

Utilización de la metodología del Design Thinking para la evaluación de los aprendizajes en la ingeniería industrial

Laura Vargas Badilla, Vicerrectora Ejecutiva, Universidad Estatal a Distancia, lavargas@uned.ac.cr . Sabanilla, Costa Rica.

RESUMEN

La enseñanza de la ingeniería, contempla el abordaje de temas que requieren de niveles mayores de abstracción como es el caso de la innovación y la gestión de la innovación. Es por ello por lo que la metodología de Design Thinking (DT), brinda la facilidad del uso de múltiples herramientas que facilitan al profesor la evaluación de los aprendizajes. Logrando también, un involucramiento y un sentido de satisfacción a los estudiantes al poder plasmar de una manera estructurada y práctica sus ideas y propuestas para la resolución de problemas teóricos y prácticos a los que se deben de enfrentar en su ejercicio profesional. Es parte fundamental de la formación de los ingenieros y de otros profesionales en las áreas STEAM, el desarrollo de capacidades que se logran por medio de las actividades experimentales y de aplicación, similares a las que realizaran en las empresas o instituciones en las que llegaran a laborar. Este trabajo busca brindar información proveniente de los estudiantes como usuarios finales y desarrolladores de la metodología DT, y el fortalecimiento de las actividades experimentales por medio del planteamiento de laboratorios virtuales y remotos dentro de su formación académica.

Palabras claves: Design Thinking, enseñanza de ingeniería, evaluación de los aprendizajes, innovación, ingeniería.

INTRODUCCIÓN

La globalización de las economías y los últimos acontecimientos como la pandemia de la COVID-19, han llevado a la ciencia y la tecnología a ser las grandes protagonistas, y de allí que cada vez se dé más importancia a la formación del capital humano en especialidades y carreras universitarias en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, en sus siglas en inglés). La demanda de personas formadas en ingeniería ha aumentado a nivel nacional e internacional.

Según la última encuesta de demanda de capital humano, realizada por la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE, 2018), dentro de las diez carreras que más demanda el sector de servicios en Costa Rica, seis son ingenierías y de las diez carreras más demandadas por el sector de ciencias de la vida y manufactura avanzada, nueve son ingenierías; según lo indican en su página web “The talent place” consultada el 12 de julio del 2022. Estando la ingeniería industrial entre los primeros puestos, se denota la importancia de estar mejorando continuamente el proceso de enseñanza y evaluación de los aprendizajes de esta.

La enseñanza de la ingeniería industrial contempla el abordaje de temas que requieren de niveles mayores de abstracción como es el caso de la innovación y la. Es por ello por lo que la metodología de Design Thinking (DT), brinda la facilidad del uso de múltiples herramientas que facilitan al profesor la evaluación de los aprendizajes, sea por medio de docencia presencial o en entornos virtuales. La intención de esta ponencia es compartir la experiencia sistematizada de aplicar dicha metodología con estudiantes de ingeniería en producción industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).

ANTECEDENTES

De acuerdo con el American Institute of Industrial Engineering, en su página web consultada el 12 de julio del 2022, la ingeniería industrial se encarga de la planificación, diseño, mejora e instalación de sistemas integrados por personas, materiales, información, equipos y energía. Con base en conocimiento especializado y habilidades en ciencias, matemáticas, físicas y ciencias sociales, utilizando los principios y métodos de análisis y el diseño de proyectos, para especificar, predecir, mejorar y evaluar los resultados que se obtendrán de tales sistemas.

Según lo indica el CINDE en los resultados la encuesta antes mencionada, la ingeniería industrial es una rama que alcanza todos los niveles de la sociedad por medio de innovaciones en sectores tanto de manufactura como servicios, buscando la optimización de procesos y sistemas complejos.

Dentro de la formación de la ingeniería es relevante el fortalecimiento en habilidades blandas o “soft skill”, las cuales facilitan la capacidad y efectividad como personas para trabajar en equipo, ayudan a un mejor desempeño en el entorno laboral y potencializan las oportunidades de crecimiento profesional. La encuesta de capital humano, desarrollada por CINDE (2018) presentó las 10 habilidades blandas más demandadas por los empleadores. Entre las que se encuentran: 1) trabajo en equipo; 2) liderazgo; 3) comunicación asertiva; 4) servicio al cliente, 5) capacidad analítica y de resolución de problemas; 6) atención al detalle; 7) deseos de aprender, curiosidad investigativa y estar a la vanguardia; 8) adaptabilidad, saber priorizar y manejo de tareas múltiples; 9) lógica matemática y habilidades para la computación e informática; 10) ética, y compromiso honestidad e integridad (IFTF, 2020).

Algunas de las habilidades blandas, antes mencionadas, se pueden fortalecer en los estudiantes universitarios por medio del uso de metodologías. Metodologías como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y metodologías ágiles, entre las que se encuentra el DT.

Este tipo de metodologías van acorde con el actual contexto educativo, el cual es cada vez más abierto y con una activa participación de los estudiantes, con un enfoque constructivista donde se “aprende a aprender” de manera constante. Haciendo al estudiante el protagonista constructor de su propio conocimiento y al profesor un gestor del conocimiento que guía dicha construcción, abandonando la tradicional posición de titular de contenido exclusivo (Rodríguez, 2020).

Según indica Van de Grift y Kroeze (2016) hay evidencia de uso de la metodología de Design Thinking en la enseñanza de la medicina, donde se aplicó en un curso introductorio que buscaba un mayor involucramiento con la comunidad, por medio de trabajo de campo y el planteamiento de estrategias de prevención de enfermedades, lo que logró un mayor compromiso, asistencia y satisfacción de los estudiantes.

En la Universidad de Amsterdam, se organizó un curso con estudiantes de medicina, psicología, neurociencias, ciencias sociales y arte, a quienes se les dividió en grupos y se les asignó un caso de estudio que debían resolver de forma creativa, colaborativa y con pacientes reales. Utilizando la metodología de Design Thinking propusieron soluciones innovadoras y relevantes para los pacientes. Los estudiantes opinaron en la evaluación del curso, que adquirieron destrezas de trabajo colaborativo y creativo, aunque afrontaron las dificultades de trabajar con profesionales de otras disciplinas (Van de Grift y Kroeze, 2016).

Pérez et al.(2020), indica que durante el proceso de gestión del software existe la dificultad de comprenderlo, se requiere de pruebas para saber los requerimientos que se solicita del usuario final, debido a que el producto de software es intangible y difícil de medir. Pero, por medio del uso de la metodología de Design Thinking se pueden ejecutar proyectos informáticos para dar soluciones a los problemas del mundo real. “Al estar centrado en las personas, considerando multidisciplinariedad, colaboración y concreción de pensamientos y procesos, los cuales son caminos que llevan a soluciones innovadoras en la resolución de problemas, desde el punto de vista del usuario y con el apoyo de prototipos” (Pérez, 2020, p.45)

Latorre (2020) comparte otra experiencia en la que se utilizó la metodología de Design Thinking, cuya finalidad era el diseño de un proyecto de innovación educativa y se analizaron las percepciones de 107 estudiantes universitarios sobre dicho proceso. “Los resultados indican que los equipos de trabajo lograron diseñar planteamientos innovadores a problemáticas reales de su entorno comprometiéndose activamente en el proceso compartido de búsqueda de soluciones” (Latorre et al., 2020,p.7).

Reafirmando que esta metodología activa, impulsa la confianza de los estudiantes en sus capacidades, creatividad y habilidades empáticas; preparándolos para la globalización, el avance tecnológico y la capacidad de innovación constante y cada vez más acelerada.

Es una metodología que nació en las industrias creativa y empresarial para el desarrollo de productos y estrategias innovadoras; sin embargo, con el pasar de los años se ha venido adoptando en otros espacios como el diseño de servicios y en el campo educativo a modo de una ruta de aprendizaje. En educación, esta metodología ha despertado interés, pues promueve la adopción de conocimientos, el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias clave para desenvolverse en el contexto profesional actual, tales como creatividad, comunicación, aprender a aprender, trabajo colaborativo y solución de problemas (Rodríguez, 2020, p.18).

REFERENTES TEÓRICOS

Urroz (2018) menciona que el concepto de Design Thinking aparece por primera vez en el título de un libro de Peter Rowe, en 1987, aplicado al trabajo de arquitectos y urbanistas. En las décadas de 80 y 90 del siglo XX, Rolf Faste enseñaba en Standford cómo aunar ingeniería y arte, aumentando la creatividad y situando en el centro de su trabajo al usuario (Urroz, 2018, 195)

El apogeo de la metodología se da en los años 90, por medio de los aportes de IDEO en la Escuela de Diseño de la Universidad de Stanford.

“IDEO es una compañía de diseño, la primera en desarrollar terminología, pasos y manuales sobre Design Thinking. Desde el año 2005 esta metodología se enseña en dicha universidad en lo que hoy se conoce como el Hasso Plattner Institute of Design. Esta realidad ha impactado a otras prestigiosas universidades, las cuales han adoptado la metodología y la han aplicado en otros campos más amplios, considerando que el diseño es un proceso que participa en todas las dimensiones de la vida del ser humano” (Rodríguez, 2020, p.3).

La metodología colaborativa denominada “Desing Thinking” o pensamiento de diseño, como lo indicó Tim Brown, CEO y presidente de IDEO, es una filosofía holística de trabajo en equipo centrada en el usuario, que presenta una metodología de etapas o pasos bien definidos. Se basa en la búsqueda de

soluciones a problemas complejos de manera colaborativa, creativa, considerando el prototipado y el aprendizaje por la experiencia (iteración) del usuario o la persona como protagonista de la metodología. Es un proceso analítico y creativo que facilita las oportunidades para generación de ideas innovadoras para el abordaje de las necesidades de los usuarios finales, prestando atención a los recursos y el entorno (Razzouk & Shute, 2012; González, 2015).

La metodología define etapas o pasos en un orden claro, siempre permitiendo la retroalimentación de las etapas y la posibilidad de retroceder o avanzar en ellas cuantas veces se requiera. Se enseña DT de la siguiente manera: empatizar, definir, idear, prototipar, evaluar (empathize, define, ideate, prototype, test), lo que es una forma simplificada de expresar la experiencia acumulada durante años de trabajar poniendo en el centro del proceso a las personas (human-centered design), de iniciar a elaborar propuestas sin limitarse a seguir procesos de razonamiento lineal, elaborando prototipos que permiten a ver las posibilidades de una idea y su debilidades, al ser contrastados en la realidad y conocer su efectividad (Urroz, 2018: 198).

La primera etapa: **empatizar**, comienza con un enfoque humano profundo, para obtener información, conocer las necesidades y revelar nuevas formas de ver o identificar problemáticas sentidas por los individuos. La segunda fase se llama **definir**, implica replantear el problema o desafío percibido y obtener perspectivas, lo que permite una visión más integral del camino hacia un punto de vista basado en las necesidades y percepciones de los usuarios, delimitando sus alcances (González, 2015). En la etapa de **idear**, se fomenta el trabajo en equipo colaborativo y de ser posible multidisciplinario para aprovechar las habilidades, personalidades y estilos de pensamiento de los participantes para resolver el problema definido en la etapa anterior. En la cuarta etapa de **prototipar**, se crea un espacio abierto para plasmar las ideas y se construya un prototipo de la solución, describiendo las características requeridas del servicio o producto a desarrollar; en esta etapa se debe de construir algo visualizable (dibujo, maqueta, animación etc.). La etapa final o quinta: **evaluar**, es cuando se prueba el prototipo en un escenario real, ante usuarios reales, para recibir de ellos toda la retroalimentación posible (González, 2015).

Esta metodología, no es sólo un proceso cognitivo, sino que se ha convertido en una caja de herramientas útil y efectiva para los procesos de innovación en muchos ámbitos, conectando la aproximación creativa del diseño al pensamiento tradicional de los negocios, con base en la planificación y la resolución racional de problemas (Urroz, 2018).

Este proceso busca transformar la perspectiva del pensamiento, es decir, se pasa de diseñar para las personas o usuarios finales a “diseñar con los usuarios” (Latorre et al., 2020), rompiendo las barreras de la comunicación y mejorando las interacciones entre los participantes, potenciando el pensamiento innovador, al contrastar las diferentes ideas y mejorar la toma de decisiones. Las destrezas y habilidades que se fortalecen con el uso de DT, están alineadas con los atributos que la Alianza Internacional de Ingeniería (IEA, por sus siglas en inglés), busca desarrollar en el proceso formativo de los futuros ingenieros y que un programa de estudios que quiera gozar de una acreditación internacional debe demostrar que los contempla. Entre esos atributos están el análisis de problemas y el diseño y desarrollo de soluciones.

Entendiendo el análisis de problemas como la “capacidad para utilizar los conocimientos y habilidades apropiados para identificar, formular, investigar en la literatura, analizar y resolver problemas complejos de Ingeniería, logrando conclusiones sustanciales, utilizando principios de matemáticas, ciencias naturales y ciencias de la Ingeniería” (APPIA, 2020, p. 55). “Diseño/desarrollo

de soluciones: la capacidad para diseñar soluciones para problemas de ingeniería complejos, así como para diseñar sistemas, componentes o procesos que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta las consideraciones apropiadas para la salud pública, la seguridad, los estándares pertinentes, así como los aspectos culturales, sociales, económicos y ambientales” (APPIA, 2020, p. 59).

Un aspecto fundamental en la formación en la ingeniería es la parte de experimentación o la actividad experimental. López (2012) indica que la educación superior, específicamente en ciencia y tecnología comprende una naturaleza experimental que debe de ser considerada dentro de las propuestas pedagógicas utilizadas. Según Arguedas, (2019), los laboratorios remotos (LR) presentan una conjugación tecnológica entre el hardware y el software que a través de Internet permite realizar una actividad experimental de la misma forma que si se estuviera de manera presencial en un laboratorio, manipulando el equipamiento a distancia en cualquier momento o desde cualquier lugar. Los LR son más comunes en la educación en física Arguedas et al., (2019) e ingeniería Ortelt, Haertel y Frye, (2019) y ha aumentado su uso de manera exponencial con la situación de la pandemia provocada por la COVID-19. Los laboratorios virtuales (LV) se basan en lenguajes computacionales que les permiten simular situaciones o reales, pero no se hace uso del equipo real, sino de una representación de la realidad. La utilización de este tipo de laboratorios brinda oportunidades de que el estudiante aumente su autonomía en el trabajo experimental, autorregule su aprendizaje y aumente su seguridad en el momento de enfrentar los equipos, máquinas o personas involucradas en procesos reales. Fortaleciendo la iniciativa, creatividad e innovación en los estudiantes (Aramburu et al., 2020).

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La población a la que se les presentó la metodología fue a los estudiantes de último año de carrera de Ingeniería en Producción Industrial del TEC, que matricularon el grupo 2 de Gestión de la Innovación, durante el II semestre del 2020 y I y II semestre del 2021, para un total de 74 estudiantes en tres periodos lectivos. Como estrategia para el abordaje de la metodología DT, primeramente, se hizo un diagnóstico del conocimiento que tenían los estudiantes de la metodología y posteriormente, en sesiones de clases virtuales se abordó tanto la metodología de DT, así como el uso de herramientas utilizadas en el DT, por medio de ejemplos. Posteriormente, se les presentó una temática o problemática a abordar para la utilización de las herramientas que les permitían abarcar la metodología completa de DT, con el fin de que la problemática fuera cercana a los estudiantes se les ubicó como los posibles usuarios finales. Dada la situación vivida en Costa Rica a partir del mes de abril del 2020, cuando se suspendieron las clases presenciales de todo el sistema educativo en todos los niveles, los estudiantes universitarios del TEC que por su modelo educativo recibían clases presenciales, pasaron a llevar clases virtuales al 100%, con el agravante de que la formación en ingeniería requiere de cursar laboratorios y de realizar trabajo experimental.

Ante este panorama, se les presentó a los estudiantes ejemplos de plataformas que ofertan laboratorios virtuales (LV) y laboratorios remotos (LR) de diferentes temáticas, así como videos con el fin de que los mismo los conocieran y pudieran abordar el desafío de plantear un LV o LR, para cualquier curso o asignatura que comprendiera el programa de estudios de la carrera de Ingeniería en Producción Industrial del TEC. A los estudiantes se les permitió el acceso a la plataforma de la empresa LabsLand de manera gratuita, por medio de las facilidades brindadas por el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED. Se organizó a los estudiantes en grupos de cuatro o cinco integrantes, para experimentar el uso de la herramienta de DT; en sus cinco etapas con la aplicación de instrumentos que se describen a continuación, según una guía ejemplificada facilitada por el profesor.

Para la primera etapa de empatizar u observación se utilizó un mapa de empatía en el que se definió: con quien se va a empatizar, en este caso un estudiante de ingeniería, que necesitan hacer, que ven, que dice, que hacen, que oyen, que piensan y que sienten. Acá, además de completar el mapa de empatía debían definir el nivel de avance del programa de formación que tendría el estudiante, lo cual definiría la posible asignatura a la que se diseñaría un laboratorio virtual o remoto. En la segunda etapa de definir, se utilizó la construcción de un árbol de problemas definiendo en el problema principal causas y efectos, herramienta que se había estudiado con anterioridad con la Metodología de Marco Lógico (Ortegón, 2015).

La etapa de idear se utilizó un SCAMPER que es una generación de cuestionamientos que les ayudan a delimitar la idea a desarrollar por medio de preguntas que abordan: sustituir, combinar, adaptar, modificar, poner otros usos, eliminar, y reformar; las cuales se generan alrededor del problema central definido en la segunda etapa, caracterizando al mismo (MICITT, 2015).

Con la idea clara seleccionada y caracterizada del laboratorio que se diseñaría, se pasó a la etapa de prototipar, por medio de una descripción y representación visual detallada del mismo. Finalmente, para abordar la etapa de evaluar, se presentó la idea o prototipo de laboratorio a personas que no formarían parte del equipo de trabajo proponente, es decir una evaluación por parte de terceros, externos al equipo de trabajo otros estudiantes y profesores no solo de ingeniería en producción industrial, sino de otras ingenierías también. A los cuales se les pidió que emitieran sus opiniones e indicaran de cómo mejorar el producto final prototipado. Cada grupo de estudiantes presentó la idea de laboratorio remoto o virtual diseñado ante el grupo de compañeros del semestre en curso y el profesor a cargo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del diagnóstico inicial de los conocimientos previos de los estudiantes respecto a la metodología de DT, solo un 59% nunca la ha escuchado, y 31% la escuchado mencionar, pero desconocen en que consiste; un 5% la conoce teóricamente y otro 5% la conoce y la ha utilizados, por lo que se pueden concluir que solo el 10% de los estudiantes la conocen en algún grado.

En la aplicación del DT, se conformaron grupos de estudiantes que propusieron el prototipo de las ideas o posibles LR y LV que se podrían desarrollar para apoyar y fortalecer la enseñanza de la ingeniería. En la figura1, se muestra a modo de ejemplo la imagen de algunos de los resultados de las dos primeras etapas del DT, un mapa de empatía y un árbol de problemas.

Dentro de las temáticas planteadas por los estudiantes para el desarrollo de LV o LR están: física, química, ergonomía, metrología, automatización de la manufactura, manejo de máquinas, estudio de costos y estudios de tiempo. En la Tabla 1 se resumen los nombres, la clasificación y objetivos o descripción de algunas de las propuestas de laboratorios.

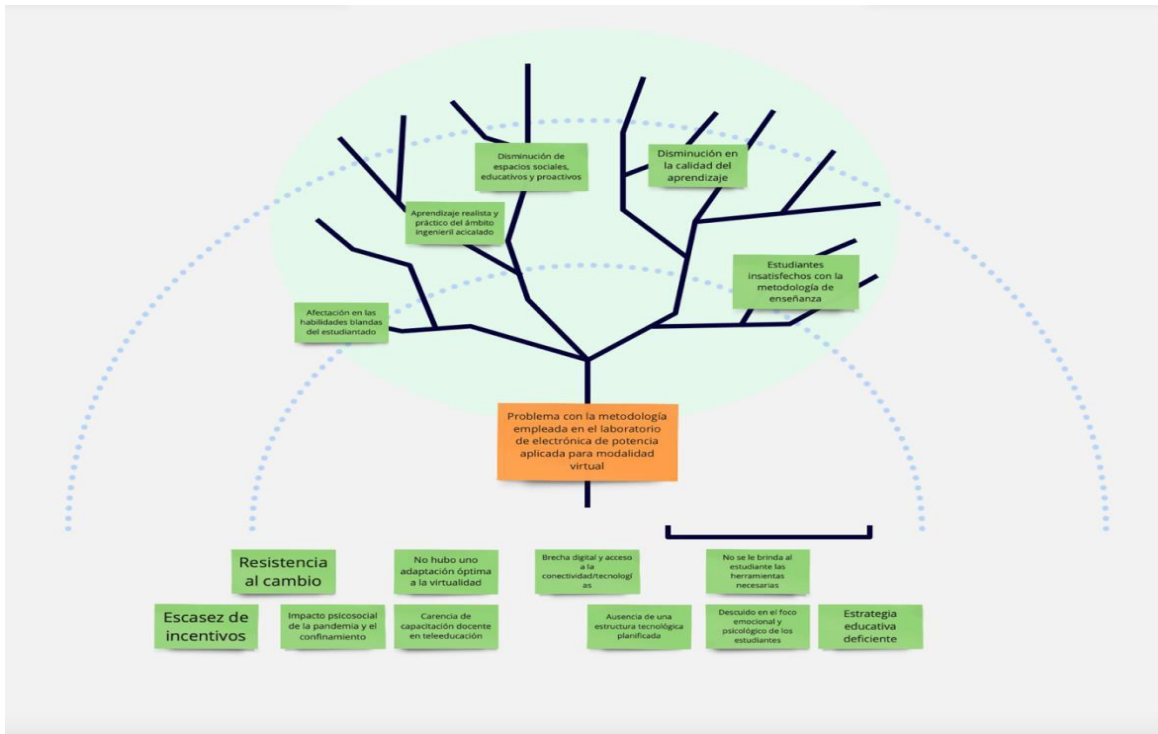
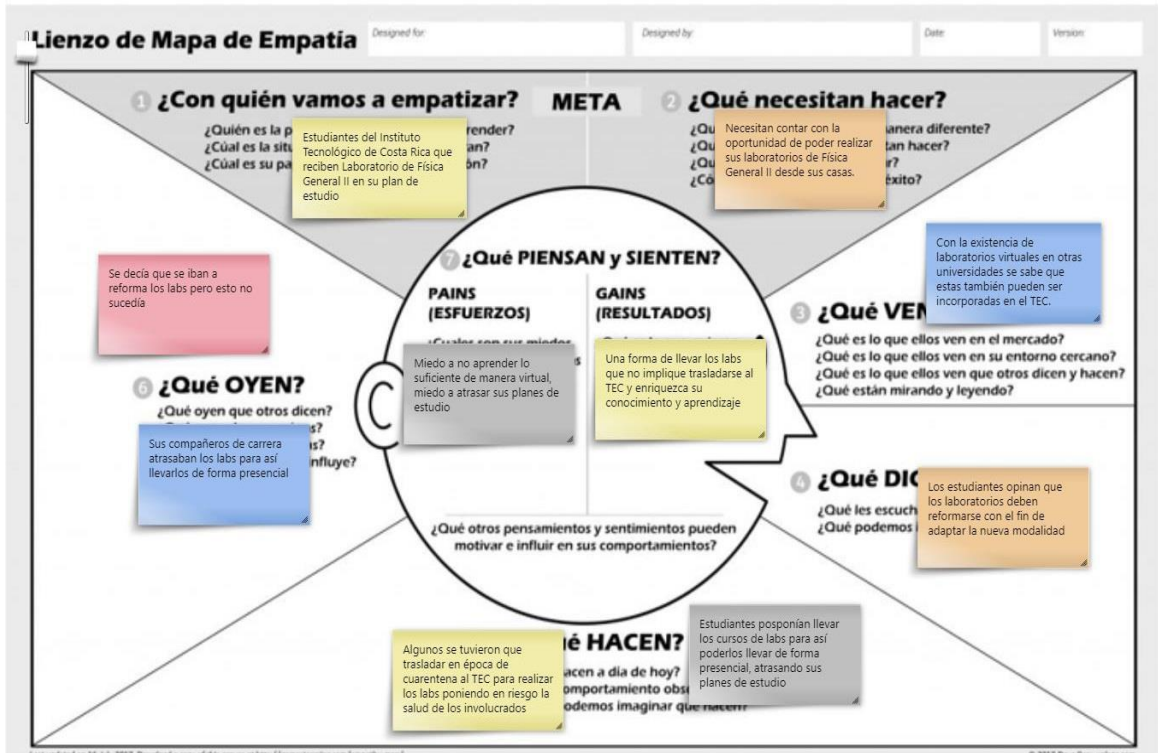


Figura 1 . Ejemplos de resultados de las dos primeras etapas de DT

Tabla 1

Propuestas de Laboratorios diseñadas por los estudiantes.

Nombre del Laboratorio	Clasificación (LV o LR)	Objetivo y/o descripción
Laboratorio de Física General I	LV	Gamificar el estudio de física. Presentar una serie de cuestionamientos o dinámicas como completes, asocies, responder a cuestionamientos, elección única o múltiple, etc; de aspectos teóricos y ejercicios prácticos de física que les permitan a los estudiantes realizar un repaso de los temas por medio de un juego. En donde se acumulen puntos o se ganen posiciones de un ranking u otros premios.
Laboratorio de Estudio del Trabajo 1	LV	Gamificar el estudio del trabajo en el aspecto de ergonomía y eficiencia. Presentar una serie de situaciones a las que se puede enfrentar una persona en un puesto de trabajo definido, en donde los estudiantes seleccionan las condiciones que consideren adecuadas para el confort ergonómico de un hombre o mujer con características definidas, y que potencien la eficiencia en dicho puesto. Por ejemplo, el estudiante debe de definir si debe de estar de pie o sentado, que tipo de calzado, de alfombra o silla debe de utilizar y según sus elecciones se van acumulando un puntaje ponderado que debe de llevar al personaje al máximo confort y eficiencia posible.
Laboratorio de Estudio de Tiempos	LV	Permitir realizar estudios de tiempos y el cálculo de los principales indicadores de tiempos por medio de la utilización de bases de datos o conjuntos de datos de tiempos, localizados en un repositorio debidamente clasificado.
Laboratorio de Metrología. (Instrumentación)	LR	Que el estudiante se familiarice con los principales instrumentos de medición y su uso. Este sería un laboratorio remoto diferido en el que el estudiante va seleccionado el instrumento y realiza los diversos ajustes que requiere para lograr las actividades que les solicite el profesor en la guía.
Laboratorio de Metrología. (Mediciones)	LR	Que el estudiante se familiarice con los principales instrumentos de medición y su uso, según su disposición en el laboratorio de metrología. Este sería un laboratorio remoto diferido en el que el estudiante va seleccionado el instrumento y la muestra a medir según lo solicite la guía de laboratorio, y después el visualiza esa medición en pantalla y la registra en su reporte.

Nombre del Laboratorio	Clasificación (LV o LR)	Objetivo y/o descripción
		Con los datos recolectados por el estudiante debe de realizar un análisis comparativo y la realización de algunos cálculos adicionales como por ejemplo incertidumbres, según se solicite por el profesor en el guía de laboratorio.
Laboratorio de Automatización de Máquinas	LV	Que el estudiante conozca diferentes máquinas y realice posibles maquinados simulados, como si se realizara con las máquinas reales. Considera los simuladores ya existentes de torno, fresadora, botonera y centro de trabajo.
Laboratorio de Automatización de la manufactura	LR	Que el estudiante utilice de manera remota una estación de trabajo o manufactura que se tiene en la universidad para generar una serie de operaciones propias de un proceso de manufactura.

En la etapa de evaluación de los prototipos desarrollados los cuales fueron presentados a otros estudiantes de ingeniería y profesores. Se rescata, una percepción de utilidad y pertinencia, de propuestas innovadoras y aplicables a lo requerido por los estudiantes y profesores en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los evaluadores resaltaron la eliminación o disminución del riesgo físico, cuando hay operación de maquinaria, y la reducción de los posibles daños a las mismas por la falta de experiencia de los estudiantes. Especialmente los comentarios hicieron énfasis en la posibilidad de poder tener acceso en cualquier momento por múltiples estudiantes. Además de la utilidad en la vida cotidiana y profesional, para desarrollar habilidades prácticas en los estudiantes a aplicar en el futuro en las empresas que los contraten, es decir en puestos reales del mercado laboral. Les plantearon aportes como la incorporación de tutoriales y utilización de códigos QR para manuales y enlaces con los fabricantes de los equipos (en los casos que aplicara). Además, de la recomendación que se pueden desarrollar de manera escalable de poder ir incorporando más ejercicios, herramientas, instrumentos, escalas, máquinas, aumentando las bases de datos, etc.

CONCLUSIONES

La metodología DT, permite lograr llevar a la práctica el proceso de investigación acción que según indicaba Del Rio (2021) mejora sustancialmente la docencia, y aunque no existen estrategias que aseguren un 100% el éxito en las aulas esta metodología acerca a los estudiantes con las realidades vividas y les permite fortalecer los atributos y habilidades que ocuparan en su vida profesionales. Es decir, una combinación de los conocimientos adquiridos en las ciencias duras (cuantitativas) y las cualitativas como la imaginación, creatividad, las emociones, el respeto y el convivir en sociedad. Como indicaba Rodríguez (2020) estimula competencias relacionadas con su desarrollo social y personal.

Los estudiantes manifestaron en su retroalimentación que la metodología los motivó y la consideran muy útil en su desarrollo profesional. Los estudiantes lograron plantear LV y LR según su percepción y vivencias como estudiantes de ingeniería. Las propuestas planteadas fueron en su mayoría de

laboratorios virtuales, lo que se puede deber a que los estudiantes están más expuestos a experiencias similares, por medio de aplicaciones y juegos electrónicos en diferentes dispositivos como teléfonos, celulares, tabletas y computadoras personales.

Es relevante destacar que dos de las propuestas incorporan el concepto de “gamificación” o aprendizaje basado en el juego, el cual es una de las tendencias actuales que va cobrando importancia para el desarrollo de la creatividad y de las capacidades STEAM (Ortiz-Colón, 2018). De las personas que evaluaron las ideas propuestas por los estudiantes, en términos generales las consideran útiles y pertinentes por motivos de la pandemia, de costos, de acceso, de repetición, de seguridad, de reforzamiento de conocimientos y de fortalecer la preparación de los estudiantes frente a los posibles escenarios que pueden encontrar en su ejercicio profesional. Esto último, va muy acorde con el incremento del internet de las cosas y el teletrabajo en todos los ámbitos de la economía.

Se espera que la sistematización de esta experiencia permita el desarrollo y puesta en marcha de cada vez más Laboratorios Remotos y Laboratorios Virtuales, que potencien la formación de los futuros profesionales en ingenierías y carreras afines.

AGRADECIMIENTOS

Estudiantes de Ingeniería en Producción Industrial, del Curso de Gestión de la Innovación del TEC que matricularon y participaron activamente en la aplicación de la metodología duran los años 2020-2021.

Carlos Arguedas Matarrita, coordinador del Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED, por permitir el acceso a los estudiantes a la plataforma de LabsLand de manera gratuita.

REFERENCIAS

- Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería y Arquitectura, (2020). Criterios y Procedimientos de Acreditación en Carreras de Ingeniería 2020. Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Recuperado el 12 de julio del 2022 de: <https://aapia.cfia.or.cr/2017/08/01/resultados-de-aprendizaje-atributos-y-la-formacion-en-ingenieriaparte-i/>
- Aramburu Mayoz, C., Da Silva Beraldo, A., Villar-Martinez, A., Rodriguez-Gil, L., Moreira de Souza Seron, W., Oliveira, T., Orduña, P. (2020). FPGA Remote Laboratory: Experience in UPNA and UNIFESP. En: Auer M., May D. (eds) Cross Reality and Data Science in Engineering. REV 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 1231. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_9
- Arguedas-Matarrita, C., Orduña, P., Concari, S., Elizondo, F.U., Rodríguez Gil, L., Hernández, U., Carlos, L.M., Conejo-Villalobos, M., da Silva, J. B., García Zubia, J., et al. (2019). Remote experimentation in the teaching of physics in Costa Rica: First steps. Proceedings of the 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at'19), Madeira, Portugal, 12 al 14 de junio de 2019.
- Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (2018). Encuesta de demanda de capital humano en Costa Rica. Recuperado el 12 de julio del 2022 de: <https://www.cinde.org/es/noticias/cinde-relanzo-sitio-web-para-estudiantes-y-profesionales-con-informacion-relevante-sobre-carreras-de-mayor-demanda>

- Del Río-Fernández, J.L. (2021). Aprender a enseñar en la Universidad. Algunas reflexiones derivadas de un Proyecto de Innovación Educativa desarrollado en la Universidad Nacional de Educación (UNAE). *Revista Complutense de Educación*, 32(2), 171-180.
- González, C. (2015). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 40(2), 2-15. Recuperado el 12 de julio del 2022 de: <http://www.um.es/ead/red/40>
- Institute for the Future (ITF) (2020). "Future Work Skills 2020". Recuperado el 12 de julio del 2022 de: https://legacy.iftf.org/uploads/media/SR-1382A_UPRI_future_work_skills_sm.pdf
- Latorre-Coscolluela, C., Vázquez-Toledo, S., Rodríguez-Martínez, A. y Liesa-Orús, M. (2020). Design Thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22, e28, 1-13. <https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e28.2917>
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Telecomunicaciones Costa Rica (MICITT) (2015). Método Scamper cómo generar ideas. Recuperado el 12 de julio del 2022 de: http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/3172/1/M%C3%A9todo_Scamper.pdf
- Ortegón Edgar, Pacheco Juan Francisco, Adriana Prieto (2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Publicación de las Naciones Unidas. ISSN electrónico 1680-8878
- Ortelt T.R., Haertel T., Frye S. (2020) Remote Labs in Germany—An Overview About Similarities and Variations. In: Auer M., May D. (eds) *Cross Reality and Data Science in Engineering*. REV 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1231. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_11
- Ortiz-Colón Ana-M, Jordán Juan, Agredal Míriam (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, vol. 44, e173773, 2018. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo DOI: 10.1590/S1678-4634201844173773
- Pérez Vera, Yasiel; Gallegos Valdivia, Juan José; Zapata Quentasi, Sandra María; Ccama Yana, Doris Marcela; Choque Apaza, Rosa Elvira (2020). Design Thinking en la Planificación de Pruebas de Software Innovación y Software, vol. 1, núm. 2, 2020, Septiembre-Febrero, pp. 40-51 Universidad La Salle Peru.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>
- Rodríguez Valerio, Daniela (2020) Design Thinking para la docencia universitaria en bibliotecología. *Bibliotecas*. Vol 38, N° 2, julio - diciembre, 2020. EISSN: 1659-3286 URL: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/bibliotecas/index> DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rb.38-2.1>
- Urroz-Osés Ana (2018). Diseño y desarrollo: la innovación responsable mediante el Design Thinking. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación [Ensayos]* N° 69 ISSN 1668-0227

Van de Grift, T., Kroeze, R. (2016). Design thinking as a tool for interdisciplinary education in health care. *Academic Medicine* 21(9). DOI: 10.1097/ACM.0000000000001195