavedra, L., & Vega, C. F. (2018). Actividad complementaria: Experiencia de aprendizaje contextualizado, colaborativo y basado en proyectos que fortalece la permanencia en programas de ingeniería en la Universidad Autónoma De Occidente. En *Actas del Congreso CLABES* (pp.575–585). <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1961>.
- Moreno, M., Chan, M. E., Briseño, M., Pérez, M. S., Ortiz, M. G., Hernández, V., Córdova, H., & Coronado, G. (2010). *Modelo educativo del sistema de Universidad Virtual*. Universidad de Guadalajara. https://www.udgvirtual.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/modelo_educativo_suv.pdf.
- Oviedo, P. E. (2013). El aprendizaje autogestionado y colaborativo. *Revista de La Universidad de La Salle*, 60, 277–288.
- Ozis, F., Parks, S. L. I., Sills, D. L., Akca, M., & Kirby, C. (2022). Teaching sustainability: Does style matter? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 194–210. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2021-0392>.
- Ponce, M. E. (2016). La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por la tecnología. *Diálogos sobre educación*, 12(7), 1–23. <http://dialogossobreeduccion.cucsh.udg.mx/index.php/DSE/article/view/258>
- Universidad Autónoma de Occidente. (2011). *Proyecto Educativo Institucional: Resolución del Consejo Superior No. 438, del 16 de septiembre de 2011*. Universidad Autónoma de Occidente.

- Universidad Autónoma de Occidente. (2024). Política de proyección social: Resolución del Consejo Académico No. 6753, del 15 de noviembre de 2024. Universidad Autónoma de Occidente. <https://www.uao.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/res-ca-6753-politica-proyeccion-social.pdf>.
- Vázquez Verdera, V. (2015). El aprendizaje-servicio: Una estrategia para la formación de competencias en sostenibilidad. *Foro de Educación*, 13(19), 193–212. <https://forodeeducacion.com/ojs/index.php/fde/article/view/231/219>.
- Wilson, D. (2019). Exploring the intersection between engineering and sustainability education. *Sustainability*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/su11113134>.



2

El Movimiento *Maker*

como estrategia para fomentar
el desarrollo de competencias
del siglo XXI en estudiantes de
ingeniería





Resumen

Este capítulo presenta la implementación de Prácticas de Enriquecimiento Formativo (PEF) con impacto social como estrategia de innovación educativa en los programas de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente. A partir de experiencias reales, se describe cómo estos espacios fomentan el aprendizaje activo, la formación integral y el compromiso ético de los estudiantes. La articulación de metodologías activas como el Aprendizaje en Servicio ApS y el Movimiento *Maker* dentro de las PEF fortalece competencias técnicas y transversales necesarias para enfrentar retos complejos. Las experiencias documentadas evidencian que los proyectos formativos, contextualizados y desarrollados en comunidades, contribuyen a la formación de ingenieros con visión crítica y capacidad de transformación social.

Palabras clave: Prácticas de Enriquecimiento Formativo; impacto social; aprendizaje activo; Aprendizaje en Servicio (ApS); Movimiento *Maker*; competencias del siglo XXI; ingeniería.





Abstract

This chapter describes the implementation of Formative Enrichment Practices (PEF) with social impact as an innovative educational strategy in engineering programs at Universidad Autónoma de Occidente. Based on real experiences, it explores how these spaces foster active learning, comprehensive education, and students' ethical commitment. By integrating active methodologies such as Service-Learning (ApS) and the Maker Movement, PEF strengthen both technical and transversal competencies needed to address complex challenges. Documented experiences demonstrate that contextualized, community-driven projects contribute to the education of engineers with critical thinking skills and a strong capacity to drive social transformation.

Keywords: Formative Enrichment Practices; social impact; active learning; Service-Learning (ApS); Maker Movement; twenty-first century skills; engineering.



Introducción

El Movimiento *Maker*, con sus raíces trazadas desde el siglo XVIII gracias a visionarios como Rousseau y Pestalozzi, entiende el aprendizaje como una habilidad innata que puede ser cultivada en los individuos a través de prácticas que les permite explorar la libertad. Este enfoque educativo moderno, inspirado en la filosofía de “aprender haciendo”, se sustenta en pilares pedagógicos como el aprendizaje activo, el construccionismo y el constructivismo. Aunque Seymour Papert y Jean Piaget son considerados pioneros en este movimiento, fue Dale Dougherty quien, en la década del 2000, consolidó y popularizó el término, especialmente con la publicación de la revista *Make* en 2005 (Dougherty, 2012; Dougherty, 2013; Blikstein, 2018).

Piaget, un pilar del constructivismo, argumenta que el aprendizaje del individuo avanza a través de experiencias personales. Seymour Papert, líder del construccionismo, plantea que las experiencias profundas de aprendizaje emergen al construir ideas, interconectando el intelecto, las emociones y los deseos del aprendiz. En paralelo, el constructivismo social, representado por Lev Vygotsky, sostiene que el conocimiento se construye a través de la interacción social y cultural, subrayando la influencia de las estructuras sociales en la adquisición del conocimiento (Weiner et al., 2018).

El Movimiento *Maker* se ha consolidado como una herramienta pedagógica esencial al integrar el acto de crear en espacios educativos formales e informales, tales como museos, centros comunitarios y aulas (Dougherty, 2012). Diversos autores coinciden en su relación con el constructivismo, destacando el valor educativo de la creación y el intercambio público de objetos como medio para alcanzar aprendizajes significativos (Vossoughi et al., 2014; Halverson y Sheridan, 2014; Martínez y Stager, 2013; Papert y Harel, 1991). Desde esta perspectiva construccionista, los estudiantes generan productos propios a través de la experimentación creativa, lo cual les permite construir conocimiento a partir de la interacción con herramientas y personas. Este proceso

fomenta habilidades como la alfabetización tecnológica y resalta dos pilares centrales del constructivismo: hacer e intercambiar, dos procesos que trascienden la construcción mental y permiten al estudiante contextualizar el objeto dentro de un sistema más amplio (Papert y Harel, 1991; Gómez y Ortiz, 2018; González y Árias, 2018).

En esencia, el Movimiento *Maker* celebra la convergencia de herramientas y tecnologías asequibles, como procesadores y sensores, adoptando metodologías centradas en proyectos significativos para los individuos. El atractivo de este enfoque radica en el empoderamiento que brinda a los jóvenes, permitiéndoles idear y materializar soluciones a desafíos reales. Además, se alinea con tendencias emergentes del siglo XXI, como lo son el Internet de las Cosas (IoT) y el pensamiento computacional, las cuales están ganando tracción en la educación moderna.

Este capítulo describe experiencias desarrolladas por estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente, quienes potenciaron competencias del siglo XXI mediante la experimentación tecnológica, la creatividad y la colaboración con comunidades vulnerables del suroccidente colombiano a través de Actividad Complementaria y en el marco de las Prácticas de Enriquecimiento Formativo con impacto social. Estas experiencias, integradas con el Aprendizaje en Servicio y la filosofía del “aprender haciendo”, muestran cómo el Movimiento *Maker* trasciende el aula y se convierte en un motor para la innovación educativa y el compromiso social.

Contexto de trabajo

Articulación de actividad complementaria con el movimiento maker

Dentro del panorama educativo del siglo XXI, Actividad Complementaria emerge como una innovadora propuesta educativa que busca enriquecer el aprendizaje tradicional a través de experiencias prácticas y significativas (Florez

et al, 2018) (Vega & Saavedra, 2018). Esta propuesta educativa, al brindar un espacio para abordar contenidos y habilidades que trascienden el currículo regular, se alinea intrínsecamente con el Movimiento *Maker*, cuyo lema central es “aprender haciendo”. Es precisamente esta alineación la que permite que Actividad Complementaria facilite la inclusión de Prácticas de Enriquecimiento Formativo (PEF) que se desarrollen desde un enfoque *Maker*. Estas prácticas, centradas en la experimentación, la creación y el trabajo colaborativo, encuentran en Actividad Complementaria el marco ideal para su ejecución, propiciando que los estudiantes se sumerjan en un aprendizaje activo donde la construcción de conocimiento se da a través de la interacción directa con herramientas, tecnologías y retos reales (Saavedra Munar et al., 2022; Munar & Ambuila, 2021).

La confluencia de Actividad Complementaria con el Movimiento *Maker* no es mera coincidencia, sino una respuesta estratégica a las demandas educativas actuales. La Universidad Autónoma de Occidente desde Actividad Complementaria adopta integraciones que ofrecen un entorno donde los aprendices, siendo protagonistas activos de su educación, abordan proyectos que les retan y apasionan, potenciando así habilidades esenciales del siglo XXI como la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración. Esta integración establece el compromiso con un aprendizaje más autónomo y centrado en competencias, preparando a los estudiantes para un mundo en constante cambio y evolución (Munar, 2019; Arbelaez et al., 2024).

Convergencia pedagógica entre el aprendizaje en servicio, el movimiento maker y actividad complementaria en las prácticas de enriquecimiento formativo

El Aprendizaje en Servicio (ApS), el Movimiento *Maker* y Actividad Complementaria convergen de manera armónica en el ámbito educativo contemporáneo, estableciendo un

marco robusto para impulsar el desarrollo de competencias del siglo XXI en los estudiantes. Mientras el ApS vincula el aprendizaje teórico con acciones concretas en la comunidad, inculcando responsabilidad social y compromiso cívico, el Movimiento *Maker* añade una dimensión de práctica y creatividad, donde los estudiantes son actores centrales de su educación a través del aprendizaje centrado en la acción. Por otro lado, Actividad Complementaria brinda el espacio curricular adecuado para que estos enfoques se concreten, ofreciendo la adaptabilidad y flexibilidad que las Prácticas de Enriquecimiento Formativo (PEF) necesitan.

Dentro de este marco, las Prácticas de Enriquecimiento Formativo (PEF) se ven potenciadas por esta sinergia, lo cual alienta a los estudiantes a enfrentar retos reales, concebir soluciones con potencial innovador y reflexionar profundamente sobre su papel en la sociedad. Al combinar el ApS, el enfoque *Maker* y la estructura de Actividad Complementaria en las PEF, se garantiza una educación que cultiva habilidades como el pensamiento crítico, la colaboración, la creatividad y la comunicación. Esta integración no solo prepara a los estudiantes para los desafíos actuales, sino que también les otorga herramientas para ser líderes y transformadores de la realidad, promoviendo cambios que impacten de forma positiva en la sociedad (Saavedra et al., 2025; Saavedra et al., 2022; Arbelaez et al., 2024).

El aprendizaje experiencial en los enfoques maker y STEAM

El aprendizaje experiencial, esencialmente aprender haciendo (*learning by doing*), ha emergido como pilar fundamental en la educación contemporánea. La razón de su creciente relevancia radica en su capacidad para transformar la teoría en práctica, permitiendo a los estudiantes no solo absorber información, sino vivirla y adaptarla a contextos del mundo real. Este método de aprendizaje se adapta especialmente bien al enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) y al Movimiento

Maker, dos paradigmas que buscan revolucionar cómo y qué aprendemos en el siglo XXI.

En este contexto, los entornos de aprendizaje se transforman en laboratorios donde se explora, se prototipa y se valida conocimiento a partir de retos auténticos. La combinación del enfoque STEAM con la filosofía *Maker* amplía la mirada tradicional de las disciplinas, fomentando que los estudiantes asuman un rol activo en la construcción de soluciones y la generación de innovación. La aplicación de tecnologías accesibles, la interdisciplinariedad y la creatividad se convierten en ejes para formar profesionales con pensamiento crítico y competencias para la resolución de problemas complejos.

La experiencia adquirida en la Universidad Autónoma de Occidente muestra que integrar el aprendizaje experiencial en las PEF, bajo el enfoque *Maker* y STEAM, favorece no solo el desarrollo de competencias técnicas, sino también la sensibilización frente a las necesidades del contexto. Los estudiantes trabajan en proyectos que vinculan la ciencia, la tecnología y el arte, así como el servicio a las comunidades, lo cual da paso a una formación más integral y socialmente comprometida (Melo et al., 2022; Munar, 2020).

La convergencia de lo práctico y lo teórico

El enfoque STEAM responde a la necesidad de preparar a los estudiantes para resolver problemas complejos que trascienden las fronteras disciplinares. A diferencia de la enseñanza tradicional que fragmenta el conocimiento, STEAM propone una mirada holística que permite interconectar saberes diversos al servicio de la innovación. No obstante, esta integración solo alcanza su verdadero potencial cuando se vincula con contextos de aplicación reales, donde los estudiantes puedan experimentar, fallar, reflexionar y rediseñar. En este sentido, el aprendizaje experiencial actúa como catalizador: permite que la teoría interdisciplinaria se convierta en acción significativa, adaptada a los desafíos del entorno. Un ejemplo de ello podría evidenciarse en el diseño de un kit de robótica para niños en situación de vulnerabilidad que

un grupo de estudiantes diseña. Al hacerlo, los estudiantes aplican conceptos de electrónica, pedagogía, diseño y ética profesional por medio de una práctica situada en la que activan múltiples dimensiones del aprendizaje.

Estas experiencias, desarrolladas en el marco de las Prácticas de Enriquecimiento Formativo, han demostrado que la convergencia entre lo teórico y lo práctico fortalece las competencias técnicas y transversales, al tiempo que motiva a los estudiantes a involucrarse activamente en procesos creativos e innovadores. La incorporación del Movimiento *Maker* en proyectos STEAM, especialmente en contextos reales con comunidades, ha permitido que los estudiantes asuman el rol de protagonistas en la búsqueda de soluciones con impacto social a través de la integración de la ciencia, la tecnología y el compromiso ético (Moreno et al., 2017; Saavedra et al., 2022).

La creatividad a través de la experiencia

El componente de Arte en STEAM y la esencia del Movimiento *Maker* resaltan la primacía de la creatividad en el proceso de aprendizaje. Si bien, en el aula convencional un estudiante puede aprender sobre principios de diseño o teorías artísticas, es solo a través de la experiencia, como lo es esculpir una escultura o diseñar una solución a un problema, que este realmente comprende y aprecia el proceso creativo. Es así como el aprendizaje experiencial fomenta la innovación e insta a los estudiantes a ver y abordar problemas desde perspectivas novedosas.

Este énfasis en la creatividad se potencia cuando los estudiantes participan en proyectos auténticos que los retan a diseñar y construir soluciones para problemáticas reales. En el contexto de las PEF, el ApS y el Movimiento *Maker* se convierten en un escenario donde el arte, la tecnología y la ciencia se integran, impulsando a los estudiantes a trabajar de manera interdisciplinaria y a experimentar la creación como un medio para transformar su entorno. Estas experiencias favorecen no solo la comprensión profunda del proceso crea-

tivo, sino también el desarrollo de una sensibilidad estética y social que les permite generar propuestas originales con impacto (Saavedra et al., 2025; Melo et al., 2022).

Herramientas y tecnología: manos a la obra

El Movimiento *Maker* y STEAM no solo valoran la integración teórica, sino también el uso de herramientas y tecnologías modernas. A través del aprendizaje experiencial, los estudiantes no solo leen o escuchan acerca de herramientas como impresoras 3D, *software* de diseño o kits de robótica: los estudiantes experimentan con ellas, cometiendo errores y aprendiendo en el proceso.

Este proceso práctico convierte a las tecnologías en medios para crear, diseñar y prototipar soluciones reales. Al interactuar con herramientas físicas y digitales en el marco de las Prácticas de Enriquecimiento Formativo, los estudiantes desarrollan competencias técnicas avanzadas y confianza en su capacidad para materializar ideas. Experiencias documentadas muestran cómo la incorporación de impresión 3D, electrónica, kits de robótica y entornos de programación permite a los participantes vincular sus conocimientos teóricos con el desarrollo de proyectos que impactan a comunidades vulnerables, a la vez que despierta su interés por la innovación tecnológica (Moreno et al., 2017; Melo et al., 2021; Arbelaez et al., 2024).

Comunidad, colaboración y el valor de compartir

Una faceta a menudo pasada por alto del aprendizaje experiencial es su capacidad para fomentar la colaboración. Tanto STEAM como el Movimiento *Maker* promueven entornos donde el trabajo en equipo es esencial. Al enfrentar desafíos prácticos, los estudiantes aprenden a colaborar, compartir ideas y recursos, y a apoyarse mutuamente en sus esfuerzos creativos.

En los proyectos desarrollados en el marco de las Prácticas de Enriquecimiento Formativo, esta colaboración trasciende las dinámicas internas del aula y se proyecta hacia comunidades y contextos reales. Los estudiantes trabajan en equipos interdisciplinarios donde la diversidad de saberes se convierte en una fortaleza para idear soluciones con impacto social. Esta interacción refuerza habilidades comunicativas, de liderazgo y de gestión de proyectos, a la vez que fomenta la empatía y el sentido de pertenencia a una comunidad académica y social más amplia. La cultura *Maker* potencia este valor al promover el intercambio abierto de conocimientos y la construcción colectiva de soluciones, principios que han demostrado ser clave en las experiencias implementadas en la Universidad Autónoma de Occidente (Saavedra Munar et al., 2022; Saavedra et al., 2025).

El aprendizaje por error en el contexto STEAM y maker

El concepto de “learning by failure” o “aprendizaje por error” sostiene que los errores no deben ser vistos como fracasos, sino como oportunidades valiosas de aprendizaje. En el mundo académico, donde tradicionalmente se ha premiado la precisión y se ha penalizado el error, esta idea puede parecer contraintuitiva. Sin embargo, en el contexto de enfoques educativos contemporáneos, como STEAM y el Movimiento *Maker*, el aprendizaje por error emerge como una herramienta educativa esencial y de gran valor.

Al trabajar en proyectos auténticos, los estudiantes experimentan un ciclo continuo de diseño, prueba, error y ajuste, lo que les permite desarrollar resiliencia, pensamiento crítico y creatividad. Este proceso convierte cada equivocación en un insumo para mejorar, transformando la manera en que los estudiantes afrontan los retos y fortaleciendo su capacidad para encontrar soluciones innovadoras.

En las Prácticas de Enriquecimiento Formativo, esta filosofía ha mostrado su impacto cuando los equipos iteran sobre prototipos de dispositivos tecnológicos, materiales

educativos y soluciones para comunidades. Lejos de ser visto como un obstáculo, el error es interpretado como una parte natural del aprendizaje activo y colaborativo, lo cual refuerza la importancia de la reflexión y el rediseño como etapas fundamentales del proceso (Munar & Ambuila, 2021).

Errores: los grandes maestros de la práctica

Dentro del enfoque STEAM y el Movimiento *Maker*, donde el aprendizaje experiencial es primordial, los errores son inevitables. Ya sea programando un robot, diseñando un prototipo con una impresora 3D, o integrando principios matemáticos en un proyecto artístico, los estudiantes inevitablemente se toparán con obstáculos y cometerán errores; no obstante, son esos momentos de frustración y confusión donde ocurre el verdadero aprendizaje. Al analizar lo que salió mal, no solo se fomenta el desarrollo del pensamiento crítico, sino que también los estudiantes refuerzan su comprensión conceptual y mejoran sus habilidades prácticas.

Esta concepción del error como maestro transforma la dinámica de aprendizaje, cada fallo se convierte en una oportunidad de crecimiento y cada iteración en una versión más sólida del producto o solución. Las experiencias desarrolladas en los PEF con impacto social han mostrado que este proceso de ensayo-error, acompañado por la reflexión y el rediseño, fortalece la perseverancia, la creatividad y la capacidad de trabajo en equipo de los estudiantes. La cultura *Maker* y los proyectos en comunidades reales permiten que los estudiantes comprendan que equivocarse no solo es parte del camino, sino una herramienta poderosa para alcanzar resultados significativos y con potencial innovador (Saavedra et al., 2025).

Fomentando la resiliencia y la adaptabilidad

El aprendizaje por error no solo fortalece el conocimiento y las habilidades técnicas, sino que también desarrolla rasgos personales como la resiliencia y la adaptabilidad.

En un mundo en constante cambio y con desafíos multidisciplinarios, estas cualidades son esenciales. A través del proceso de enfrentarse a errores, volver a intentarlo y eventualmente superar obstáculos, los estudiantes aprenden a perseverar y a adaptarse a situaciones cambiantes.

En el contexto de los PEF con impacto social, esta dinámica cobra especial relevancia, ya que los estudiantes no solo deben encontrar soluciones válidas a nivel técnico, sino también adaptarse a realidades sociales y culturales complejas. La iteración constante en entornos reales, característicos del enfoque *Maker* y de los proyectos STEAM, fomenta la capacidad de mantener la motivación frente a la incertidumbre, valorar el trabajo colectivo y aprovechar la retroalimentación para mejorar sus propuestas. Este proceso fortalece la autonomía y la autogestión, competencias indispensables para su desarrollo profesional y ciudadano (Arbelaez et al., 2024).

La innovación nace del error

La historia de la ciencia y la tecnología está repleta de descubrimientos e invenciones que surgieron de errores. Los fallos, en muchos casos, son precursores de la innovación. Es por eso que promover la experimentación y riesgo, hace posible que los estudiantes sean verdaderos innovadores en sus campos de estudio y por fuera de ellos.

En el marco de las Prácticas de Enriquecimiento Formativo, esta visión del error como punto de partida para la creatividad ha dado lugar a proyectos en los que los estudiantes desarrollan prototipos, materiales educativos y dispositivos de base tecnológica que impactan directamente a comunidades. Estos procesos iterativos, característicos del movimiento *Maker*, muestran que cada intento fallido contribuye a refinar ideas y a generar soluciones más pertinentes y con potencial innovador. La cultura educativa que acoge el error como parte natural del aprendizaje permite a los estudiantes asumir riesgos, diseñar con propósito y transformar sus experiencias en aportes originales para la sociedad (Saavedra et al., 2025; Arbelaez et al., 2024; Melo et al., 2021).

Creando un entorno seguro para el error

El desafío para educadores y currículos universitarios es crear un entorno donde el error sea visto no como un fracaso, sino como una fase natural del proceso de aprendizaje. Esto implica cambiar tanto la mentalidad de los profesores como la de los estudiantes, y de esa forma desarrollar sistemas de evaluación que valoren tanto el proceso como el producto final.

Los PEF con impacto social y el enfoque *Maker* en la Universidad Autónoma de Occidente han demostrado que, cuando se establecen entornos seguros para la experimentación, los estudiantes se atreven a probar nuevas ideas, asumir riesgos y proponer soluciones más creativas. Este ambiente fomenta la confianza, la apertura al diálogo y la disposición a recibir retroalimentación, condiciones esenciales para un aprendizaje transformador. La valoración del proceso, por encima del simple resultado, convierte a los errores en catalizadores de innovación y aprendizaje profundo (Saavedra et al., 2025).

Implementación de PEF con impacto social

La UNESCO ha establecido cuatro pilares fundamentales para la educación, entre los cuales, “aprender a hacer” resalta por su relevancia en el desarrollo de competencias que permiten al individuo enfrentar desafíos a lo largo de su trayectoria profesional y vida. Las PEF con enfoque en el Movimiento *Maker* se han articulado con el objetivo de desarrollo sostenible número 4, impactando en la educación de calidad y, en particular, en las metas que buscan aumentar las competencias necesarias para acceder al empleo y trabajo decente, y construir instalaciones educativas que ofrezcan entornos de aprendizaje seguros e inclusivos.

En este marco, la implementación de PEF con impacto social en la Universidad Autónoma de Occidente ha generado escenarios donde los estudiantes participan en proyectos contextualizados, interdisciplinarios y socialmente pertinentes. Estas iniciativas combinan el Aprendizaje en Servicio con el Movimiento *Maker*, permitiendo que los es-

tudiantes diseñen y desarrollen soluciones tecnológicas y creativas para comunidades reales. Los proyectos abarcan desde el diseño de kits tecnológicos para niños en situación de vulnerabilidad, hasta el desarrollo de prototipos y experiencias que integran ciencia, arte y tecnología para la solución de problemáticas sociales.

El proceso de implementación se sustenta en un acompañamiento docente que privilegia la autonomía y la colaboración. Los estudiantes, organizados en colectivos de trabajo, identifican necesidades, proponen ideas, diseñan prototipos y validan sus soluciones directamente en los contextos en los que intervienen. Esta dinámica, apoyada en metodologías activas y en la cultura del “aprender haciendo”, fortalece competencias técnicas, socioemocionales y éticas, al tiempo que genera un vínculo transformador entre la universidad y la comunidad (Halverson & Sheridan, 2014). Es por eso que el impacto de estas PEF trasciende los resultados tangibles, ya que promueve una educación que integra la innovación con la responsabilidad social, impulsa la creación de redes de colaboración entre docentes, estudiantes y comunidades, y consolida la visión de un ingeniero con capacidad para liderar cambios positivos y sostenibles.

Diseño de kits de robótica y electrónica para niños de comunidades vulnerables de la ciudad de Cali

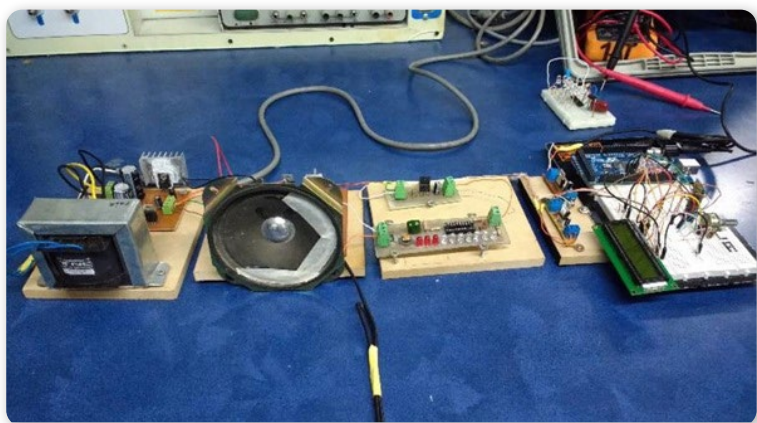
Esta PEF fue liderada por el colectivo de estudiantes conformado por Paola Andrea Bonilla, Andrés Camilo Arcila y Sara Sofía Torres Galindo, todos pertenecientes a la Facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Universidad Autónoma de Occidente (UAO). Todo comenzó cuando en el 2017 los estudiantes del semillero de investigación *Maker Tech* UAO, ahora renombrado como *Maker* UAO, se embarcaron en un proyecto centrado en el desarrollo de kits especializados de robótica y electrónica, destinados a niños de comunidades vulnerables en la ciudad de Cali. Este proyecto trascendió la mera difusión

tecnológica, buscando activamente promover la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en comunidades con diversos problemas sociales.

El proyecto se desplegó en dos escenarios. En el primero, la UAO proporcionó todas las herramientas y tecnologías necesarias para la creación e implementación de los kits, mientras que en el segundo, fue el Centro Cultural de Brisas de Mayo Siloé, situado en la comuna 20 de Cali, el espacio que se transformó en un núcleo de enseñanza y aplicación práctica, al ser acogido por el club SMART (Science, Math and Real world Technology). Este club, que cuenta con la participación de niños de 7 a 13 años, se dedicó a profundizar en conceptos de electrónica y robótica.

Este proyecto se entrelazó con el diseño conceptual de soluciones de base tecnológica, permitiendo a los estudiantes enriquecer su formación mediante una metodología que se centraba en las necesidades de los usuarios finales. Este enfoque, centrado en el usuario, proporcionó a los futuros ingenieros una perspectiva única, facilitando la comprensión de las necesidades de los niños de comunidades vulnerables y adaptando los kits de aprendizaje en consecuencia, y de esa forma apoyar de manera óptima los procesos de aprendizaje del club SMART.

Figura 4



Prototipo de pruebas del primer kit desarrollado

Como reconocimiento a la dedicación y los resultados obtenidos, los descubrimientos de esta práctica se compartieron en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2017. La presentación, que destaca el compromiso social del proyecto, se materializó a través de un artículo y ponencia titulada “Diseño de un kit de electrónica para promover el aprendizaje de esta disciplina en niños de comunidades vulnerables de la ciudad de Cali” (Moreno et al, 2017).

Implementación de capacitaciones en software CAD/CAM y equipos de prototipado rápido para comunidades vulnerables de Cali

Esta PEF fue desarrollada por diversos colectivos de estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente, incluyendo a:

- Juan Sebastián Cornejo Ramírez, Melissa Muñoz Buitrón, José Orlando Romero Correa (Ingeniería Biomédica).
- Natalia Higueta Alzate, Jhonatan David Giraldo Quiñones (Ingeniería Mecatrónica)
- Juan David Vergara y Natalia Vander Huck (Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Biomédica).
- Laura Garrido, Kamila Campos Naranjo, Daniela Jiménez García (Ingeniería Industrial).
- María Camila Londoño, Geraldine Durán Candelo, Felipe Muñoz (Ingeniería Industrial e Ingeniería Biomédica).

Desarrollada en 2019, esta práctica se centró en fortalecer habilidades transversales como el trabajo en equipo y promover el aprendizaje autónomo y continuo. Los estudiantes de la Universidad Autónoma de Occidente fueron incentivados a empoderarse a través del desarrollo de habilidades inherentes al paradigma del “hacer”. La capacitación no solo

buscó el desarrollo personal y profesional de los estudiantes, sino también la transferencia de estas habilidades a las comunidades vulnerables de Cali con el objetivo de impulsar la transformación social, promover la inclusión tecnológica y estimular el emprendimiento en beneficio de la ciudad.

La Universidad Autónoma de Occidente ha sido un actor proactivo en este ámbito, proporcionando espacios como el Fablab Cali, el InnoLab y el Expin Media Lab. En estos centros se realizaron actividades de exploración y formación dirigidas a comunidades vulnerables, específicamente en Brisas de Mayo Siloé y Agua Blanca a través de la formación en diseño asistido por computadora y el uso de herramientas avanzadas disponibles en los espacios *Maker* a su alcance (*Maker Lab* del Centro Cultural Comuna 20 y *Maker Lab* de Fundautónoma), los estudiantes se sumergieron en las comunidades de Cali.

Un logro destacado de esta experiencia fue el diseño de juegos utilizando tecnologías de prototipado rápido, diseñados especialmente para potenciar habilidades en niños con discapacidades físicas y cognitivas leves, reafirmando así el compromiso social y tecnológico de la iniciativa.

Figura 5



Fotografía de estudiantes de los colectivos interactuando con el juego denominado Mapa 3D de Colombia

Rediseño de juegos educativos orientados a comunidades vulnerables

Valentina Martínez Ruíz y Valeria Toro Cadavid, de Ingeniería Ambiental, lideraron esta PEF en 2019, junto con los siguientes colectivos de estudiantes:

- Angie Valentina Patiño, Natalie Lenis Perdomo (Ingeniería Biomédica), Brayan Andrés Sarria (Ingeniería Industrial).
- Angie Tatiana Quintero (Ingeniería Industrial), Julián Andrés Parra (Ingeniería Biomédica), Jhoan Esteban Pérez (Ingeniería Informática).

La PEF se orientó a reforzar el trabajo colaborativo y el aprendizaje autónomo, alineándose con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 4, “Educación de Calidad”. Específicamente, se enfocó en las metas 4 y 8, que buscan incrementar las competencias técnicas y profesionales para el empleo y el emprendimiento, y adaptar las instalaciones educativas para que en el 2030 sean seguras, inclusivas y efectivas para todos.

Como parte de otras Actividades Complementarias, los colectivos finalizaron la construcción de herramientas de apoyo a la docencia, previamente iniciadas en un semestre académico anterior. Una vez finalizadas, las herramientas fueron donadas a la Asociación de Discapacitados del Valle ASODISVALLE. Posterior a eso, se llevó a cabo un seguimiento de su uso y actividades relacionadas, culminando con la propuesta de acciones de mejora tanto para las actividades como para la estructura de las herramientas, en consonancia con la Meta 8 del ODS 4.

Esta práctica no solo permitió a los participantes acercarse y apoyar a las comunidades vulnerables de Cali en la estructuración de actividades de formación básica escolar, sino que también les facilitó el desarrollo de herramientas para las cuales se utilizaron tecnologías de prototipado rápido orientadas a potenciar habilidades en niños con

discapacidades (Metas 4 y 8 – ODS 4). El profesor a cargo (mentor) proporcionó asesorías a los estudiantes en temas relacionados con la cultura *Maker* y los apoyó en el seguimiento y rediseño de los juguetes entregados a ASODISVALLE. Al concluir la práctica, los participantes reconocieron las particularidades del movimiento *Maker* y cómo este enfoque incentivó el desarrollo de competencias en ellos.

Figura 6



Fotografía de estudiante fabricando la segunda versión del juego Supermercado para el comercio de frutas.

Como resultado de este trabajo, los hallazgos de la experiencia se publicaron en el artículo *Educating engineers: a Colombian case of an interdisciplinary experience in service-learning*, presentado en la Conferencia Mundial de Educación en Ingeniería EDUNINE 2020 (Munar et al., 2020). De igual manera, el análisis de los resultados desde la perspectiva docente fue compartido en la revista LIMAQ mediante el artículo Aprendizaje-servicio y la cultura *Maker*. Desarrollo de material educativo para niños con parálisis cerebral y discapacidades cognitivas (Saavedra et al., 2022)).

Desarrollo de experiencias de aprendizaje con enfoque STEAM y maker

Esta práctica se llevó a cabo en 2021 por los siguientes colectivos de estudiantes:

- Colectivo 1: Sofía Milagros Castaño, Juan Pablo Rivera, Jhonatan David Rengifo, todos del programa de Ingeniería Mecatrónica.
- Colectivo 2: Dayana Katerin Paredes, Camilo Eduardo Rosada, también de Ingeniería Mecatrónica.

Mientras la PEF tuvo como objetivo reforzar el trabajo en equipo, la resolución creativa de problemas y la habilidad para implementar metodologías de diseño, el enfoque STEAM integró Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática con el objetivo de desarrollar competencias que son altamente valoradas en el actual mercado laboral. De igual manera, la implementación de la filosofía *Maker*, promovió competencias como el pensamiento crítico y el trabajo en equipo a través del “aprender haciendo”, el cual se basó en los principios del “hazlo tú mismo” y “hazlo colaborativamente”. Como ya se ha comentado anteriormente, este movimiento ha ganado relevancia al fomentar una apropiación crítica y responsable de la tecnología para la resolución de problemas del entorno inmediato.

La práctica implicó el desarrollo de una experiencia interactiva con enfoque STEAM y *Maker*, destinada a ser parte de las actividades de un evento dirigido a mujeres interesadas en estos campos. Inicialmente, los estudiantes exploraron diversas tecnologías utilizadas en espacios *Maker*, como FabLabs, Media Labs y Hacker Spaces (Gonzáles et al, 2018). Posteriormente, estructuraron una experiencia que pudiera ser implementada por niños, jóvenes o adultos durante un evento tipo hackathon, acerca de la cual copiaron sus impresiones respecto al proceso de ejecución de la experiencia. Por último, aunque la práctica comenzó de manera virtual, se realizaron entre dos y cuatro sesiones

de trabajo presencial en los laboratorios de la UAO durante fechas acordadas previamente con el mentor.

Figura 7



Fotografía del equipo de estudiantes desplegando una experiencia de aprendizaje con enfoque STEAM y Maker.

Con esta práctica se buscaba que los miembros del colectivo desarrollaran cultura tecnológica, pensamiento crítico y habilidades para la resolución creativa de problemas, así como la aplicación de metodologías de diseño. Los resultados de esta práctica fueron compartidos en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI ACOFI 2022, mediante la ponencia y el artículo titulados *Desarrollo de experiencias de aprendizaje con enfoque Maker para fomentar la cultura tecnológica en jóvenes del suroccidente colombiano* (Melo et al, 2022).

Posterior al desarrollo de la práctica, los estudiantes mantuvieron su empeño por compartir lo aprendido con diversas comunidades, entre ellas, las del norte del Cauca. En la siguiente figura se puede observar el despliegue de una de las experiencias de aprendizaje diseñadas por dichos estudiantes, la cual consistió en el apoyo al proceso de

transferencia de conocimiento en el marco de la creación del LabZFC 4.0 de la Zona Franca del Cauca.

Figura 8



Despliegue de experiencia de aprendizaje en la Zona Franca del Cauca.

Retos UAO: conectándonos con la comunidad

Esta Práctica de Enriquecimiento Formativo (PEF) se desarrolló en 2020 y tuvo como propósito principal reactivar el espacio *Maker* ubicado en la comuna 13 de la ciudad de Cali, un escenario comunitario que fomenta la innovación y el aprendizaje colaborativo. La pandemia de COVID-19 representó un desafío sin precedentes al restringir el acceso físico de los estudiantes al Maker Lab un mes después de haber iniciado el desarrollo de la PEF. Sin embargo, el colectivo conformado por Jesús Antonio Valencia, Juan Manuel Trujillo y José Eduardo Swan, del programa de Ingeniería Mecatrónica, transformó esta dificultad en una oportunidad para innovar.

Ante la imposibilidad de realizar actividades presenciales, los estudiantes diseñaron y ejecutaron una estrategia virtual orientada a la capacitación y la reactivación del laboratorio. Esta estrategia consistió en la producción de videotutoriales, material gráfico y sesiones de formación en línea dirigidas a la comunidad interesada en las iniciativas del Maker Lab. Los contenidos abordaron temáticas

relacionadas con el prototipado y el uso de herramientas *Maker*, garantizando la continuidad de las actividades y la conexión con los usuarios durante el confinamiento.

Figura 9



Canal de Youtube MAKERLAB Retos. Disponible en internet: <https://www.youtube.com/@maker-lab4298>

Figura 10



Fotografía de integrantes de la comuna 13 de Cali y del equipo de trabajo UAO asociado a la PEF Maker-Lab Retos.

La experiencia demostró cómo, incluso en contextos adversos, el compromiso y la creatividad de los colectivos de estudiantes pueden sostener la dinámica de los espacios comunitarios y ampliar su alcance mediante medios digitales. En la Figura 9 se observa el canal de YouTube utilizado para socializar los contenidos creados por los estudiantes, registrado bajo el usuario @maker-lab4298.

Gracias a esta práctica, los estudiantes no solo lograron mantener vivo el espíritu colaborativo del Maker Lab en medio de las restricciones sanitarias, sino que además adquirieron habilidades en producción de contenidos digitales, comunicación virtual y autogestión de proyectos. La estrategia implementada permitió que la población de la comuna 13 continuara vinculada al laboratorio, fortaleciendo su cultura tecnológica y demostrando que los entornos *Maker* pueden adaptarse y expandirse incluso en escenarios de crisis. Esta experiencia dejó como resultado una colección de recursos digitales abiertos y replicables, y evidenció la capacidad de los estudiantes para transformar la adversidad en una oportunidad de innovación social.

Conclusiones

La implementación de estrategias educativas basadas en el Movimiento *Maker* ha demostrado ser una herramienta valiosa para fomentar un enfoque constructivista en el aprendizaje. Este movimiento no solo celebra la convergencia de herramientas y tecnologías accesibles, sino que también promueve una metodología centrada en proyectos que son intrínsecamente significativos para los estudiantes. La capacidad de idear y materializar soluciones a desafíos reales proporciona un contexto práctico y aplicado para el aprendizaje teórico, alineándose con las tendencias emergentes del siglo XXI como el “Internet de las Cosas” y el pensamiento computacional (Gómez y Ortíz, 2018).

La aplicación de este tipo de proyectos en comunidades vulnerables (como las de Cali), los cuales se han basado en el Movimiento *Maker*, han demostrado un impacto social significativo, especialmente en el desarrollo de habilidades en niños con discapacidades físicas y cognitivas. La creación de juegos y herramientas utilizando tecnologías de prototipado rápido no solo reafirma el compromiso social y tecnológico de la iniciativa, sino que también proporciona un medio tangible para mejorar la calidad de vida y el aprendizaje en estas comunidades (Saavedra et al., 2022; Melo et al., 2021).

La participación activa de los estudiantes en comunidades vulnerables ha permitido una aplicación práctica y empática de las habilidades técnicas adquiridas. Este enfoque no solo fortalece las competencias técnicas y sociales de los estudiantes, sino que también fomenta un sentido de responsabilidad y conciencia social. La colaboración directa con estas comunidades proporciona un contexto realista y desafiante donde los estudiantes pueden aplicar y adaptar sus habilidades para abordar problemas prácticos y tangibles (Saavedra et al., 2025; Arbelaez et al., 2024).

La perspectiva de que los errores son una fase integral y natural del aprendizaje, y no un fracaso *per se*, resalta la necesidad de adoptar sistemas de evaluación y una mentalidad que valore tanto el proceso de aprendizaje como el producto final. Este enfoque no solo fomenta una mentalidad de crecimiento entre los estudiantes, sino que también promueve la resiliencia y la adaptabilidad frente a los desafíos y obstáculos que surgen durante el proceso de aprendizaje y desarrollo de proyectos.

La integración del Movimiento *Maker* en la educación no es una coincidencia, sino una respuesta estratégica y reflexiva a las demandas educativas contemporáneas. Al proporcionar un entorno que les permita a los aprendices ser protagonistas activos de su educación y abordar proyectos retadores y apasionantes, se potencian habilidades esenciales del siglo XXI, tales como la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración. Esta integración establece un paradigma educativo que es simultáneamente proactivo y reactivo a las necesidades y tendencias del contexto educativo y social actual.

Referencias bibliográficas

- Arbelaez, J. P. R., Melo, D. K. P., Vanegas, S. M. C., & Munar, L. S. (2024, marzo). *Work in progress: Learning by doing and maker movement in engineering education, a student group's experience*. En *2024 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)* (pp. 1–4). IEEE.
- Blikstein, P. (2018). *Maker movement in education: History and prospects*. In *Handbook of technology education* (pp. 419-437). Springer, Cham.
- Dougherty, D. (2012). *The maker movement*. *Innovations: Technology, governance, globalization*, 7(3), 11-14.
- Dougherty, D. (2013). *The maker mindset*. In *Make, design, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 7-11). Routledge.
- Flórez, V. E., Quintero, J. D., Saavedra, L., & Vega, C. F. (2018, noviembre). *Actividad complementaria: Experiencia de aprendizaje contextualizado, colaborativo y basado en proyectos que fortalece la permanencia en programas de ingeniería en la Universidad Autónoma de Occidente*. Congresos CLABES.
- Gómez, O. Y. A., & Ortiz, O. L. O. (2018). *El constructivismo y el construccionismo*. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía (RIIEP)*, 11(2), 115-120.
- González-González, C. S., & Arias, L. G. A. (2018). *Maker movement in education: maker mindset and makerspaces*. Jornadas de HCI, IV.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). *The maker movement in education*. *Harvard educational review*, 84(4), 495-504.
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2013). *Invent to learn: Makers in the classroom*. *The Education Digest*, 79(4), 11.
- Melo, D. K. P., Vanegas, S. M. C., Arbelaez, J. P. R., Bermeo, J. D. R., Caicedo, C. E. R., & Munar, L. S. (2022). *Desarrollo de experiencias de aprendizaje con enfoque*

- maker para fomentar la cultura tecnológica en jóvenes del suroccidente colombiano.* Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Moreno, P. A. B., Segura, D. A. M., Galindo, S. S. T., & Munar, L. S. (2017). Diseño de un kit de electrónica para promover el aprendizaje de esta disciplina en niños de comunidades vulnerables de la ciudad de Cali. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Munar, L. S. (2019). *La filosofía Maker como estrategia para el fortalecimiento de competencias transversales en ingeniería.* Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Munar, L. S., & Ambuila, D. M. V. (2021). *La filosofía maker como estrategia para la aplicación del enfoque STEAM en comunidades vulnerables de Santiago de Cali.* Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Munar, L. S., Castro, D. M., Marulanda, J. A., & Cardona, E. N. (2020, marzo). *Educating engineers: a Colombian case of an interdisciplinary experience in service-learning. En 2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. En I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1–11). Ablex.
- Saavedra Munar, L., González Jiménez, D. A., & López Sotelo, J. A. (2025). CREAMAKER: Metodología para promover el aprendizaje transformador integrando IA generativa, movimiento maker y aprendizaje en servicio: Un estudio de caso en ingeniería. *Synergia Latina*, 19, 36-41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15271324>
- Saavedra Munar, L., Martínez Castro, D., Marulanda Bohórquez, J. A., & Narváez Cardona, E. (2022). *Aprendizaje-servicio y la cultura maker. Desarrollo de material educativo para niños con parálisis cerebral y discapacidades cognitivas.* Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Vega, C., & Saavedra, L. (2018). Actividad complementaria, espacio formativo desescolarizado

desde la perspectiva de aprendizaje basado en equipos.

Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*, 67, 1-55.

Weiner, S., Lande, M., & Jordan, S. S. (2018). What have we” learned” from maker education research? A learning sciences-base review of ASEE literature on the maker movement. *Review & Directory-American Society for Engineering Education*.



3

De impacto ambiental:

una oportunidad para la
ingeniería

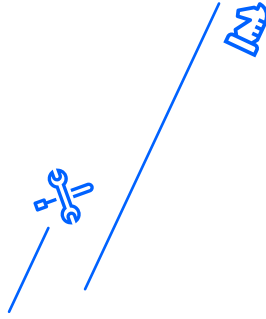


Resumen

Este capítulo presenta los fundamentos y resultados de una estrategia académica creada con el propósito de transferir conocimiento relacionado con la ingeniería ambiental entre la academia (estudiantes de ingeniería) y la comunidad (estudiantes de secundaria). Los resultados obtenidos mostraron que la implementación de proyectos académicos que involucran trabajo con la comunidad promueve en los estudiantes el empoderamiento frente a su proceso de formación profesional y a su futuro rol en la ingeniería, aparte de proporcionarles otros retos como desarrollar habilidades de comunicación, gestionar recursos y plantear agendas de trabajo efectivas.

Palabras clave: Apropiación social, educación STEAM, educación para la sostenibilidad, desarrollo de competencias, transferencia de conocimiento.





Abstract:

This article presents the groundwork and results for an academic strategy aimed at facilitating the exchange of knowledge between academia (comprising engineering students) and the community (represented by high school students), particularly in the field of environmental engineering. The results indicate that engaging in academic projects that collaborate with the community not only enhances students' empowerment in relation to their professional development but also shapes their future roles in engineering. Furthermore, these initiatives pose additional challenges, including honing communication skills, resource management, and the ability to formulate effective work agendas.

Keywords: Social appropriation, education for sustainability, skills development, knowledge transfer.



Introducción

De acuerdo con UNESCO (2003) la educación ambiental es uno de los pilares fundamentales para el desarrollo sostenible. Esto supone un reto importante no sólo para las instituciones de educación, sino también para los profesionales relacionados con las temáticas ambientales, dado que ser multiplicadores del cuidado del ambiente es parte de su responsabilidad ética y social no siempre declaradas per se.

Por otro lado, García (2017), expresa lo siguiente:

La responsabilidad social universitaria desde su componente ambiental trasciende más allá de la práctica educativa sobre temas ambientales y el desarrollo sostenible de las comunidades humanas. El carácter de urgente que nos plantea la problemática ambiental ante una catástrofe eminente por los cambios globales generados principalmente por la actividad humana ubica a la universidad como un ente generador de nuevo conocimiento gracias a la investigación y participación en los diferentes espacios que se requiera (p.4).

La ingeniería, como disciplina intrínsecamente ligada a la transformación del entorno, tiene con una responsabilidad preponderante en la mitigación de los desafíos ambientales globales. Dicha responsabilidad no solo recae en los aspectos técnicos, sino también en la capacidad de los futuros profesionales para comprender las implicaciones sociales, culturales y económicas de sus decisiones. En este contexto, varios autores señalan la necesidad de integrar la sostenibilidad y la ética profesional en los currículos de ingeniería y argumentan que la educación en ingeniería debe trascender la instrucción técnica para enfocarse en el desarrollo de habilidades de liderazgo y pensamiento crítico que permitan a los egresados abordar problemas complejos en contextos reales, lo cual incluye necesariamente la dimensión comunitaria y ambiental.

Por esta razón, promover prácticas académicas que permitan a los estudiantes de ingeniería interactuar con personas de las comunidades, aunque se presenta como un reto, es al mismo tiempo necesario para la transmisión e interiorización de los temas ambientales.

En este artículo se presentan los fundamentos y principales resultados de una estrategia académica para la transferencia de conocimiento entre academia (estudiantes de ingeniería) y comunidad (estudiantes de secundaria). La estrategia fue configurada como un proyecto formativo denominado “De Impacto ambiental: Una oportunidad para la Ingeniería”, cuyo propósito es contribuir con el desarrollo de habilidades para la transferencia del conocimiento en estudiantes de ingeniería: mejorar la comunicación, el trabajo en equipo, la creatividad y la habilidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento. La implementación de estas habilidades contribuye, a su vez, con la construcción de comunidades y ciudades sostenibles a través de la participación de los estudiantes como multiplicadores de proyectos ambientales.

Contexto General

La crisis climática actual ha generado diferentes reacciones de la sociedad, tales como la apatía, desesperanza, activismo, creatividad e inactividad frente a las responsabilidades individuales y colectivas con relación al quehacer ambiental. Es por esto que actualmente existe una necesidad imperante por promover la participación de todas las personas en la preservación del cuidado del planeta; de allí que la educación ambiental juegue un papel fundamental. Es posible evidenciar que, a pesar de la gran disponibilidad de fuentes de información que existen actualmente, la desinformación y desconocimiento acerca de los retos actuales relacionados con la crisis climática y ambiental permanecen presentes. Esto puede estar relacionado, de acuerdo con Duce & de Miguel (2007), con la información retrasada y filtrada que recibe la ciudadanía. Esto provoca que la cognición y el cambio de conducta en la ciudadanía se produzca más lentamente.

En este sentido, la ingeniería ambiental desempeña un papel crucial para la apropiación social de los conceptos de sostenibilidad ambiental, dado que tiene la capacidad para abordar problemáticas ambientales que pueden contribuir a un cambio positivo en la sociedad. Su rol no solamente trasciende lo técnico, sino que también propende por la concientización y educación de la sociedad, desempeñando un papel fundamental en la búsqueda de soluciones sostenibles a los desafíos ambientales que actualmente enfrentan los ecosistemas de la tierra. Su enfoque holístico no solo busca la preservación de los recursos naturales, sino también el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades, dado que tiene incidencia en el saneamiento básico, saneamiento ambiental, gestión ambiental, gestión de recursos ambientales, recuperación y valorización de residuos, así como en el diseño e implementación de tecnologías para la prevención y control de la contaminación.

A medida que las preocupaciones ambientales se intensifican, se requiere que los profesionales de la ingeniería ambiental actúen como agentes de cambio al comunicar y aplicar eficazmente la importancia de prácticas sostenibles. Estos profesionales deben trabajar no solo en la resolución de problemas ambientales, sino también en la sensibilización de la población sobre la necesidad de un cambio de comportamiento. De igual manera, desde la ingeniería ambiental es posible contribuir con la creación de empleo sostenible, estimulando la economía local, promoviendo prácticas empresariales responsables y promoviendo el desarrollo estrategias de economía circular, principalmente en temas relacionados con el aprovechamiento y valorización de residuos (sólidos, líquidos y gaseosos).

Desde el punto de vista económico también se pueden alcanzar grandes beneficios, dado que la asimilación de prácticas productivas respetuosas con el ambiente no solo permite cumplir con las regulaciones ambientales, sino que también fortalece los vínculos de confianza con los consumidores, fomentando así una economía más ética y sostenible. Este enfoque integrador contribuye a la construcción de sociedades resilientes y sostenibles a largo plazo.

El proyecto académico como estrategia para la transferencia de conocimiento y herramienta para el empoderamiento del ejercicio profesional en estudiantes de ingeniería

El proyecto “De Impacto ambiental: Una oportunidad para la Ingeniería” tiene como objetivo que los estudiantes puedan desarrollar sus habilidades para la transferencia del conocimiento, fortalecer sus habilidades comunicativas y creativas, y contribuir a la construcción de comunidades y ciudades sostenibles.

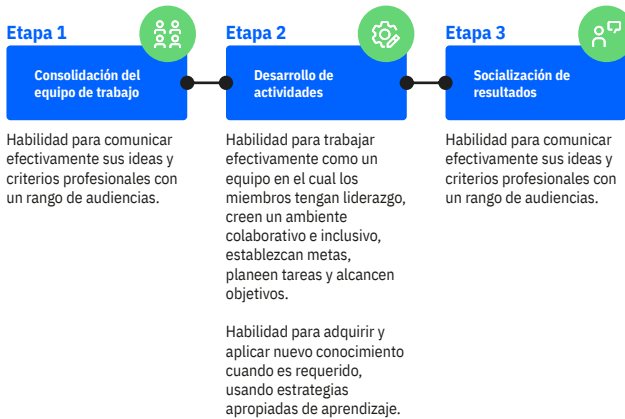
Esto se logra a través del desarrollo de una actividad colaborativa en la que los integrantes del colectivo realizan actividades de promoción para el programa de Ingeniería Ambiental y se enfrentan a retos de trabajo con comunidades académicas diferentes a las de la universidad.

El proyecto se desarrolla en las siguientes tres etapas secuenciales: la primera que busca promover en los estudiantes el desarrollo de habilidades comunicativas al momento de interactuar con un amplio rango de audiencias; la segunda que busca desarrollar la capacidad de trabajar en equipo y planear actividades con el fin de transmitir su conocimiento en temáticas ambientales específicas; y la tercera que busca desarrollar habilidades comunicativas y expresivas al momento de compartir tanto los resultados obtenidos durante el desarrollo de su proyecto, como los aprendizajes derivados del proceso. En la Figura 1 se presenta el esquema general de la estructura del proyecto “De Impacto ambiental: Una oportunidad para la ingeniería”.

El proyecto inició en el segundo semestre del año 2021 y, aunque se mantienen los propósitos formativos de cada etapa, actualmente se cuenta con dos versiones que proporcionan versatilidad y amplitud a las actividades de

intercambio de conocimiento que pueden plantearse con la comunidad. Lo anterior ha permitido, a su vez, ampliar el rango de audiencia en función de los intereses de la comunidad y de los colectivos que desarrollan su proyecto. A continuación, se describen las dos versiones del proyecto.

Figura 11



Esquema general de la estructura del proyecto “De Impacto ambiental: Una oportunidad para la ingeniería”

Primera versión del proyecto de impacto ambiental: una oportunidad para la ingeniería.

En esta primera versión se buscaba trabajar específicamente con estudiantes de colegios de grados entre 9 y 11 de educación secundaria. Para esto, los integrantes de los colectivos, bajo la orientación de los docentes mentores, realizaron actividades encaminadas a promover, desde la perspectiva de la ingeniería ambiental y haciendo uso de elementos asociados a un desarrollo sostenible, el desarrollo de comunidades y ciudades sostenibles a través de

un abordaje, responsable e inclusivo. A continuación, se describen las tres etapas asociadas:

Etapas 1 - Caza talentos: En esta etapa los integrantes del colectivo conformaban un grupo de al menos 15 estudiantes de grados entre 9 y 11, los cuales fueron denominados “*Talentos*”. El criterio para la conformación de este grupo fue el interés de los estudiantes por conocer acerca de proyectos de sostenibilidad ambiental en organizaciones. Una vez conformado el grupo de estudiantes, el colectivo les invitaba a participar en tres actividades: la primera que estaba enfocada en un encuentro virtual (etapa 1 caza talentos); la segunda que consistía en visitar el Campus UAO (etapa 2 conociendo la UAO); y la tercera que daba lugar a una actividad virtual de cierre (etapa 3 socialización de la experiencia).

En la primera actividad virtual, los colectivos comentaban a los estudiantes del grupo talentos en qué consistía el programa de ingeniería ambiental de la UAO y cuáles eran sus elementos diferenciadores (importancia, semilleros de investigación, programa académico, entre otros). Para esta socialización los colectivos creaban una presentación que visibilizara los elementos asociados al Campus Sostenible de la Universidad, tales como agua, energía, huertas, residuos sólidos y bienestar institucional. Esta también incluía las actividades que se realizan en los laboratorios, actividades específicas de las asignaturas e información relacionada con los semilleros de investigación y el seminario interno de estudiantes de ingeniería ambiental que se realiza cada semestre.

Esta actividad de socialización se planteaba para una duración máxima de 60 minutos y debía ser realizada de manera lúdica y creativa, de tal manera que se lograra un espacio de interacción entre todos los participantes. Todas las actividades de esta etapa debían estar documentadas a través de registros fotográficos y vídeos, los cuales tenían en cuenta los lineamientos institucionales sobre uso de imagen y material audiovisual.

Etapas 2 - Conociendo la UAO: En esta etapa, el colectivo, los docentes mentores y la oficina de mercadeo de la Universidad eran los encargados de coordinar una visita al

Campus UAO que incluía una actividad lúdica promocional para los talentos (test de Inteligencias múltiples u otra disponible de acuerdo con el plan de trabajo de la oficina de mercadeo) y el recorrido por las estaciones medioambientales de la UAO. Todas las actividades de esta etapa se documentaron a través de registros fotográficos y vídeos, los cuales tenían en cuenta los lineamientos institucionales sobre uso de imagen y material audiovisual.

Etapa 3 -Socialización de la experiencia: Como actividad de cierre, los colectivos debían coordinar un encuentro sincrónico en el que se invitaban a todos los estudiantes talentos. En esta actividad se buscaba socializar los resultados y experiencias significativas de las visitas realizadas, así como la entrega de un diploma de agradecimiento a los talentos participantes.

Para la socialización de la experiencia, cada colectivo organizaba una actividad rompe hielo que tenía como propósito promover la interacción entre los participantes. A su vez, cada colectivo preparaba un video o presentación con una duración máxima de 3 minutos, en los cuales se incluía una breve descripción del grupo de talentos con el cual trabajó, fotografías y/o material audiovisual tomados durante la visita, así como testimonios de los talentos que participaron. Todo lo anterior estuvo enmarcado dentro de los lineamientos institucionales para uso de imagen y material audiovisual.

Segunda versión del proyecto de impacto ambiental: una oportunidad para la ingeniería.

En esta versión, el proyecto fue ampliado en términos del público objetivo. Aquí se buscaba no sólo impactar a jóvenes, sino también llegar a padres de familia y profesores. En este sentido las actividades de promoción estuvieron orientadas hacia tres tipos de participantes:

- Tipo 1: Estudiantes de grados entre 9 y 11, interesados en conocer sobre sostenibilidad ambiental.
- Tipo 2: Padres de familia con hijos que cursen grados entre 9 y 11, y que estén interesados en conocer sobre sostenibilidad ambiental.
- Tipo 3: Profesores de primaria o bachillerato interesados en desarrollar actividades en clase relacionadas con la sostenibilidad ambiental.

El proyecto se organizó de acuerdo con las tres etapas:

- Etapa 1 - conformación de grupos de participantes: En esta etapa los integrantes del colectivo seleccionaban el tipo de participante para desarrollar el proyecto (estudiantes, padres de familia o profesores). Una vez seleccionado el tipo de participante, se conformaba un grupo de al menos 15 personas, las cuales eran invitadas posteriormente a participar en una actividad en el campus UAO (Etapa 2).
- Etapa 2- actividad en campus UAO: La actividad en el Campus UAO estaba dividida en dos momentos: el momento 1 consistía en una socialización sobre el programa de ingeniería ambiental de la UAO y sus elementos diferenciadores (importancia, semilleros de investigación, actividades propias del programa académico, entre otros). Al igual que en la versión 1 del proyecto, para esta socialización los colectivos creaban una presentación que incluyera elementos asociados al Campus Sostenible de la Universidad (agua, energía, huertas, residuos sólidos y bienestar institucional), así como actividades que se realizan en los laboratorios, actividades específicas de las asignaturas e información relacionada con los semilleros de investigación y el seminario interno de estudiantes de ingeniería ambiental que se realiza cada semestre.

Esta actividad de socialización se planteaba para una duración máxima de 60 minutos y debía ser realizada de

manera lúdica y creativa, de tal manera que se lograra un espacio de interacción entre todos los participantes. Todas las actividades de esta etapa debían ser documentadas a través de registros fotográficos y videos, los cuales incorporaban los lineamientos institucionales sobre uso de imagen y material audiovisual.

Por su parte, el momento 2 correspondía a una actividad práctica diseñada por el colectivo, en la cual se desarrollaban actividades propias de la ingeniería ambiental. Esta actividad podía llevarse a cabo en un laboratorio, un aula de clase u otro espacio del Campus UAO. En algunos casos, donde se presentó limitaciones de traslado de los estudiantes, las actividades se llevaron a cabo en el colegio. Todas las actividades de esta etapa debían ser documentadas a través de registros fotográficos y videos, los cuales tuvieron en cuenta los lineamientos institucionales sobre uso de imagen y material audiovisual.

- Etapa 3 - socialización de la experiencia a los mentores: Para la socialización de la experiencia, cada colectivo organizaba una presentación en la que se recopilaban registros fotográficos, videos, material didáctico, herramientas y recursos creados para el desarrollo del proyecto. Todo lo anterior enmarcado en los lineamientos institucionales para uso de imagen y material audiovisual.

Resultados de la aplicación del proyecto

La transferencia de conocimiento por parte de los estudiantes partió del desarrollo de diferentes actividades, entre las cuales se destacan presentaciones orales para la socialización de las temáticas, enfoques y desarrollos del programa académico de Ingeniería Ambiental en la UAO, talleres de capacitación para la implementación de

proyectos caseros y/o institucionales (un ejemplo de ello son las huertas), así como la separación y aprovechamiento de residuos sólidos y recuperación de agua del proceso de lavado de ropas.

A continuación, se analizan algunas de esas actividades y sus principales características y aportes a los procesos formativos.

Descripción de experiencia formativa con estudiantes del Liceo del Ejército Pichincha

Esta actividad fue desarrollada por el colectivo de estudiantes integrado por Daniella Ordóñez Sánchez y Luis Ángel Rengifo Zapata del programa de Ingeniería Ambiental, y Carlos Alberto Uribe Zamora del programa de Ingeniería Industrial. El propósito central del colectivo fue diseñar e implementar una propuesta de buenas prácticas ambientales en el hogar. Para ello, y con una perspectiva enfocada en la ingeniería ambiental, se tomó como población de estudio a estudiantes de los grados noveno a undécimo del colegio Liceos del Ejército Pichincha. En la consecución de este objetivo general, se plantearon cuatro objetivos específicos:

1. Identificar las actividades académicas que los estudiantes de los grados noveno a undécimo del colegio Liceos del Ejército Pichincha realizan en sus hogares, en las cuales se podrían incorporar buenas prácticas ambientales.
2. Monitorear el proceso de implementación de las actividades desarrolladas por los estudiantes.
3. Formular una propuesta para la implementación de una actividad de práctica ambiental en el hogar.
4. Desarrollar el material de apoyo que serviría como sustento teórico para la implementación de la actividad ambiental propuesta.

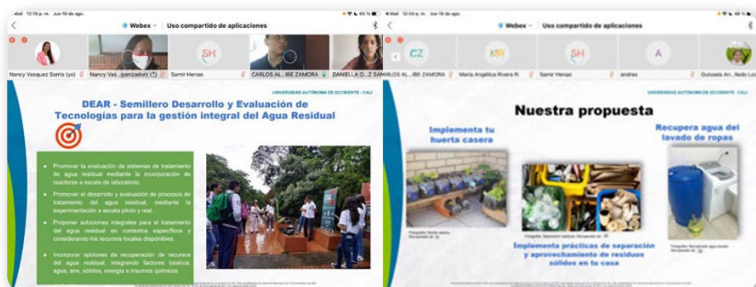
El trabajo se estructuró en tres etapas principales:

1. Conformación y presentación: Se conformó un grupo de estudiantes interesados en las prácticas sostenibles, a quienes se le presentó una introducción al proyecto.

2. Acompañamiento y asesoramiento: Se brindó acompañamiento y asesoría a los estudiantes sobre la práctica o actividad sostenible seleccionada.
3. Recopilación y socialización: Se recopilaron y socializaron las experiencias vivenciadas por los estudiantes a lo largo del proyecto.

El desarrollo integral de la actividad culminó en la generación y documentación de los siguientes productos clave: un listado de los estudiantes interesados en participar, un listado de las actividades académicas identificadas, un documento con la propuesta detallada para llevar a cabo la actividad sostenible, una infografía sobre el proceso de compostaje doméstico y un video educativo sobre el mismo proceso.

Figura 12



Desarrollo de actividades de socialización de las propuestas para trabajar con los colegios (Etapa 2 del proyecto).

Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 10B Semestre 2021-3. Estudiantes: Danniella Ordóñez Sánchez, Luis Ángel Rengifo Zapata y Carlos Alberto Uribe Zamora. Actividad realizada con Liceo del Ejército Pichincha.

En la Figura 3 se presentan registros fotográficos de los encuentros virtuales realizados por el colectivo y los estudiantes del colegio. De estos encuentros se destaca que los integrantes del colectivo mostraron empoderamiento y seguridad durante los encuentros. Que ellos organizaran y planificaran sus actividades y la forma de compartirlas, fue

un factor importante en el fortalecimiento de la confianza y empoderamiento en relación con su rol como futuros profesionales.

Figura 13



Desarrollo de actividades con los estudiantes del colegio (Etapa 2 del proyecto).

Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 10B Semestre 2021-3. Estudiantes: Daniella Ordóñez Sánchez, Luis Ángel Rengifo Zapata y Carlos Alberto Uribe Zamora. Actividad realizada con Liceo del Ejercito Pichincha.

Al finalizar la actividad, los estudiantes del colectivo realizaron una reflexión detallada sobre el proceso de ejecución y los aprendizajes adquiridos. Esta valoración crítica, que se presenta a continuación, destaca la gestión del tiempo y la adquisición de nuevos conocimientos por parte del equipo:

Hubo una correcta separación de las actividades a realizar, por lo que pudimos elaborarlas todas a tiempo y con la intervención de todos los integrantes del colectivo, además de reforzar nuestro manejo y conocimiento acerca del compost, y del discurso ante un público, fomentando interés sobre el tema y brindando un nuevo conocimiento que enriquecerá e incentivará a las buenas prácticas sostenibles. Por otra parte, cabe destacar que se tuvo un buen manejo del tiempo, pues la actividad

estuvo en el lapso permitido por el colegio, sin afectar el espacio de diferentes actividades académicas tanto de los estudiantes del colegio como de los integrantes del colectivo. (Ordoñez Sánchez et al., 2021)

Descripción de la experiencia formativa con estudiantes del Colegio Bilingüe Angloamericano

Esta actividad fue desarrollada por el colectivo de estudiantes Ana María Jiménez Maya, Daniel Fernando Suárez Hurtado y Gabriela Romero Puentes del programa de Ingeniería Ambiental, en colaboración con el Colegio Bilingüe Angloamericano. El proceso incluyó un encuentro presencial con los participantes del colegio, que se llevó a cabo el 24 de marzo de 2022 a las 7:30 a. m. en el cual se realizó una charla de 45 minutos enfocada en la concientización ambiental y la promoción del programa de Ingeniería Ambiental.

Durante la sesión, se explicó de manera detallada la importancia del cuidado del medio ambiente y el impacto de las acciones cotidianas. Asimismo, se presentó la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Autónoma de Occidente, incluyendo su plan de estudios, las instalaciones, los laboratorios y los semilleros de investigación disponibles para los estudiantes.

En cuanto a la asistencia, la reunión contó con un total de 53 estudiantes de los grados noveno, décimo y undécimo de la institución educativa, acompañados por la coordinadora y dos profesores. El colectivo manifestó que los estudiantes mostraron interés en los temas tratados, lo cual reflejó el impacto positivo del encuentro en la audiencia. Finalmente, en la Figura 4 se presentan fotografías asociadas a la actividad.

Figura 14

Desarrollo de actividades de socialización de las propuestas para trabajar con los colegios (Etapa 2 del proyecto)



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGT5 Semestre 2022-1 en el Colegio Bilingüe Angloamericano. Estudiantes: Ana María Jiménez Maya, Daniel Fernando Suarez Hurtado y Gabriela Romero Puentes.

La realización de esta actividad no solo representó un ejercicio de divulgación académica, sino que también constituyó una valiosa experiencia formativa para los estudiantes del colectivo. Al asumir la responsabilidad de diseñar y ejecutar una charla sobre concientización ambiental, los participantes tuvieron la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en un contexto real, fortaleciendo sus habilidades de comunicación y liderazgo.

El éxito del encuentro, evidenciado por el interés y la participación activa de los estudiantes del colegio, sugiere que los miembros del colectivo lograron conectar de manera efectiva con su audiencia. Este resultado resalta el desarrollo de una competencia fundamental en la ingeniería ambiental: la capacidad de sensibilizar a diferentes públicos sobre la importancia de las prácticas sostenibles. En última instancia, esta experiencia demostró que el aprendizaje profesional va más allá del aula y se enriquece notablemente a través de la interacción directa con la comunidad.

Experiencia en la formación de estudiantes para la implementación de huertas caseras

Esta experiencia fue liderada por el colectivo de estudiantes Karol Dayanna Patiño Izquierdo, Diego Andrés Ramírez Escue y María de los Ángeles Tirado Hernández, todos del programa de Ingeniería Ambiental. En lugar de trabajar con una institución educativa formal, el colectivo se enfocó en su círculo de amigos y conocidos del barrio. Este enfoque resultó ser particularmente valioso, ya que les permitió una mayor flexibilidad y una conexión personal más profunda con los participantes.

El colectivo planteó como objetivo general orientar, de manera didáctica, la implementación de prácticas

ambientales que contribuyan a la sostenibilidad. Para alcanzar este propósito, definieron los siguientes objetivos específicos:

- Conformar un grupo de jóvenes interesados en temas ambientales con el propósito de desarrollar prácticas que generen un impacto positivo en su entorno.
- Acompañar y documentar el desarrollo de las propuestas realizadas a los jóvenes con el fin de fomentar la conciencia ambiental.
- Evaluar los resultados obtenidos por los jóvenes durante el proyecto con el objetivo de demostrar la viabilidad de desarrollar actividades ambientales en los hogares.

Los estudiantes lograron los siguientes resultados:

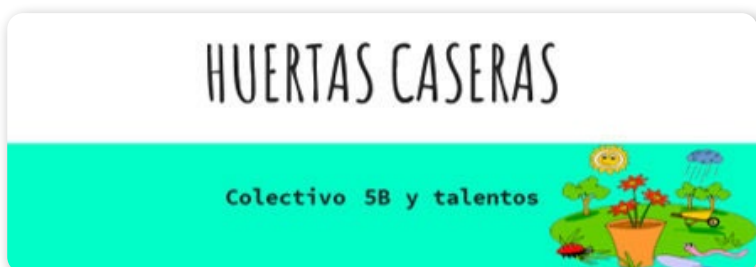
- Diseñaron y propusieron encuentros que fomentaron hábitos sostenibles.
- Contextualizaron a los jóvenes acerca del programa de Ingeniería Ambiental y la implementación de actividades sostenibles en sus entornos.
- Elaboraron material didáctico e informativo para guiar la ejecución de las prácticas.
- Iniciaron la implementación de prácticas ambientales, específicamente huertas caseras.

En cuanto a las conclusiones y aprendizajes, los estudiantes destacaron: La PEF promovió habilidades de planeación e integración, que aseguraron que todas las personas involucradas pudieran fomentar los principios básicos de responsabilidad ambiental, además de incentivar el pensamiento creativo y uso de herramientas tecnológicas”. (Patiño Izquierdo et al., 2021).

Como parte de los aprendizajes personales, los estudiantes mencionaron que “mejoraron sus habilidades comunicativas, optimizaron recursos y aprendieron a trabajar con comunidades.”

Figura 15

*Evidencias del proceso de implementación de huertas caseras -
(Etapa 3 del proyecto)*



HUERTA CASERA: TALENTO LINA MARCELA RAMIREZ



HUERTA CASERA: TALENTO JONATHAN ANDRÉS CORAL



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 5B Semestre 2021-3 del programa de Ingeniería Ambiental. Karol Dayanna Patiño Izquierdo, Diego Andrés Ramírez Escue y María de los Ángeles Tirado Hernández. Talentos del Barrio: conocidos y amigos.

Figura 16

*Evidencias del proceso de implementación de huertas caseras -
(Etapa 3 del proyecto)*

HUERTA CASERA: TALENTO MARIA PAZ FERNANDEZ

Rábano



Cilantro



HUERTA CASERA: TALENTO SHAIKY RODRIGUEZ

Tomate



Cilantro



HUERTA CASERA: TALENTO VALENTINA COLONIA

Tomate



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 5B Semestre 2021-3 del programa de Ingeniería Ambiental. Karol Dayanna Patiño Izquierdo, Diego Andrés Ramírez Escue y María de los Ángeles Tirado Hernández. Talentos del Barrio: conocidos y amigos.

Figura 17

Formato del diploma entregado a los talentos por su participación en el proyecto (Finalización del proyecto)



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 5B Semestre 2021-3 del programa de Ingeniería Ambiental. Karol Dayanna Patiño Izquierdo, Diego Andrés Ramírez Escue y María de los Ángeles Tirado Hernández. Talentos del Barrio: conocidos y amigos.

Desarrollo de talleres educativos frente al rol de la ingeniería ambiental

Este proyecto fue desarrollado por el colectivo de estudiantes Laura Marcela Álvarez Mina del programa de Ingeniería Ambiental y Sebastián Estupiñán Sánchez del programa de Ingeniería Mecatrónica. En esta experiencia los estudiantes realizaron dos jornadas de trabajo con los estudiantes de grado décimo y once del Colegio Instituto Colombiano de Ballet clásico, INCOLBALLET.

Originalmente se había planeado que los estudiantes de la institución visitaran el campus de la Universidad Autónoma de Occidente; no obstante, pero la idea se descartó

debido a la complejidad de los permisos y a las fechas del calendario académico que estaba pronto a terminar. Ante esta situación, el colectivo planteó una nueva actividad que pudiera realizarse directamente en el colegio. Las actividades se llevaron a cabo en dos sesiones:

Primera Sesión (viernes 4 de noviembre)

Esta visita se realizó con 24 estudiantes del grado 11 y la profesora Luz Nancy Cardona. La actividad se dividió en dos partes: por un lado, la exposición teórica a través de la cual el colectivo realizó una presentación sobre la Ingeniería Ambiental, su propósito, importancia y contribución; por otro lado, una actividad práctica a través de la cual el colectivo orientó a los estudiantes en la recolección de muestras de agua de un riachuelo cercano al colegio y del grifo del colegio. Con un sensor de bajo costo, midieron y compararon tres parámetros en ambas muestras: pH, conductividad eléctrica y salinidad. Finalmente, el colectivo explicó cómo podría mejorarse la calidad del agua del riachuelo a través de procesos propios de la Ingeniería Ambiental (prueba de jarras).

Segunda Sesión (miércoles 9 de noviembre)

En la segunda visita, el colectivo trabajó con 20 estudiantes del grado 10 y contó con la compañía de la profesora Luz Nancy Cardona. Se llevó a cabo la misma exposición teórica, pero la actividad práctica se adaptó para enfocarse en el pH, dado que los estudiantes estaban viendo este tema en su clase. Para ilustrar el concepto, el colectivo llevó tres líquidos con diferente pH (vinagre, agua y agua con jabón). Gracias a la explicación del colectivo, los estudiantes del colegio pudieron determinar si cada sustancia era ácida, neutra o alcalina.

Laura Marcela Álvarez comparte su experiencia:

Para mí fue una experiencia muy enriquecedora, ya que me permitió acercarme a lo que hace un ingeniero, que esta trabajar en pro de la comunidad y de los beneficios que puede traer nuestro proyecto para ellos y acoplarnos

a lo que realmente ellos necesitan. Me ayudó mucho en mi proceso formativo como ingeniera con una actividad diferente. Fue una materia diferente, pero fue muy enriquecedor el proceso y me hizo entender muchas cosas sobre el trabajo en equipo, que normalmente uno no hace mucho, pero que es muy importante para nuestra vida como ingenieros. Y poder desempeñar y poder transmitir los conocimientos que yo tengo a la comunidad.

Y añade:

Como conclusión personal para nosotros fue un trabajo muy complejo, ya que hubo una cantidad significativa de contratiempos, pero se efectuó con éxito y hasta se disfrutó ir a hacer la exposición. Se logró realizar todos los puntos del proyecto, a pesar de los inconvenientes tenidos en el transcurso de su realización, y se puede observar mediante las evidencias que se obtuvieron frutos después de todo.

La implementación de la PEF “Una oportunidad para la Ingeniería” en el Instituto Colombiano de Ballet Clásico Incolballet constituyó una experiencia formativa de gran valor para los estudiantes del Colectivo 2B. La actividad no solo les permitió aplicar sus conocimientos técnicos de Ingeniería Ambiental en un contexto real, sino que también reforzó habilidades cruciales para su desarrollo profesional. A pesar de los desafíos logísticos iniciales, como la imposibilidad de que los estudiantes visitaran el campus universitario, el colectivo demostró una notable capacidad de adaptación al diseñar y ejecutar una actividad práctica en la institución.

Los resultados de las sesiones, en las que se midieron parámetros como el pH y la conductividad del agua, evidenciaron la efectividad del proyecto en la transferencia de conocimiento técnico a un público joven. Esto, a su vez, permitió a los futuros ingenieros fortalecer sus habilidades comunicativas y de trabajo en equipo, elementos que ellos mismos identificaron como áreas de mejora vitales. En última instancia, esta experiencia es un claro ejemplo

de cómo la resolución de problemas y la adaptación a las circunstancias adversas son competencias esenciales en la formación de un ingeniero. A través de la interacción con la comunidad educativa, el colectivo cumplió con los objetivos de la PEF y demostró la viabilidad de la educación ambiental en entornos no tradicionales, contribuyendo a la construcción de comunidades más sostenibles.

Figura 18

Fotografías de las actividades realizadas por el colectivo con los estudiantes del colegio



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 2B Semestre 2022-3. Laura Marcela Álvarez Mina del programa de Ingeniería Ambiental y Sebastián Estupiñán Sánchez del programa de Ingeniería Mecatrónica. Colegio Instituto Colombiano de Ballet clásico, INCOLBALLET.

Figura 19

Fotografías de las actividades realizadas por el colectivo con los estudiantes del colegio



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 2B Semestre 2022-3. Laura Marcela Álvarez Mina del programa de Ingeniería Ambiental y Sebastián Estupiñán Sánchez del programa de Ingeniería Mecatrónica. Colegio Instituto Colombiano de Ballet clásico, INCOLBALLET.

Figura 20

Fotografías de las actividades realizadas por el colectivo con los estudiantes del colegio



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 2B Semestre 2022-3. Laura Marcela Álvarez Mina del programa de Ingeniería Ambiental y Sebastián Estupiñán Sánchez del programa de Ingeniería Mecatrónica. Colegio Instituto Colombiano de Ballet clásico, INCOLBALLET.

Figura 21

Fotografías de las actividades realizadas por el colectivo con los estudiantes del colegio



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 2B Semestre 2022-3. Laura Marcela Álvarez Mina del programa de Ingeniería Ambiental y Sebastián Estupiñán Sánchez del programa de Ingeniería Mecatrónica. Colegio Instituto Colombiano de Ballet clásico, INCOLBALLET.

Figura 22

Fotografías de las actividades realizadas por el colectivo con los estudiantes del colegio



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo 2B Semestre 2022-3. Laura Marcela Álvarez Mina del programa de Ingeniería Ambiental y Sebastián Estupiñán Sánchez del programa de Ingeniería Mecatrónica. Colegio Instituto Colombiano de Ballet clásico, INCOLBALLET.

Acompañamiento en colegios para materializar proyectos ambientales

Este proyecto fue realizado por el colectivo conformado por Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, y Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica quienes realizaron un proyecto en colaboración con la Institución Educativa El Hormiguero. El proyecto, titulado “Huertos urbanos: La tierra nos habla: la Ingeniería Ambiental escucha”, se centró en la implementación de huertos urbanos y la concientización ambiental.

Durante las semanas 5 y 7 del proyecto, se llevaron a cabo diversas actividades con los estudiantes del grado 11 A de la institución. Estas actividades incluyeron reuniones presenciales en el salón 2 de la sede Pantano de Vargas los días 2 y 9 de septiembre. La coordinadora de la institución solicitó que la capacitación se extendiera a todo el grupo, debido a la gran acogida que tuvo la iniciativa entre los estudiantes.

En la reunión del 9 de septiembre, se aplicó una encuesta a los estudiantes y se resolvieron dudas sobre la capacitación. Además, se revisaron y firmaron las actas de consentimiento informado y se formalizó el proceso con la institución mediante un documento de aprobación para la realización de las actividades. Estas acciones permitieron establecer los objetivos pedagógicos del proyecto y asegurar su correcta ejecución.

Se destaca que, como parte de los avances del proyecto, los colectivos debían mencionar las dificultades presentadas a lo largo del proceso; no obstante, este colectivo expresó que para ellos *“no ha existido dificultades en el desarrollo de la actividad. Todo este proceso lo hemos visto como un reto que nos ha permitido un progreso en cuanto a nuestra apropiación sobre el conocimiento y el desarrollo de habilidades pedagógicas”* (figura

16). Esto demuestra cómo los proyectos que implican un contacto con personas externas y que, por ende, sacan a los estudiantes del entorno habitual del aula, tienen la capacidad de fortalecer su compromiso y motivar el trabajo ético, responsable y empático con el entorno social, cultural y ambiental.

Figura 23

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 24

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 25

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 26

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 27

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 28

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 29

Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 30

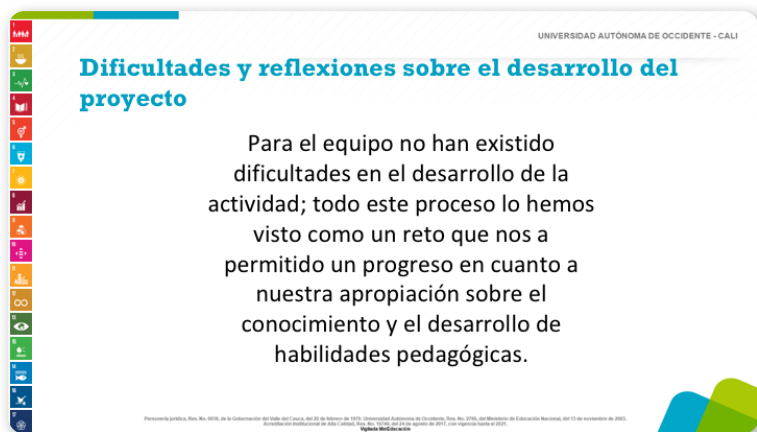
Presentación de avances del colectivo



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Figura 31

Reflexión del colectivo ante dificultades durante el desarrollo del proyecto



Nota. Actividad desarrollada por el Colectivo IGJ11 Semestre 2021-3. Estudiantes Ronal David Cambindo Popo de Ingeniería Ambiental, Camilo Andrés Castrillón Calderón y Jenny Katherine Osorio Córdoba de Ingeniería Biomédica. Institución Educativa el Hormiguero.

Como reflexión final los integrantes del colectivo manifestaron lo siguiente:

El desarrollo de estas actividades deja como enseñanza (...) valores importantes como: el trabajo en equipo, el desarrollo de habilidades comunicativas y oratorias, importancia del liderazgo y dirección. Estar en contacto con la comunidad estudiantil y sus directores, ver la acogida tan grande que ha tenido la iniciativa, nos motiva a generar ideas novedosas y mucha responsabilidad con el desarrollo del proyecto.

Desarrollo de material didáctico para compartir con la comunidad (tapete ambiental de la estación experimental de humedales de la UAO)

Colectivo 10B-2023-1-G10. Estudiantes Alejandro León Londoño de Ingeniería Industrial, Juan Felipe López Toro de Ingeniería Mecatrónica y Sofy Paola Gallego Marín de Ingeniería Mecánica.

El proyecto del Colectivo 10B consistió en el desarrollo y la implementación de un material didáctico centrado en la creación de un juego para la estación experimental de humedales de la Universidad Autónoma de Occidente. Si bien este colectivo se centró en el desarrollo del material didáctico, los estudiantes siempre tuvieron en su foco que este material sería utilizado con fines educativos y que sus potenciales usuarios eran estudiantes de colegios o personas sin conocimiento técnicos en el área ambiental.

El objetivo general que se planteó el colectivo era sintetizar la información del proyecto y comunicarla de manera clara y atractiva. Para lograrlo, se establecieron una serie de objetivos específicos: elaborar videos cortos, montar un piloto de material didáctico, elaborar un manual de usuario y someter el material a revisión por parte de la mentora.

Los estudiantes también plantearon una fase de prueba e implementación, que incluyó la consulta a una población de prueba (que fueron estudiantes de la Facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Universidad) y la realización de pruebas piloto para recolectar datos medibles, opiniones y encuestas de satisfacción, información que le permitió al colectivo mejorar el material didáctico desarrollado. Una vez terminada esta fase, se dio paso al

desarrollo del proyecto que, guiado por el Colectivo 10B, rápidamente avanzó hacia la fase de producción, prueba y corrección. Inicialmente se enfocaron en la elaboración de videos cortos y el montaje del material didáctico. Aunque estas actividades experimentaron retrasos, el colectivo demostró su compromiso al trabajar de forma paralela en la elaboración del manual de usuario y en la revisión del material por parte de la mentora. Esta fase inicial incluyó la impresión de un tapete de juego y la creación de bolsillos para tarjetas, así como la recopilación de material visual y la grabación de audios para los videos. El proceso de elaboración de videos les permitió sintetizar información compleja en un formato claro y atractivo, demostrando la capacidad del equipo para llevar a cabo un proyecto innovador y socialmente relevante, aspecto que siempre contó con la supervisión de la mentora.

Finalmente, el proyecto entró en las fases de prueba e implementación, y de correcciones y mejoras. El equipo realizó una prueba piloto con estudiantes de la Universidad Autónoma para recolectar datos y opiniones, así como para medir el nivel de satisfacción a través de encuestas.

La información recopilada fue crucial para el análisis de los datos y la identificación de oportunidades de mejora. Con base en las recomendaciones de los usuarios, como la sugerencia de añadir subtítulos a los videos o códigos QR para un acceso más sencillo, se realizaron las correcciones necesarias al material piloto y al manual de usuario. Estas fueron algunas lecciones aprendidas que los integrantes del colectivo manifestaron tener:

Durante el desarrollo de las actividades del proyecto final, el Colectivo 10B pudo aprender varias lecciones que contribuyeron a su formación y crecimiento. Algunas de estas lecciones fueron: La capacidad y la experiencia para coordinar actividades en espacios públicos, la habilidad para retener y almacenar información necesaria para crear un producto gustoso a los clientes, la importancia de tener un buen medio para adquirir y almacenar información.

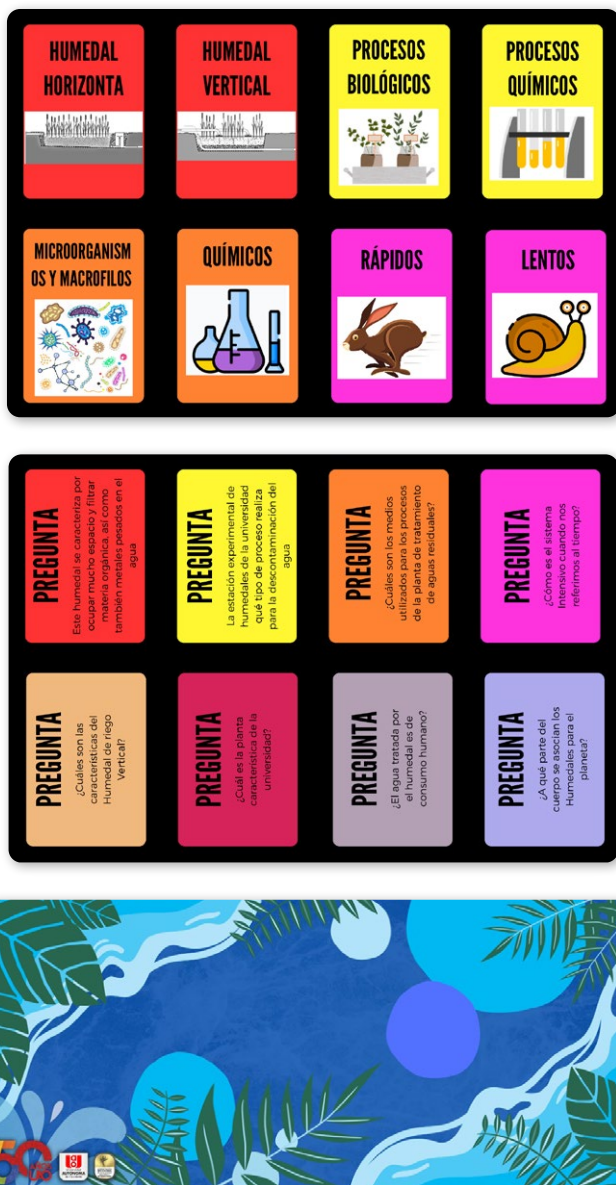
Figura 32
Avances del proyecto (generación de contenido para el material didáctico)



Nota. Actividad desarrollada por Colectivo 10B Semestre 2023-1. Estudiantes Alejandro León Londoño de Ingeniería Industrial, Juan Felipe López Toro de Ingeniería Mecatrónica y Sofy Paola Gallego Marín de Ingeniería Mecánica.

Figura 33

Material didáctico creado por el colectivo (fichas y tapete)



Nota. Actividad desarrollada por Colectivo 10B Semestre 2023-1. Estudiantes Alejandro León Londoño de Ingeniería Industrial, Juan Felipe López Toro de Ingeniería Mecatrónica y Sofy Paola Gallego Marín de Ingeniería Mecánica.

Conclusiones

Este proyecto permitió visibilizar que la búsqueda de un conocimiento socialmente pertinente en la solución de problemas sociales relacionadas con el ambiente requiere de una participación socialmente responsable tanto de la Universidad como de la comunidad. De allí que la relación Universidad-Comunidad deba mantenerse con estudiantes desde las etapas tempranas de su proceso de formación profesional, de tal forma que se potencialice la apropiación y transferencia del conocimiento.

En este sentido, la implementación de proyectos académicos que involucran trabajo con la comunidad es fundamental, dado que promueve en los estudiantes el empoderamiento y les proporciona otros retos, tales como desarrollar habilidades de comunicación, gestionar recursos y plantear agendas de trabajo.

Algunas de las experiencias permitieron que los colectivos se consolidaran como un equipo dinámico y resiliente que no solo ejecutaba sus tareas, sino que también capitalizaba cada desafío y cada interacción para aprender y mejorar. El proceso iterativo de desarrollo, prueba con usuarios reales y aplicación de mejoras, junto con la constante supervisión de los mentores, demuestra que es posible lograr un enfoque profesional y adaptativo en la gestión de los proyectos que desarrollan los estudiantes.

El espectro de las lecciones aprendidas por los estudiantes fue amplio y profundo, abarcando desde habilidades técnicas de comunicación y documentación, hasta competencias blandas como la coordinación y la orientación al cliente, lo que confirma la contribución de este tipo de proyectos a un desarrollo integral de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

- Arefin, A., Md. Nabi, N., Md. Sadeque, S., and Gudimetla, P. (2021). Incorporatingsustainability in engineering curriculum: a study of the Australian universities. *Int. J.Sustain. High. Educ.* 22:576. doi: 10.1108/IJSHE-07-2020-0271.
- Duce, C. & de Miguel, L. J. (2007). *Modelo de simulación de la reacción social frente a los efectos del cambio climático*. I Congreso Nacional sobre cambio global, CEI CAG, 25-27 de abril de 2007. Disponible en: https://poster_ceicag-libre.
- García Jerez, A. (2017). *Caracterización de la responsabilidad social y ambiental que las universidades asumen en la educación y transformación social en los departamentos de Santander y Norte de Santander* (Tesis de maestría). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas. <https://ridum.umanizales.edu.co/items/4abf7100-8a1b-4600-8dff-389a833b39a4>.
- Ordóñez Sánchez, D., Rengifo Zapata, L. Á., & Uribe Zamora, C. A. (2021). *Reflexión del Colectivo 10B sobre la actividad de buenas prácticas ambientales en el hogar* [Informe de actividad complementaria no publicado]. Facultad de ingeniería y ciencias básicas, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.
- Patiño Izquierdo, K. D., Ramírez Escue, D. A., & Tirado Hernández, M. A. (2021). *Talentos del Barrio: conocidos y amigos: Reflexión del Colectivo 5B* [Informe de actividad complementaria no publicado]. Facultad de ingeniería y ciencias básicas, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.
- Sabri, O.K. (2025). Rethinking sustainability in engineering education: a call for systemic change. *Frontiers in Education*. DOI 10.3389/educ.2025.1587430.
- UNESCO. (2003). *La Educación ambiental: pilar de un desarrollo sostenible*. Oficina Internacional de

Educación de la UNESCO. Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada, 33(3), 263–337. Oficina Internacional de Educación de la UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132190_spa.

Conclusiones sobre la Transformación de la Educación en Ingeniería a través de Actividad Complementaria y sus Prácticas de Enriquecimiento Formativo

La experiencia de Actividad Complementaria (AC) en la Universidad Autónoma de Occidente ha demostrado que la formación de ingenieros en el siglo XXI requiere superar la visión tradicional del aula como espacio único de transmisión de conocimientos. En este libro se han recopilado distintas miradas y experiencias que permiten reconocer cómo AC se ha consolidado como un escenario formativo alternativo, capaz de articular el aprendizaje académico con las demandas sociales, ambientales y profesionales del contexto.

En continuidad con esta reflexión, el presente capítulo tiene como propósito recoger los aprendizajes centrales de las experiencias relatadas, resaltar los rasgos diferenciadores de AC frente a otras propuestas curriculares y, sobre todo, proyectar sus posibilidades de continuidad, transferencia y consolidación tanto dentro de la institución como en escenarios externos.

Síntesis de Aprendizajes

Cada capítulo de este compendio ha aportado elementos fundamentales para comprender el alcance transformador de AC:

- El capítulo 1 mostró cómo los proyectos colaborativos y autogestionados constituyen la esencia del espacio formativo. La experiencia de los colectivos de trabajo permite que los estudiantes asuman la planificación,

gestión y ejecución de proyectos con autonomía y corresponsabilidad, fortaleciendo competencias como la comunicación, el liderazgo compartido y la resolución de conflictos.

- El capítulo 2 resaltó el valor del Movimiento *Maker* como estrategia para el desarrollo de competencias del siglo XXI. A través del aprender haciendo, los estudiantes no solo aplicaron conocimientos técnicos, sino que desplegaron creatividad, resiliencia y pensamiento crítico en proyectos con impacto social. La articulación entre *Maker*, STEAM y Aprendizaje en Servicio se presentó como un ejemplo concreto de cómo AC facilita la convergencia de metodologías activas y enfoques pedagógicos innovadores.
- El capítulo 3 permitió reconocer la importancia de conectar la formación en ingeniería con la sostenibilidad y la conciencia ambiental. Las prácticas relatadas, orientadas a la implementación de huertas, talleres educativos y acompañamiento en colegios, pusieron de manifiesto cómo AC puede convertirse en un vehículo para que los estudiantes integren su formación disciplinar con la responsabilidad social y ambiental, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En conjunto, estos capítulos evidencian que AC no es un espacio aislado, sino un modelo pedagógico integral en el que confluyen la autogestión, la colaboración, la innovación y el compromiso ético.

Fortalezas y Diferenciación del Modelo AC

Una de las principales conclusiones que se desprenden de este libro es que AC constituye un espacio curricular diferenciado con características que lo distinguen de otros cursos o asignaturas tradicionales:

- Su naturaleza interdisciplinaria, que permite la convergencia de estudiantes de distintos programas

- alrededor de proyectos colectivos (Prácticas de Enriquecimiento Formativo PEF).
- El énfasis en el aprendizaje experiencial, donde la teoría se traduce en acción y se valida en contextos reales.
 - La vinculación directa con comunidades, que refuerza la pertinencia social y fomenta la empatía en los futuros profesionales.
 - La conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que otorga un marco ético y global a las prácticas desarrolladas.
 - La centralidad del trabajo colaborativo y autogestionado, que promueve la autonomía y el liderazgo compartido.

Estas fortalezas hacen de AC un escenario único, en el que los estudiantes no solo refuerzan sus competencias técnicas, sino que también desarrollan capacidades transversales indispensables para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo.

Proyección y Continuidad dentro de la UAO

En el ámbito institucional, AC tiene la posibilidad de consolidarse como una política académica transversal en la Universidad Autónoma de Occidente. Su implementación en la Facultad de ingeniería y ciencias básicas ha mostrado resultados en términos de permanencia estudiantil, motivación académica y vinculación con comunidades externas, aspectos reconocidos en estudios previos (Flórez et al., 2018).

En este contexto, las conclusiones de este libro evidencian que la experiencia puede proyectarse hacia otros programas académicos de la UAO, incluso más allá del ámbito de la ingeniería, dado que las dinámicas de autogestión, aprendizaje-servicio y trabajo colaborativo han demostrado ser transferibles a distintos campos del conocimiento. Esta proyección abre la posibilidad de que AC se convierta en un referente para la formación docente, al ofrecer un laboratorio

pedagógico donde los profesores puedan poner a prueba metodologías activas, fortalecer sus competencias para el acompañamiento de proyectos y enriquecer sus prácticas de evaluación de aprendizajes basados en competencias. Asimismo, la continuidad de AC depende de generar estrategias de seguimiento, sistematización y evaluación que permitan evidenciar su impacto tanto en la formación de los estudiantes como en los procesos comunitarios desarrollados. Estas acciones no solo consolidan la apuesta institucional por AC, sino que también potencian su capacidad para integrarse y aportar en otros escenarios académicos de la Universidad.

Transferencia y Replicabilidad en otros Contextos

Aunque AC nació como una experiencia propia de la UAO, su diseño flexible y su fundamentación pedagógica la hacen replicable en otros contextos. De hecho, las publicaciones realizadas en congresos nacionales e internacionales han evidenciado el interés que despierta este modelo en la comunidad académica (Vega & Saavedra, 2018; Saavedra et al., 2022).

La replicabilidad puede darse en distintas direcciones:

- Universidades de América Latina interesadas en fortalecer su pertinencia social y su compromiso con el entorno.
- Instituciones educativas técnicas y tecnológicas que buscan integrar proyectos de impacto real en la formación de sus estudiantes.
- Redes internacionales de educación en ingeniería en las que AC puede presentarse como un ejemplo de innovación pedagógica articulada a los ODS.

Este potencial de transferencia se sustenta en la versatilidad del modelo, que no depende de recursos tecnológicos específicos, sino de la capacidad de generar proyectos colaborativos y autogestionados con impacto formativo y social.

Líneas de Trabajo para el Futuro

Más allá de la continuidad y la replicabilidad, AC abre caminos para el futuro de la educación en ingeniería. Algunas de las líneas de proyección más relevantes son:

- Investigación y sistematización: consolidar AC como objeto de investigación educativa mediante estudios longitudinales que permitan medir su impacto en competencias, permanencia estudiantil y responsabilidad social.
- Fortalecimiento del vínculo con comunidades: avanzar hacia proyectos de mayor alcance territorial y con mayor continuidad que trasciendan el semestre académico.
- Interdisciplinariedad ampliada: articular a estudiantes de distintas facultades y áreas del conocimiento en proyectos conjuntos, fomentando la resolución de problemas complejos desde perspectivas diversas.
- Articulación curricular: profundizar la integración de AC con asignaturas disciplinares, de manera que se refuercen mutuamente los aprendizajes académicos y las experiencias prácticas.
- ODS como eje articulador: seguir fortaleciendo la alineación de las Prácticas de Enriquecimiento Formativo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, de modo que AC contribuya a la construcción de profesionales con conciencia ética y compromiso global.

Comentarios de Cierre

Actividad Complementaria se ha consolidado como una apuesta pedagógica innovadora que trasciende el marco de una asignatura para convertirse en un modelo de formación integral. Sus experiencias demuestran que es posible articular la autogestión, la colaboración, el aprendizaje-servicio, el Movimiento *Maker* y la conciencia ambiental en un espacio curricular con alto impacto académico y social.

Las conclusiones de este libro no marcan un punto final, sino un punto de partida. La invitación es a continuar fortaleciendo AC dentro de la UAO, a explorar su transferencia hacia otros contextos educativos y a mantener vivo el espíritu de innovación que le dio origen. Solo así se podrá seguir avanzando en la formación de ingenieros comprometidos con la transformación de la sociedad, la sostenibilidad y la construcción de futuros más justos y humanos.

Referencias bibliográficas

- Arbelaez, J. P. R., Melo, D. K. P., Vanegas, S. M. C., & Munar, L. S. (2024, marzo). *Work in progress: Learning by doing and maker movement in engineering education, a student group's experience*. En *2024 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)* (pp. 1-4). IEEE.
- Duce, C., & de Miguel, L. J. Modelo de simulación de la reacción social frente a los efectos del cambio climático.
- García Jerez, A. (2017). *Caracterización de la responsabilidad social y ambiental que las universidades asumen en la educación y transformación social en los departamentos de Santander y Norte de Santander* (Tesis de maestría, Universidad de Manizales) <https://ridum.umanizales.edu.co/items/4abf7100-8a1b-4600-8dff-389a833b39a4>.
- Florez, V. E., Quintero, J. D., Saaverdra, L., & Vega, C. F. (2018, November). Actividad Complementaria: Experiencia De Aprendizaje Contextualizado, Colaborativo Y Basado En Proyectos Que Fortalece La Permanencia En Programas De Ingeniería En La Universidad Autónoma De Occidente. En *Congresos CLABES*.
- Oviedo, P. E. (2013). El aprendizaje autogestionado y colaborativo. *Revista de La Salle*, 60, 277–288.

- Saavedra Munar, L., González Jiménez, D. A., & López Sotelo, J. A. (2025). CREAMAI-MAKER: Metodología para promover el aprendizaje transformador integrando IA generativa, movimiento maker y aprendizaje en servicio en educación: Un estudio de caso en ingeniería. *Synergia Latina*, 19, 36–41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15271324>.
- Saavedra Munar, L., Martínez Castro, D., Marulanda Bohórquez, J. A., & Narváez Cardona, E. (2022). *Aprendizaje-servicio y la cultura maker: Desarrollo de material educativo para niños con parálisis cerebral y discapacidades cognitivas*. <https://hdl.handle.net/10614/14794>.
- UNESCO. (2003). La educación ambiental: pilar de un desarrollo sostenible. *Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada*, 33(3), 263-337. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132190_spa.
- Verdera, V. V. (2015). El aprendizaje-servicio: una estrategia para la formación de competencias en sostenibilidad. *Foro de Educación*, (19), 193-212.

Referencias bibliográficas

- Arbelaez, J. P. R., Melo, D. K. P., Vanegas, S. M. C., & Munar, L. S. (2024, marzo). *Work in progress: Learning by doing and maker movement in engineering education, a student group's experience*. En *2024 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)* (pp. 1–4). IEEE.
- Arefin, A., Md. Nabi, N., Md. Sadeque, S., and Gudimetla, P. (2021). Incorporatingsustainability in engineering curriculum: a study of the Australian universities. *Int. J.Sustain. High. Educ.* 22:576. doi: 10.1108/IJSHE-07-2020-0271.
- Barbosa, E. F., & de Moura, D. G. (2013). *Proyectos educativos y sociales: Planificación, gestión, seguimiento y evaluación*. Narcea. <https://books.google.com.co/books?id=ceqjAQAAQBAJ>.
- Blikstein, P. (2018). *Maker movement in education: History and prospects*. In *Handbook of technology education* (pp. 419-437). Springer, Cham.
- Dougherty, D. (2012). *The maker movement. Innovations: Technology, governance, globalization*, 7(3), 11-14.
- Dougherty, D. (2013). *The maker mindset*. In *Make, design, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 7-11). Routledge.
- Duce, C. & de Miguel, L. J. (2007). *Modelo de simulación de la reacción social frente a los efectos del cambio climático*. I Congreso Nacional sobre cambio global, CEI CAG, 25-27 de abril de 2007. Disponible en: https://poster_ceicag-libre.
- Flórez, V. E., Quintero, J. D., Saavedra, L., & Vega, C. F. (2018). Actividad complementaria: Experiencia de aprendizaje contextualizado, colaborativo y basado en proyectos que fortalece la permanencia en programas de ingeniería en la Universidad Autónoma De Occidente. En *Actas del Congreso CLABES* (pp.575–585). <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1961>.

- García Jerez, A. (2017). *Caracterización de la responsabilidad social y ambiental que las universidades asumen en la educación y transformación social en los departamentos de Santander y Norte de Santander* (Tesis de maestría). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas. <https://ridum.umanizales.edu.co/items/4abf7100-8a1b-4600-8dff-389a833b39a4>.
- Gómez, O. Y. A., & Ortiz, O. L. O. (2018). *El constructivismo y el construccionismo. Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía (RIIEP)*, 11(2), 115-120.
- González-González, C. S., & Arias, L. G. A. (2018). *Maker movement in education: maker mindset and makerspaces*. Jornadas de HCI, IV.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). *The maker movement in education. Harvard educational review*, 84(4), 495-504.
- Martínez, S. L., & Stager, G. S. (2013). Invent to learn: Makers in the classroom. *The Education Digest*, 79(4), 11.
- Melo, D. K. P., Vanegas, S. M. C., Arbelaez, J. P. R., Bermeo, J. D. R., Caicedo, C. E. R., & Munar, L. S. (2022). *Desarrollo de experiencias de aprendizaje con enfoque maker para fomentar la cultura tecnológica en jóvenes del suroccidente colombiano*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Moreno, M., Chan, M. E., Briseño, M., Pérez, M. S., Ortiz, M. G., Hernández, V., Córdova, H., & Coronado, G. (2010). *Modelo educativo del sistema de Universidad Virtual*. Universidad de Guadalajara. https://www.udgvirtual.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/modelo_educativo_suv.pdf.
- Moreno, P. A. B., Segura, D. A. M., Galindo, S. S. T., & Munar, L. S. (2017). Diseño de un kit de electrónica para promover el aprendizaje de esta disciplina en niños de comunidades vulnerables de la ciudad de Cali. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Munar, L. S. (2019). *La filosofía Maker como estrategia para el fortalecimiento de competencias transversales en*

- ingeniería*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Munar, L. S., & Ambuila, D. M. V. (2021). *La filosofía maker como estrategia para la aplicación del enfoque STEAM en comunidades vulnerables de Santiago de Cali*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.
- Munar, L. S., Castro, D. M., Marulanda, J. A., & Cardona, E. N. (2020, marzo). *Educating engineers: a Colombian case of an interdisciplinary experience in service-learning. En 2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)* (pp. 1-5). IEEE.
- Ordóñez Sánchez, D., Rengifo Zapata, L. Á., & Uribe Zamora, C. A. (2021). *Reflexión del Colectivo 10B sobre la actividad de buenas prácticas ambientales en el hogar* [Informe de actividad complementaria no publicado]. Facultad de ingeniería y ciencias básicas, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.
- Oviedo, P. E. (2013). El aprendizaje autogestionado y colaborativo. *Revista de La Universidad de La Salle*, 60, 277–288.
- Ozis, F., Parks, S. L. I., Sills, D. L., Akca, M., & Kirby, C. (2022). Teaching sustainability: Does style matter? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 194–210. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2021-0392>.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. En I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1–11). Ablex.
- Patiño Izquierdo, K. D., Ramírez Escue, D. A., & Tirado Hernández, M. A. (2021). *Talentos del Barrio: conocidos y amigos: Reflexión del Colectivo 5B* [Informe de actividad complementaria no publicado]. Facultad de ingeniería y ciencias básicas, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.
- Ponce, M. E. (2016). La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por la tecnología. *Diálogos sobre educación*, 12(7), 1–23. <http://dialogossobreeducacion.cucsh.udg.mx/index.php/DSE/article/view/258>

- Saavedra Munar, L., González Jiménez, D. A., & López Sotelo, J. A. (2025). CREAMAKER: Metodología para promover el aprendizaje transformador integrando IA generativa, movimiento maker y aprendizaje en servicio: Un estudio de caso en ingeniería. *Synergia Latina*, 19, 36-41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15271324>.
- Saavedra Munar, L., Martínez Castro, D., Marulanda Bohórquez, J. A., & Narváez Cardona, E. (2022). *Aprendizaje-servicio y la cultura maker. Desarrollo de material educativo para niños con parálisis cerebral y discapacidades cognitivas*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15271324>.
- Sabri, O.K. (2025). Rethinking sustainability in engineering education: a call for systemic change. *Frontiers in Education*. DOI 10.3389/feduc.2025.1587430.
- UNESCO. (2003). *La Educación ambiental: pilar de un desarrollo sostenible*. Oficina Internacional de Educación de la UNESCO. Perspectivas: Revista Trimestral de Educación Comparada, 33(3), 263–337. Oficina Internacional de Educación de la UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132190_spa.
- Universidad Autónoma de Occidente. (2011). *Proyecto Educativo Institucional: Resolución del Consejo Superior No. 438, del 16 de septiembre de 2011*. Universidad Autónoma de Occidente.
- Universidad Autónoma de Occidente. (2024). Política de proyección social: Resolución del Consejo Académico No. 6753, del 15 de noviembre de 2024. Universidad Autónoma de Occidente. <https://www.uao.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/res-ca-6753-politica-proyeccion-social.pdf>.
- Vázquez Verdadera, V. (2015). El aprendizaje-servicio: Una estrategia para la formación de competencias en sostenibilidad. *Foro de Educación*, 13(19), 193–212. <https://forodeeducacion.com/ojs/index.php/fde/article/view/231/219>.

- Verdera, V. V. (2015). El aprendizaje-servicio: una estrategia para la formación de competencias en sostenibilidad. *Foro de Educación*, (19), 193-212.
- Vega, C., & Saavedra, L. (2018). Actividad complementaria, espacio formativo desescolarizado desde la perspectiva de aprendizaje basado en equipos.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. *National Research Council Committee on Out of School Time STEM*, 67, 1-55.
- Weiner, S., Lande, M., & Jordan, S. S. (2018). What have we” learned” from maker education research? A learning sciences-base review of ASEE literature on the maker movement. *Review & Directory-American Society for Engineering Education*.
- Wilson, D. (2019). Exploring the intersection between engineering and sustainability education. *Sustainability*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/su11113134>



¿Cómo transformar la educación en ingeniería para responder a los desafíos reales de nuestra sociedad? *Actividad Complementaria: una apuesta por el aprendizaje activo y la formación de ingenieros comprometidos con la sociedad* ofrece una respuesta contundente a través de la sistematización de experiencias de la Facultad de ingeniería y ciencias básicas de la Universidad Autónoma de Occidente. Este libro presenta un recorrido por un verdadero laboratorio pedagógico que rompe las barreras del aula convencional, situando al estudiante en el centro de su propio proceso formativo y vinculando el rigor técnico con la sensibilidad social.



A través de tres capítulos rigurosos, la obra ilustra cómo metodologías de vanguardia —como el aprendizaje-servicio, el movimiento maker y el codiseño comunitario— se materializan en proyectos tangibles de alto impacto territorial y ambiental. Cada página demuestra que la ingeniería del siglo XXI no solo se construye con ecuaciones y algoritmos, sino también con empatía, colaboración interdisciplinaria y un firme compromiso ético con el entorno.



Dirigido a educadores, investigadores, estudiantes y profesionales interesados en la innovación pedagógica, este texto no solo documenta una estrategia didáctica exitosa; es una invitación inspiradora a repensar la educación superior. Una lectura indispensable para quienes creen que las aulas deben ser espacios vivos de transformación social y que los ingenieros del mañana deben ser, ante todo, ciudadanos conscientes y comprometidos.

