Aula laboratorio territorial extendido: experiencia en la integración de *Design Thinking* y diseño de ingeniería en el taller de proyectos interdisciplinarios I de la UNAL sede La Paz

Flor Ángela Bravo Sánchez, Jaime Andrés Pérez Taborda

Universidad Nacional de Colombia
La Paz, Colombia

Resumen

Desde el año 2019 se puso en marcha la más reciente sede de la Universidad Nacional de Colombia, ubicada en el municipio de La Paz, en el Cesar. Esta novena sede de la UNAL constituye el escenario donde se consolida el proyecto académico denominado "Aula Laboratorio Territorial Extendido", un espacio interdisciplinario de reflexión, construcción y transformación pedagógica que facilita el diálogo de saberes y el prototipado de soluciones a las demandas territoriales desde el aula. Este entorno de innovación académica no solo fomenta el aprendizaje colaborativo en contexto, permitiendo el desarrollo de competencias interdisciplinares, sino que también actúa como catalizador del cambio en las culturas pedagógicas dentro de la universidad, reafirmando el compromiso de repensar el rol de la universidad en el siglo XXI.

Un ejemplo destacado de esta iniciativa es el Taller de Proyectos Interdisciplinarios I (TPI I), una asignatura de octavo semestre y dos créditos académicos del programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia, Sede de La Paz. Este curso forma parte de un conjunto de asignaturas orientadas a impulsar la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico, junto con los Talleres de Proyectos Interdisciplinarios II y III. Su propósito es fortalecer las habilidades de los estudiantes para abordar, contextualizar, formular e implementar proyectos de ingeniería que respondan a las problemáticas del territorio, promoviendo la innovación y el emprendimiento.

El artículo se centra en la experiencia de TPI I, donde los estudiantes desarrollan la capacidad de analizar contextos relevantes, identificar y definir problemas u oportunidades, y generar soluciones creativas, éticas y viables que respondan a las necesidades de la comunidad. En particular, se describe la integración metodológica entre el Diseño de Ingeniería y las etapas iniciales del Design Thinking —empatizar, definir e idear— como eje articulador del aprendizaje. Esta combinación

DOI: https://doi.org/10.26507/paper.4804

busca fomentar la generación de soluciones centradas en el usuario y alineadas con las demandas y saberes territoriales, reconociendo el valor de la diversidad epistémica. Asimismo, se examina la evolución del curso a lo largo de sus distintas cohortes, destacando las mejoras implementadas, los desafíos enfrentados y los aprendizajes obtenidos como insumo para fortalecer el modelo educativo de la sede.

Palabras clave: educación en ingeniería; diseño en ingeniería; design thinking, ingeniería mecatrónica

Abstract

Since 2019, the newest campus of the National University of Colombia was launched in the municipality of La Paz, in the department of Cesar. This ninth UNAL campus serves as the setting for the consolidation of an academic project known as the "Extended Territorial AulaLab", an interdisciplinary space for reflection, construction, and pedagogical transformation that articulates teaching, research, and outreach through a direct dialogue with the territory. This innovative academic environment not only fosters collaborative and context-based learning, promoting the development of interdisciplinary competencies, but also acts as a catalyst for shifting pedagogical cultures within the university, reaffirming its commitment to rethinking the role of higher education in the 21st century.

A prominent example of this initiative is the course Interdisciplinary Projects Workshop I (IPW I), an eighth-semester course worth two academic credits in the Mechatronic Engineering program at UNAL La Paz campus. This course is part of a three-part pedagogical sequence, along with IPW II and IPW III, designed to foster research, innovation, and technological development with a social focus. Its objective is to strengthen students' ability to frame, contextualize, and implement engineering projects that respond to real territorial problems, promoting social innovation, sustainability, and transformative entrepreneurship.

This article focuses on the IPW I experience, where students develop the capacity to analyze relevant contexts, identify and define problems or opportunities, and generate creative, ethical, and viable solutions that address the needs of local communities. Specifically, it describes the methodological integration of Engineering Design with the initial stages of Design Thinking—empathize, define, and ideate—as the central learning axis. This combination aims to foster the formulation of user-centred solutions that are aligned with territorial needs and local knowledge systems, recognizing the importance of epistemic diversity. The article also examines the evolution of the course across different cohorts, highlighting improvements made, challenges encountered, and lessons learned as key inputs for strengthening the campus's educational model.

Keywords*: engineering education; engineering design; design thinking; mechatronics engineering*

1. Introducción

La formación en ingeniería ha sido históricamente un desafío complejo, no solo por la necesidad de dominar fundamentos científicos y tecnológicos, sino también por el papel estratégico que los ingenieros desempeñan en las transformaciones de las sociedades. En el contexto contemporáneo, este reto se intensifica ante la irrupción de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la automatización avanzada y los sistemas ciberfísicos, pilares de la llamada cuarta Revolución Industrial (RI4), que están redefiniendo profundamente las competencias técnicas, profesionales y éticas requeridas en el ejercicio de la ingeniería. A la par que estos desarrollos tecnológicos emergen, América Latina enfrenta profundas desigualdades sociales, educativas y territoriales que exigen a la educación superior un rol protagónico y transformador. Lejos de limitarse a formar profesionales altamente tecnificados, la universidad debe consolidarse como un escenario de justicia cognitiva, capaz de promover inclusión, sostenibilidad y compromiso ético, aportando valor agregado a las capacidades de transformación social, empresarial y productiva desde la ingeniería. En este escenario, la formación en ingeniería no puede seguir limitada a la visión tradicional de un profesional tecnificado, orientado exclusivamente a la eficiencia operativa. Es indispensable avanzar hacia una concepción más amplia, crítica e interdisciplinar del ingeniero como agente de cambio, catalizador de procesos sociales y actor clave en la producción de conocimiento situado. Este nuevo perfil profesional debe ser capaz de agregar valor desde el conocimiento a los ecosistemas productivos más cercanos, incidir de manera transformadora en su entorno y participar activamente en procesos de desarrollo productivo, cultural y bioecológico. En consecuencia, repensar la enseñanza de la ingeniería se convierte en un ejercicio apasionante, vanguardista y necesario, que exige reconfigurar las desgastadas metodologías de las culturas académicas tradicionales: pasar del cautiverio de los contenidos a los invariantes (aprendizajes esenciales), de la lógica del aula magistral unidireccional (desde una mirada vertical) a la creación de nuevos escenarios de aprendizaje colaborativo (a una construcción horizontal), en los que el aula se transforme en un espacio para la co-construcción del conocimiento, el diálogo de saberes y la formación contextualizada, llevando el aula a nuevos espacios, a vivir un aula laboratorio, territorial y extendida.

Con esta visión, el programa de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Sede La Paz —ubicada en el departamento del Cesar, Colombia— ha diseñado una secuencia de cursos denominados Taller de Proyectos Interdisciplinarios (TPI I, II y III). Estas asignaturas se conciben como espacios curriculares interdisciplinares y disruptivos que vinculan la ingeniería con los desafíos sociales, económicos, culturales y ecológicos del contexto regional. La propuesta se ancla en el proyecto académico institucional de la sede conocido como *Aula Laboratorio Territorial Extendido*, un proyecto académico que promueve la integración estructural entre docencia, investigación y extensión en diálogo con las demandas territoriales. A lo largo de la secuencia de asignaturas TPI, los estudiantes recorren un proceso formativo progresivo que inicia con la identificación de problemas u oportunidades en contextos reales, continúa con la generación de alternativas de solución y la selección de la más adecuada, y culmina con un análisis de viabilidad, acompañado del desarrollo de un plan de negocios que respalde su implementación. Los cursos de TPI también enfatizan en el desarrollo de habilidades transversales esenciales para el entorno profesional actual, como como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el pensamiento crítico y la toma de decisiones basadas en datos.

El curso TPI I, cursado en octavo semestre, introduce a los estudiantes en un proceso formativo inmersivo que combina análisis territorial, problematización contextual y diseño de soluciones centradas en las personas. A través del enfoque metodológico de *Design Thinking*, los estudiantes formulan diagnósticos participativos con actores del territorio, establecen requerimientos de diseño y generan propuestas creativas, éticas y viables. Posteriormente, estas problemáticas se profundizan mediante la investigación con *stakeholders* y la revisión de literatura científica y técnica. Con base en esta información, se identifican criterios de diseño y restricciones, promoviendo la toma de decisiones basadas en evidencia y la capacidad de innovación responsable.

Este curso es el punto de partida de una secuencia pedagógica progresiva. En TPI II, cursado en noveno semestre, los estudiantes desarrollan técnicamente sus propuestas, validan su viabilidad técnica, económica, normativa y ambiental, y exploran modelos de sostenibilidad. Este curso permite además articular aprendizajes previos con nuevos escenarios de aprendizaje como los semilleros y grupos de investigación, colaboratorios y ramas estudiantiles, escuelas de pares tutores y grupos de estudio, propiciando círculos virtuosos de aprendizaje entre pares. Finalmente, en TPI III, correspondiente al décimo semestre, se abordan herramientas de planificación estratégica y comunicación persuasiva, orientadas a escalar las propuestas mediante la elaboración de planes de negocio y la preparación de presentaciones breves y persuasivas (*pitch)* ante potenciales aliados, comunidades e inversionistas. Este artículo se enfoca específicamente en la experiencia de la asignatura Taller de Proyectos Interdisciplinarios I (TPI I), cuya metodología de trabajo se basa en las etapas iniciales del enfoque *Design Thinking*: **empatizar, definir e idear**. Esta estrategia pedagógica tiene como objetivo fomentar la formulación de soluciones innovadoras, viables y centradas en el usuario, que respondan de forma pertinente a problemáticas y necesidades detectadas en contextos locales y territoriales (Fila et al., 2018). Durante la etapa de empatizar, los estudiantes interactúan de manera directa con los *stakeholders*, mediante la observación, entrevistas y otras técnicas participativas, con el fin de comprender a fondo sus experiencias, emociones y necesidades. En la etapa de definir, se enmarca el problema a partir de los hallazgos previos, transformándolos en objetivos y requerimientos de diseño claros que reflejan una comprensión problema y necesidades del usuario. Finalmente, en la etapa de idear, se promueve la generación de un amplio rango de ideas creativas que cumplan con los requerimientos de diseño.

2. Diseño en Ingeniería y Design Thinking en Taller de Proyectos Interdisciplinarios I

La asignatura TPI I se centra en el desarrollo de competencias para la identificación y comprensión profunda de problemáticas reales, así como la generación de alternativas de solución innovadoras y viables. Esta etapa adopta como marco metodológico el enfoque de *Design Thinking*, particularmente sus tres primeras fases: empatizar, definir e idear. Esto dentro de los principios del modelo académico de la Sede de La Paz en el que se promueve el aprendizaje situado, interdisciplinario y con sentido territorial respondiendo a demandas globales desde una solución local. Este enfoque conecta el aprendizaje con realidades concretas del territorio y promueve la reflexión crítica desde las comunidades.

2.1 Fase de empatizar

En esta primera etapa del curso, los estudiantes se organizan en equipos de trabajo conformados por entre cuatro y seis integrantes. El proceso inicia con la selección de un área de enfoque alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), lo cual les permite orientar su trabajo hacia desafíos globales con impacto local. A continuación, elaboran una descripción general del contexto, en la que se define brevemente el entorno elegido, junto con una justificación que sustente su relevancia, ya sea por su pertinencia social, ambiental, tecnológica, educativa u otra dimensión significativa. Parte fundamental de este análisis consiste en identificar quiénes son los actores afectados o involucrados en dicho contexto, considerando tanto a usuarios directos como a otras partes interesadas o influenciadas. Para profundizar en este reconocimiento, los estudiantes construyen un mapa de partes interesadas (*stakeholders*), también conocido como mapa de actores, herramienta que les permite identificar y clasificar a las personas, grupos u organizaciones que tienen un interés directo o indirecto en el contexto analizado (ver Figura 1). Este ejercicio favorece una comprensión más amplia de las dinámicas y relaciones que caracterizan el entorno del proyecto.

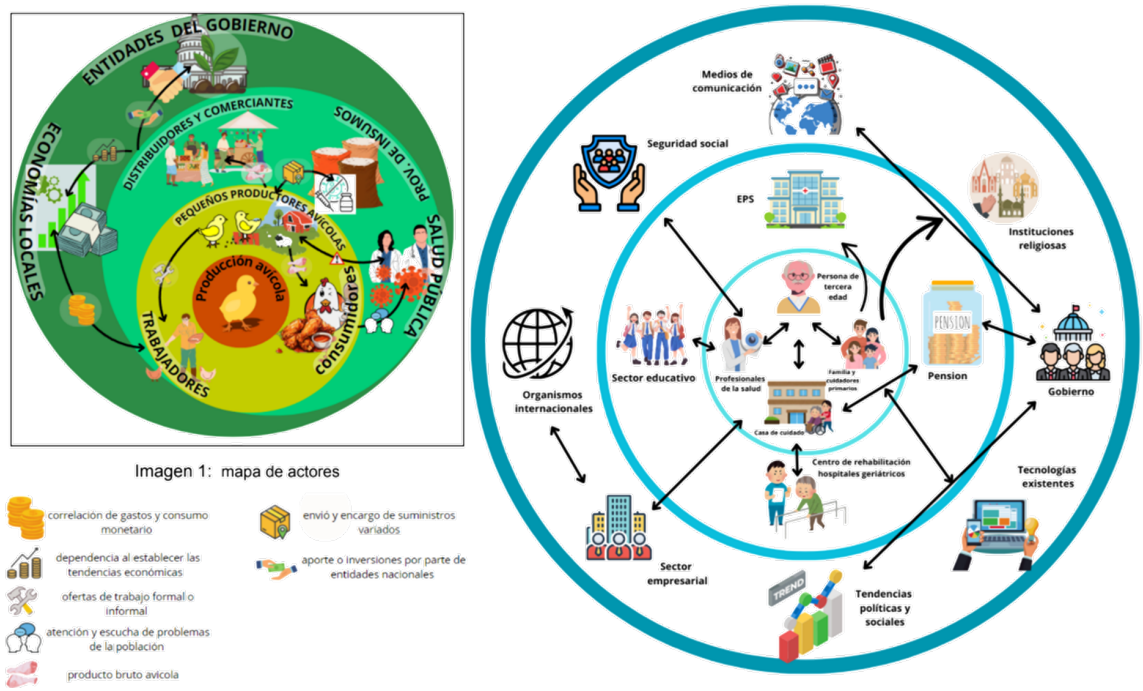

Figura 1. Ejemplos de Mapas de stakeholders elaborado por los estudiantes para identificar y categorizar a las partes interesadas clave en el contexto del proyecto, considerando su nivel de influencia, interés y relación con la problemática abordada.

Una vez obtenida esta visión integral, los equipos deben seleccionar una población o comunidad objetivo sobre la cual centrarán el desarrollo del proyecto. Esta elección implica definir con claridad a qué grupo se dirigen, por ejemplo, niños, adultos mayores, agricultores, estudiantes, entre otros, e identificar sus principales características demográficas y sociales, tales como edad, género, nivel socioeconómico, ubicación geográfica, ocupación, entre otros aspectos relevantes.

Seguidamente, se elabora un mapa de empatía de la población o comunidad seleccionada (ver Figura 2). Esta herramienta permite profundizar en el entendimiento de los actores objetivo, explorando su perfil, contexto de vida, motivaciones, frustraciones y necesidades. A través de este análisis empático, los estudiantes logran una comprensión más sensible y precisa de las realidades que enfrenta la comunidad, lo que resulta clave para el diseño de soluciones pertinentes y centradas en el usuario.

Con una comprensión sólida del contexto, los grupos de trabajo proceden a identificar múltiples problemáticas o necesidades que afectan a la comunidad objetivo. Al menos tres de estas deben ser descritas en detalle, evidenciando su *origen*, *impacto* y *relevancia*. Finalmente, se selecciona una de las problemáticas identificadas para ser abordada en el desarrollo del proyecto, estableciendo así un foco claro y fundamentado para las etapas posteriores del proceso. Este ejercicio favorece no solo el diagnóstico de una problemática, sino también el reconocimiento de saberes comunitarios, la diversidad sociocultural y la pluralidad epistémica presente en los territorios. Seguidamente, se elabora un mapa de empatía de la población o comunidad seleccionada. Estas herramientas no solo fortalecen la competencia de empatía, sino que permiten el reconocimiento de la voz del otro como fundamento de una formación ética y comprometida.

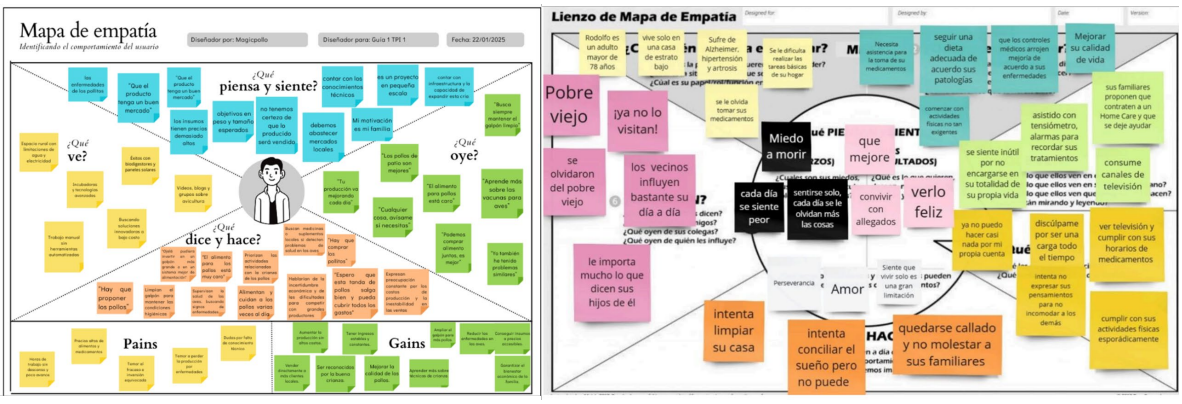

Figura 2. Ejemplo de mapas de empatía desarrollados por los estudiantes para comprender en profundidad las experiencias, necesidades y percepciones de la comunidad objetivo.

2.2 Fase de definir

Aunque en la fase de empatizar se logra identificar una problemática general dentro del contexto seleccionado, esta suele ser aún demasiado amplia para ser trabajada de manera efectiva en la asignatura. Para delimitarla, los estudiantes aplican herramientas como el árbol de problemas y el árbol de objetivos. A través de este análisis estructurado, logran descomponer la problemática en causas y efectos, y visualizar líneas de acción asociadas. Finalmente, deben seleccionar una causa específica del árbol de problemas, junto con su objetivo correspondiente en el árbol de objetivos, lo que permite definir con claridad el foco del proyecto. Este proceso se conecta con la formación investigativa, entendida como una práctica situada, que articula la comprensión teórica con la exploración de realidades sociales complejas.

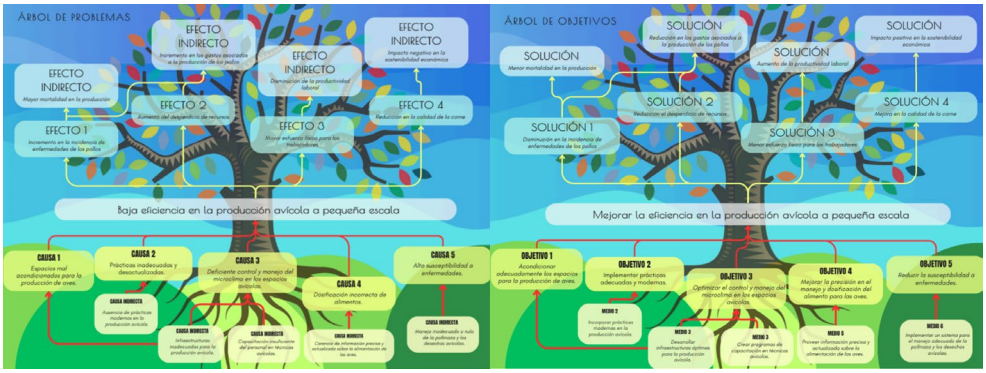

Figura 3. Ejemplo de árbol de problemas y árbol de objetivos elaborado por un grupo de estudiantes, como parte del proceso de análisis y delimitación de la problemática.

Una vez delimitado el problema, los equipos profundizan su comprensión mediante tres ejes complementarios de investigación: la exploración directa con actores involucrados, la revisión de literatura académica en bases de datos especializadas y la consulta de otras fuentes informativas pertinentes. En la investigación con *stakeholders*, los estudiantes deben planificar cuidadosamente el proceso de recolección de datos, estableciendo los objetivos específicos del estudio, identificando a los participantes clave, seleccionando las herramientas más adecuadas (como encuestas, entrevistas o grupos focales) y diseñando los instrumentos correspondientes. Los datos recopilados se presentan en formato tabular, organizando las preguntas como encabezados de columna y las respuestas de los participantes en las filas. Esta organización facilita el análisis de los resultados y la elaboración de conclusiones relevantes para el problema abordado.

Paralelamente, se realiza una revisión de literatura académica en bases de datos científicas. En esta etapa, los estudiantes definen sus preguntas de investigación, seleccionan al menos tres bases de datos (o una base de referencia sólida), establecen los criterios de inclusión y exclusión de artículos, y elaboran una lista de palabras clave junto con sus sinónimos. Con estos elementos construyen una ecuación de búsqueda que debe validarse asegurando que los resultados sean coherentes con el tema de estudio. De los primeros 15 artículos disponibles para descarga, se seleccionan al menos seis que hayan pasado el filtro por título y resumen. En caso de no alcanzar ese número, se amplía la búsqueda o se ajusta la ecuación para mejorar su precisión. Los artículos seleccionados se analizan mediante una tabla que incluye la citación en formato APA, el enlace directo al PDF (cuando está disponible), y la información extraída en función de las preguntas de investigación planteadas. Este análisis permite identificar antecedentes, enfoques y soluciones previamente desarrolladas, lo cual enriquece teóricamente la comprensión del problema. Una vez finalizada la etapa investigativa, los estudiantes alcanzan una comprensión crítica y contextualizada del problema. Este conocimiento se convierte en la base para la formulación de ideas de solución que sean más pertinentes, viables y alineadas con las necesidades reales de los *stakeholders*. El uso de fuentes científicas, junto con saberes locales, contribuye a una lectura interdisciplinaria de la realidad y fortalece el sentido crítico del estudiantado. Se promueve además el trabajo colectivo desde el aula-laboratorio como espacio donde convergen docencia, investigación y extensión.

2.3 Fase de idear

En esta etapa del proceso, los estudiantes avanzan hacia la generación de soluciones creativas y viables para abordar la problemática delimitada previamente. Esta fase estimula el pensamiento proyectual como una forma de creación de conocimiento situada, crítica e innovadora, que dialoga con la experiencia de los actores del territorio. Además de los requerimientos funcionales y no funcionales, los estudiantes deben considerar las restricciones del proyecto. Los enfoques metodológicos utilizados en esta fase —como SCAMPER o la Flor de Loto— son adaptados para facilitar trayectorias flexibles de aprendizaje, coherentes con la propuesta pedagógica de la sede.

El uso de herramientas de IA se aborda críticamente, resaltando los límites entre delegar el pensamiento creativo y fomentar la autonomía intelectual del estudiante. El proceso de ideación se convierte así en una experiencia de formación integral, en la que el diseño es también una práctica pedagógica transformadora. El primer paso consiste en la definición de los requerimientos de la solución a desarrollar. Los estudiantes deben clasificarlos en dos grupos: funcionales y no funcionales. Los requerimientos funcionales hacen referencia a las tareas o funciones específicas que la solución debe cumplir, como, por ejemplo: "el sistema debe registrar los datos de calidad del agua en tiempo real" o "el dispositivo debe medir la temperatura del suelo cada 10 minutos".

Cada requerimiento funcional debe asignarse un nivel de prioridad: alta, media o baja, en función de su impacto en el éxito del proyecto. Por otro lado, los requerimientos no funcionales se relacionan con aspectos de calidad, desempeño, usabilidad, seguridad o limitaciones técnicas, como, por ejemplo: "*el diseño debe ser resistente al agua y operable en temperaturas de -5 °C a 45 °C*", " o "la interfaz debe ser accesible para usuarios con conocimientos básicos". Además de estos requerimientos, los estudiantes deben considerar las restricciones del proyecto, que corresponden a factores externos que limitan el diseño o implementación de la solución. Estas pueden estar relacionadas con el presupuesto disponible, el tiempo asignado para el desarrollo del proyecto o la disponibilidad de recursos humanos. Ejemplos de restricciones comunes incluyen: "el presupuesto total no debe superar los $5,000 USD" o "el proyecto debe completarse en un plazo de tres meses".

Una vez establecidos los requerimientos y restricciones del proyecto, los equipos avanzan hacia la fase de ideación, enfocándose en la generación de múltiples alternativas de solución. Para estimular la creatividad y promover enfoques diversos, los estudiantes aplican una variedad de técnicas y metodologías como *brainstorming*, la técnica de los seis sombreros para pensar, la Flor de Loto y SCAMPER, entre otras. Estas herramientas permiten explorar diferentes perspectivas, ampliar el espectro de ideas posibles y estructurar propuestas innovadoras que respondan de manera efectiva a los criterios definidos previamente.

La estrategia que ha demostrado ser más efectiva es una técnica basada en el enfoque propuesto por Paepcke-Hjeltness et al. (2019). Los grupos de estudiantes comienzan elaborando una matriz de ideas, en la que se relacionan diversas propuestas para abordar cada requerimiento funcional y no funcional, organizadas en formato de tabla. A partir de esta matriz, se aplica una adaptación de la técnica de la Flor de Loto, que permite plasmar las ideas mediante bosquejos. Para cada requerimiento, los estudiantes desarrollan el bosquejo de ocho ideas distintas. Esta actividad

promueve la creatividad y fortalece la capacidad de representación visual, facilitando la materialización de propuestas a través de bosquejos preliminares (ver *Figura 4*).

Figura 4. Lluvia de ideas de posibles soluciones utilizando la técnica de la Flor de Loto. Se presentan bosquejos iniciales que ilustran diferentes propuestas creativas desarrolladas para cada requerimiento identificado, tanto funcional como no funcional. Esta representación gráfica permite explorar visualmente múltiples alternativas, facilitando la comparación, combinación y evolución de las ideas hacia una solución más integral.

Posteriormente, se realiza un proceso de combinación de ideas para construir un concepto de solución completo y coherente. Los estudiantes experimentan con distintas estrategias, como la selección aleatoria de una idea por requerimiento de diseño, la combinación por compatibilidad (integrando ideas complementarias) o la unión de ideas opuestas para fomentar la innovación disruptiva. De este ejercicio emergen seis posibles ideas de solución, que deben ser descritas en mayor profundidad y acompañadas de esquemas preliminares o representaciones gráficas que faciliten su comprensión. Dichas representaciones pueden generarse mediante bosquejos realizados a mano por los propios estudiantes (ver Figura 5), lo que fomenta la reflexión crítica y el involucramiento activo en el proceso de diseño, o bien mediante herramientas de inteligencia artificial (ver Figura 6), que permiten explorar posibles soluciones de manera rápida y eficiente.

Finalmente, se aplica una matriz de decisión para seleccionar la mejor propuesta entre las seis. Esta matriz considera criterios como viabilidad técnica, impacto en la comunidad, nivel de innovación, alineación con los requerimientos definidos y factibilidad dentro de las restricciones del proyecto. La idea seleccionada se desarrolla con mayor detalle, integrando descripciones precisas, esquemas de diseño, y cualquier otro recurso que permita visualizar el funcionamiento de la solución propuesta.

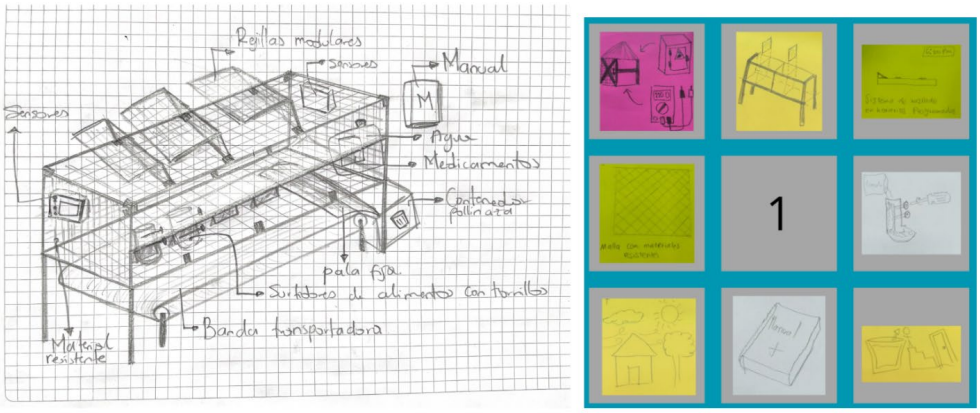

Figura 5. Bosquejos de soluciones realizados a mano por los estudiantes. Al elaborarlos por sí mismos, los estudiantes se convierten en agentes activos y conscientes del diseño, tomando decisiones intencionales sobre cada elemento de la propuesta.

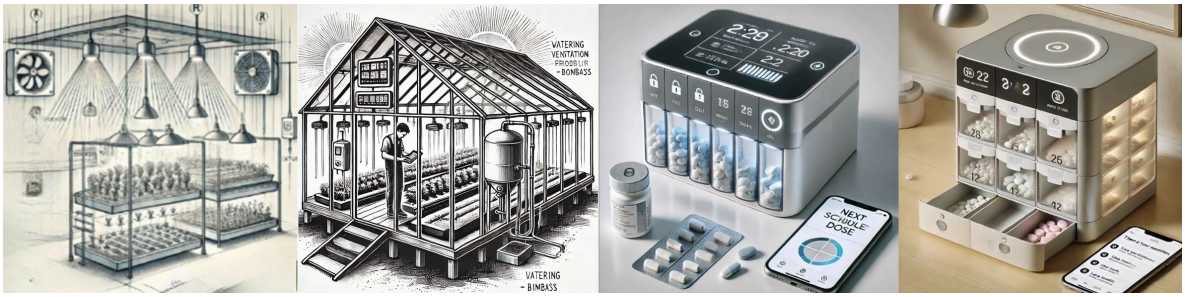

Figura 6. Bosquejos de soluciones generados con herramientas de inteligencia artificial. Si bien estas herramientas permiten visualizar ideas de forma rápida y realista, una desventaja significativa es que los estudiantes no intervienen directamente en el proceso de diseño, delegando la creación visual completamente a la IA, lo cual puede limitar su pensamiento crítico y creativo en la etapa de ideación

Este proceso de selección no solo responde a criterios técnicos, sino también a valores éticos, sociales y territoriales, promoviendo una solución contextualizada, inclusiva y con impacto real en la comunidad. Se reconoce así la importancia de formar profesionales comprometidos con su entorno, capaces de liderar procesos de transformación desde una perspectiva interdisciplinaria, crítica y solidaria. La etapa final del TPI I se convierte entonces en un ejercicio pedagógico que vincula el diseño con la innovación educativa, permitiendo que los estudiantes experimenten la creación colectiva como experiencia formativa, investigativa y extensionista.

3. Lecciones aprendidas

A lo largo de la implementación de la asignatura TPI I, se han identificado valiosas lecciones que han contribuido a fortalecer el proceso formativo y enriquecer significativamente la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Una de las más importantes ha sido la necesidad de orientar a los equipos hacia una comprensión crítica y contextualizada del contexto y de los stakeholders antes de proponer cualquier solución. La incorporación de la fase de empatía del enfoque Design Thinking ha sido clave en este sentido, ya que permite conectar con las necesidades reales de la

comunidad objetivo y desarrollar propuestas más pertinentes, viables y con impacto social. El uso de herramientas como los mapas de empatía y los mapas de stakeholders ha facilitado este proceso, ayudando a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los problemas y necesidades de los actores objetivo del proyecto.

Otra lección significativa ha sido el valor de las herramientas de inteligencia artificial como apoyo en el diseño de instrumentos de recolección de información, como encuestas o entrevistas. Estas herramientas han demostrado ser especialmente útiles para formular preguntas más claras, relevantes y adaptadas al perfil de los distintos stakeholders. Por ejemplo, los estudiantes han utilizado IA para ajustar el lenguaje según la edad, nivel educativo o contexto sociocultural del público objetivo. Esta asistencia ha mejorado la pertinencia de los instrumentos, así como la calidad de los datos recolectados. Asimismo, se ha evidenciado que la definición adecuada de los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto representa un desafío importante para los estudiantes. Cuando estos requerimientos no están claramente establecidos, se ve comprometido todo el proceso de ideación y desarrollo de soluciones. Por esta razón, se recomienda promover la socialización de los requerimientos en clase, con espacios de retroalimentación colectiva, y validar estos requerimientos directamente con los stakeholders, garantizando así su alineación con las necesidades reales del contexto. En el proceso de ideación, se ha observado un contraste significativo entre los bosquejos generados con herramientas de inteligencia artificial y aquellos realizados directamente por los estudiantes, ya sea a mano o mediante software de diseño. Si bien las herramientas de inteligencia artificial ofrecen resultados visualmente atractivos y eficientes, tienden a disminuir la participación del estudiante en el proceso creativo, ya que delegan decisiones importantes al algoritmo. Por el contrario, los bosquejos elaborados por los propios estudiantes fomentan una mayor apropiación del diseño: al dibujar sus ideas, los estudiantes son conscientes del proceso de diseño, tomando decisiones intencionales y reflexivas sobre cada componente de la solución. Otra lección aprendida en la implementación de TPI I ha sido la dificultad que enfrentan algunos estudiantes para generar ideas de solución de manera creativa. Ante esta barrera, muchos recurren a herramientas de inteligencia artificial para obtener propuestas de forma rápida, lo cual, aunque puede resultar útil, limita su capacidad de pensar de manera creativa y desarrollar soluciones innovadoras. Para fomentar la creatividad, se ha incentivado a los estudiantes a investigar soluciones existentes en el mercado o en investigaciones previas, promoviendo que busquen no solo replicar esas soluciones, sino adaptarlas o mejorarlas para ajustarse de manera más efectiva a las necesidades y contextos específicos de su proyecto.

4. Referencias

Artículos de revistas

- Fila, N., McKIlligan, S., & Guerin, K. (2018, June). Design thinking in engineering course design. In *2018 ASEE Annual Conference*.
- Paepcke-Hjeltness, V., Barnhart, B., Cyamani, A., & Walters, K. (2019, September). Fostering creativity through fast paced, wuick, down-and-dirt ideation. In International Association of Societies of Design Research Conference, IASDR (Vol. 4, pp. 100-113).

Sobre los autores

- **Flor Ángela Bravo Sánchez**: Ingeniera electrónica, Máster en ingeniería electrónica, Doctora en Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana. Profesora asistente de la Universidad Nacional de Colombia Sede de la Paz. flbravos@unal.edu.co - https://orcid.org/0000-0002-1134-9094
- **Jaime Andrés Pérez Taborda**: Ingeniero Físico, Máster en Radiación de Sincrotrón y Aceleradores de Partículas por la Universitat Autònoma de Barcelona, Doctor en Física de Universidad Complutense de Madrid. Profesor asistente de la Universidad Nacional de Colombia Sede de la Paz. jperezta@unal.edu.co - https://orcid.org/0000-0002-5202-9708

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)