

# Laboratory Program to develop Critical-Technological Capacity in mechatronic engineering students from a university in Lima

Santiago Aliaga-Pinedo, Bachiller en Ingeniería Mecatrónica<sup>1</sup>, Omar Bellido-Valdiviezo, Doctor en Educación<sup>2</sup>, Dora Elías-Martínez, Maestra en Educación con mención en Psicología de la Educación<sup>3</sup>, Cristian Gutiérrez-Ulloa, Doctor en Administración de la Educación<sup>4</sup>, Liz García-Salirrosas, Doctora en Gestión Pública<sup>4</sup>, Favio Roncales-Armas, Maestría en educación con mención en docencia, currículo e investigación<sup>6</sup>, Benito Alayo-Rodríguez, Maestro en Investigación y docencia universitaria<sup>7</sup>

<sup>1,2</sup>Universidad San Ignacio de Loyola, Perú, santiago.aliaga@usil.pe, omar.bellido@epg.usil.pe

<sup>3</sup>Universidad de San Martín de Porres, Perú, deliasm@usmp.pe

<sup>4,5</sup>Universidad Nacional de Trujillo, Perú, cgutierrezu@unitru.edu.pe, lgarcias@unitru.edu.pe

<sup>6</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C21252@utp.edu.pe

<sup>7</sup>Universidad Católica de Trujillo, Perú, alayorodriguezalfredo@gmail.com

*Abstract– Abstract- The objective of this research is to design a laboratory program to improve the critical-technological capacity in students of the introductory course to mechatronic engineering at a university in Lima. A methodology based on an interpretive and socio-critical paradigm was used, with a qualitative approach of applied educational type, descriptive design and cross-sectional study. Instruments such as a semi-structured interview guide, a pedagogical test and a practice guide were used to collect information. The theoretical approach is based on developing critical-technological capacity through the constructivist approach because learning is based on the sum of the student's maturation and experimentation [1]. As a proposal for action, a laboratory program with a cognitive and technological focus was proposed in order to promote critical thinking skills linked to the evaluation, planning and development of engineering projects. Finally, it is concluded that the laboratory program aims to develop critical-technological capacity using the project-based learning method and strengthen students' soft skills.*

*Keywords-- Critical-technological capacity, laboratory program, constructivist approach.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

# Programa de Laboratorio para desarrollar la Capacidad Crítico-Tecnológica en estudiantes de ingeniería mecatrónica de una universidad de Lima

Santiago Aliaga-Pinedo, Bachiller en Ingeniería Mecatrónica<sup>1</sup>, Omar Bellido-Valdiviezo, Doctor en Educación<sup>2</sup>, Dora Elías-Martínez, Maestra en Educación con mención en Psicología de la Educación<sup>3</sup>, Cristian Gutiérrez-Ulloa, Doctor en Administración de la Educación<sup>4</sup>, Liz García-Salirrosas, Doctora en Gestión Pública<sup>4,5</sup>, Favio Roncales-Armas, Maestro en educación con mención en docencia, currículo e investigación<sup>6</sup>, Benito Alayo-Rodríguez, Maestro en Investigación y docencia universitaria<sup>7</sup>

<sup>1,2</sup>Universidad San Ignacio de Loyola, Perú, santiago.aliaga@usil.pe, omar.bellido@epg.usil.pe

<sup>3</sup>Universidad de San Martín de Porres, Perú, deliasm@usmp.pe

<sup>4,5</sup>Universidad Nacional de Trujillo, Perú, cgutierrezu@unitru.edu.pe, lgarcias@unitru.edu.pe

<sup>6</sup>Universidad Tecnológica del Perú, Perú, C21252@utp.edu.pe

<sup>7</sup>Universidad Católica de Trujillo, Perú, alayorodriguezalfredo@gmail.com

**Resumen—** El objetivo de esta investigación es diseñar un programa de laboratorio para mejorar la capacidad crítico-tecnológica en estudiantes del curso de introducción a la ingeniería mecatrónica en una universidad de Lima. Se utilizó una metodología sustentada en un paradigma interpretativo y sociocrítico, con enfoque cualitativo de tipo aplicada educacional, de diseño descriptivo y de estudio de corte transversal. Para la recolección de la información se utilizaron instrumentos como una guía de entrevista semiestructurada, prueba pedagógica y una guía de práctica. El enfoque teórico está basado en desarrollar la capacidad crítico-tecnológica mediante el enfoque constructivista porque el aprendizaje se basa en la sumatoria de la maduración del estudiante y la experimentación [1]. Como propuesta de acción se propuso un programa de laboratorio con enfoque cognitivo y tecnológico con aras de promover las habilidades del pensamiento crítico vinculado a la evaluación, planificación y desarrollo de proyectos de ingeniería. Finalmente, se concluye que el programa de laboratorio tiene como finalidad desarrollar la capacidad crítico-tecnológica usando el método de aprendizaje por proyectos y fortalecer las habilidades blandas de los estudiantes.

**Palabras Clave—** Capacidad crítico-tecnológica, programa de laboratorio, enfoque constructivista.

## I. INTRODUCCIÓN

La práctica pedagógica para alcanzar su configuración actual ha experimentado diversos cambios a lo largo de su trayectoria histórica. Según la investigación realizada en el periodo del Renacimiento ocurrió un cambio significativo en dicha disciplina, la educación pasa de ser exclusivamente del clero y la nobleza a ser parte de la burguesía [2]. En aquella época, se diferenciaban dos tipos de enfoques pedagógicos; por un lado, se encontraba el primer enfoque que se orientaba hacia la formación de personas para un entorno sin cambios; por otro lado, el segundo enfoque estaba orientado a promover el desarrollo de las ciencias

[3].

El proceso de enseñanza-aprendizaje está en constante evolución con el surgimiento de nuevos métodos innovadores para lograr la transmisión correcta del conocimiento. En Perú, recientemente se produjo una transformación importante, migrando de un enfoque que se orienta a objetivos a un enfoque que está centrado en las competencias [3]. Por ello, la evidencia empírica confirma que, en los países de América latina, no existe una asociación entre las habilidades aprendidas en los años de estudio con las habilidades que exige el mundo laboral [4].

En ese sentido, un estudio realizado evidenció que, a pesar de que las instituciones de educación superior tienen la intención de mantener un equilibrio entre la teoría y la práctica, se otorga mayor importancia a la parte teórica. Es por ello por lo que resulta de crucial importancia proponer un programa de laboratorio que esté orientado a potenciar la capacidad crítico-tecnológica de los estudiantes. Esta propuesta podría estimular la curiosidad de los estudiantes, salir de la rutina tradicional de enseñanza y proporcionar habilidades más aplicables para un óptimo desempeño en la sociedad.

Dentro del contexto internacional, en España se realizó un estudio cuyo objetivo fue diseñar y evaluar un programa de enseñanza-aprendizaje que promueva el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, así como también mejorar en la toma de decisiones sobre los aspectos físicos y tecnológicos. Se empleó una metodología mixta, incorporando técnicas como la encuesta, entrevista, la observación y el análisis, y contó con la participación de 130 estudiantes de educación primaria. Los resultados mostraron que existe una gran influencia de la ciencia y la tecnología en la mejora de las capacidades del pensamiento crítico en los estudiantes. Al

respecto, se concluye que la aplicación del programa diseñado favoreció a los sujetos materia de estudio en la mejora de sus conocimientos y habilidades [5].

En ese sentido, la creación de un programa de laboratorio para mejorar la capacidad crítico-tecnológica también aspira a potenciar las habilidades de pensamiento crítico y el uso de la tecnología en una sociedad en constante actualización tecnológica. Este programa tiene dos enfoques principales, el cuidado del medio ambiente y el facilitar la vida cotidiana de las personas [3].

Por otro lado, un estudio realizado en Ecuador estuvo centrado en determinar las causas que interfieren con el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes ecuatorianos. En esta investigación se empleó una metodología cualitativa, teniendo como muestra de cinco docentes ecuatorianos sobresalientes. Los resultados obtenidos indicaron que las disposiciones administrativas de las escuelas generan complejidad, confusiones y limitan el desarrollo del pensamiento crítico. Se concluye que, los docentes que usan y prácticamente metodologías activas para el desarrollo del conocimiento en el estudiante, tienen mejores resultados [6].

Dentro del contexto educativo actual, el uso de las metodologías activas es un recurso comúnmente adoptado por los docentes para el desarrollo de sus clases. Sin embargo, estas clases tienden a ser muy estructuradas para que se pueda cumplir con el plan de estudios del curso, lo que se convierte en una limitante para el docente. Por ello, en la presente investigación se pretende desarrollar un programa de laboratorio con el objetivo de mejorar la capacidad crítico- tecnológica, siendo este el principal objetivo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En esta misma lógica, en una investigación realizada en Colombia cuyo objetivo fue determinar la existencia del pensamiento crítico en estudiantes universitarios. Para realizar dicha investigación usó una metodología cuantitativa, no experimental y transeccional de campo; empleó instrumentos como el cuestionario y su muestra seleccionada fueron los docentes y estudiantes del IV, V, VI semestre. Del análisis de los resultados se dedujo que existen falencias con respecto del pensamiento crítico, pero, se puede mejorar empleando estrategias de capacitación y formación docente. Se llegó a concluir que se pudo explicar el pensamiento crítico en los estudiantes universitarios, pero con falencias; sin embargo, se puede mejorar usando estrategias como el fortalecimiento del liderazgo transformacional y capacitando a los docentes [7].

En la actualidad, el proceso de enseñanza aprendizaje se basa en la creación de vínculos entre el docente y el estudiante, es por ello por lo que el programa de laboratorio se enfoca en poner en práctica del liderazgo transformacional y la resonancia enfocados en mejorar el desempeño y el logro de los objetivos.

Por otro lado, la investigación realizada en universidades públicas de España y América se analizó la

concepción de los docentes universitarios con relación al pensamiento crítico. Aplicó una metodología cuantitativa y cualitativa; empleó instrumentos como el cuestionario de preguntas abiertas y cerradas teniendo como muestra a 230 docentes. Los hallazgos evidenciaron que gran parte de los docentes asocian al pensamiento crítico con el proceso de análisis y razonamiento, otros lo relacionan al cuestionamiento y, muy pocos, lo relacionan con el actuar y el compromiso. Se concluye que, es importante que en los centros de educación haya una univocidad con relación a la concepción de lo que significa el pensar críticamente.

El problema surge en las diferentes concepciones sobre el pensamiento crítico. El programa de laboratorio para mejorar la capacidad crítico-tecnológica en los estudiantes se enfoca en desarrollar integralmente el pensamiento crítico y la capacidad tecnológica, es decir, se pretende que los estudiantes, en una primera instancia, analicen y razonen acerca de la información encontrada; después, comenzar a cuestionarse si es factible o no el desarrollar el proyecto y, al final, puedan actuar con compromiso en el proceso de construcción de este [8].

Por otro lado, la literatura científica enfocada en componentes que forman parte de las Tecnología de la Información (TIC) en el ámbito universitario, así como la influencia que tienen las TIC sobre el pensamiento crítico de los estudiantes concluye que el uso de las TIC tiene un impacto positivo. Sostiene que, con una correcta aplicación de las nuevas tecnologías y el trabajo en equipo, se puede lograr una buena construcción del conocimiento en los estudiantes [9].

Dado que en la actualidad el uso de las TIC ha aumentado de manera exponencial, al desarrollar el programa de laboratorio para mejorar la capacidad crítico-tecnológica en los estudiantes, estas son consideradas un soporte principal para su aprendizaje, así como también uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de prototipos.

En el contexto nacional, se realizó una investigación que tuvo como objetivo mejorar las actitudes y habilidades específicas de los estudiantes del curso de química general en una Universidad de Piura. La muestra seleccionada fueron alumnos entre 16 y 17 años. Se aplicó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como metodología, usando técnicas diferentes como debates, rompecabezas, etc., adaptadas a los temas abordados. Del análisis de los resultados se obtuvo que la metodología utilizada motiva al trabajo en equipo, mejora la comunicación efectiva e incrementa el autoaprendizaje. Asimismo, se mencionó que la implementación del idioma inglés para desarrollar los proyectos contribuía a la comprensión y a la necesidad de interactuar en otros idiomas en una sociedad globalizada [10].

El programa de laboratorio que se propone para mejorar la capacidad crítico-tecnológica de los estudiantes se basa en la metodología de ABP y Aprendizaje Basado

en Proyectos. La propuesta es incentivar a los estudiantes a que analicen los problemas planteados a través de la comunicación con el docente y, a partir de los resultados, evalúen la factibilidad de desarrollar un prototipo que aborde dicha problemática.

Por otro lado, en estudio realizado en una región de la zona andina peruana cuyo objetivo fue investigar la importancia de la práctica de laboratorio, teniendo como muestra a postulantes, estudiantes universitarios y egresados de los diferentes programas de ingeniería. La metodología empleada se basó en experiencias y una adaptación de la metodología de encuestas a estudiantes de ingeniería. Los resultados mostraron que más de 85% de los encuestados consideran de vital importancia de realizar las prácticas de laboratorio, y solo el 1% de los encuestados cree que es irrelevante. Se concluyó que, el 67% de los estudiantes consideraron que las habilidades que no se desarrollen en las prácticas de laboratorio podrían afectar a su desempeño laboral futuro [11].

En este contexto, muchas universidades no consideran las prácticas de laboratorio como uno de los pilares fundamentales del curso de introducción a la ingeniería mecánica. Ante ello, esta investigación se centra en la creación de un programa de laboratorio en el que los estudiantes de primer ciclo puedan comenzar a desarrollar o mejorar sus habilidades de ingeniería y de pensamiento crítico-tecnológico [3].

En la zona norte peruana se realizó otra investigación con el objetivo de potenciar las competencias ingenieriles de los estudiantes. Se optó por usar una metodología activa, teniendo como muestra a los estudiantes del curso de química general de una universidad de Piura. Los resultados mostraron que el uso de una metodología activa es un método riguroso debido a que implica lograr que todos los estudiantes de un grupo trabajen en equipo, puedan interactuar, que todos aporten; además, muchas de las competencias que se pueden lograr empleando este tipo de metodología son requeridas por los empleadores [12].

El trabajo en equipo de una de las habilidades más requeridas por los empleadores. Por ello, es de suma importancia que los estudiantes puedan desarrollar o mejorar esta habilidad desde el inicio de su vida universitaria. Esta investigación no solo busca que los estudiantes desarrollen o mejoren esta habilidad, sino también la escucha activa, la paciencia, la determinación, el respeto, entre otras habilidades [3].

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio de acuerdo con la ruta es de tipo cualitativo y en función al diseño fue del tipo descriptiva, de corte transversal, aplicada y propositiva.

### 2.2. Población, muestra y muestreo

La población de estudio está constituida por 17 personas, 16 estudiantes del I ciclo de una universidad

privada de Lima – Perú de la carrera de ingeniería mecatrónica matriculados en el curso de introducción a la ingeniería mecatrónica y un (01) docente.

### 2.3. Instrumentos de recolección de datos

Los procedimientos para obtener la información siguieron los siguientes pasos: diseño de los instrumentos de evaluación, validación de los instrumentos por expertos de una universidad de Lima, levantamiento de observaciones, elaboración de la versión final de los instrumentos, aplicación de los instrumentos a sujetos de muestra.

En ese sentido, para la recolección de datos se diseñaron tres (03) instrumentos: entrevista semi estructurada, prueba pedagógica y una guía de práctica de la prueba pedagógica.

La entrevista semi estructurada estuvo dirigida al docente y se realizó a través de la plataforma de videoconferencias Zoom.

La prueba pedagógica estuvo dirigida a los estudiantes y fue tomada en dos (02) etapa. La primera etapa se llevó a cabo antes de realizar la guía de práctica y, la segunda etapa, se desarrolló después de haber realizado la guía de práctica.

La guía de práctica de la prueba pedagógica se basa en que los estudiantes deben desarrollar, de manera grupal, el proyecto denominado “casa domótica: control de iluminación por comando de voz”.

### 2.4. Análisis, interpretación y discusión de los resultados por técnicas e instrumentos

Para procesar los datos cualitativos se empleó técnicas de categorización y triangulación de los resultados obtenidos. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de cada instrumento.

#### 1) Entrevista semi estructurada dirigida a docentes:

Con respecto a la subcategoría “pensamiento crítico”, los resultados permiten interpretar que existe el uso de metodologías activas por parte del docente, pero, la limitante es la poca capacidad de pensamiento de los estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, dificultando la correcta interiorización de los conocimientos.

Con relación a la subcategoría “manejo de las TIC”, los resultados demostraron que la falta de implementar estrategias para mejorar la retención de información tecnológica actualizada en los docentes puede generar retrasos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, con respecto a la subcategoría “ofimática”, los resultados permiten interpretar que los programas ofimáticos básicos se usan en contextos sumamente específicos y el no manejarlos o manejarlos excesivamente, implica un retraso en el aprendizaje del estudiante.

#### 2) Prueba pedagógica – Primera etapa

La mayoría de los estudiantes presentaron

problemas al resolver la evaluación previa. Gracias a los resultados obtenidos se pudo interpretar que los estudiantes no emplean el razonamiento para plantear adecuadamente la problemática por falta de costumbre. Sin embargo, los estudiantes demuestran predisposición al aprendizaje, siendo una de sus fortalezas el aprendizaje autónomo. Ante ello, la prueba pedagógica incentivó a que los estudiantes no se conformen con su conocimiento actual, sino que pueden ser artífices de su propio aprendizaje.

Asimismo, los estudiantes tienen diferentes puntos de vista con respecto al cómo desarrollar el prototipo de la guía de práctica, algunos estudiantes se limitan a analizar la problemática y tratar de resolverla, y otros estudiantes esperan seguir indicaciones.

Por otro lado, gracias al instrumento “guía de práctica” se pudo dar camino a demostrar que la investigación es un complemento fundamental para desarrollar el prototipo. Por ende, al realizar la investigación los estudiantes usaron las TIC y programas ofimáticos como soporte de enseñanza en el proceso de desarrollo y presentación del prototipo.

### 3) Prueba pedagógica – Segunda etapa

Esta segunda etapa fue más sencilla de desarrollar por parte de los estudiantes porque ya se había realizado el prototipo denominado “casa domótica”; asimismo, del análisis de los resultados se pudo verificar que existen similitudes con las respuestas de la primera etapa.

De acuerdo con los resultados, los estudiantes tienen conocimiento que la investigación eficaz es importante para desarrollar proyectos en ingeniería; no obstante, su principal fuente de evidencia es la vida cotidiana y el método de validación es la prueba y el error.

Asimismo, para desarrollar la guía de práctica de la prueba pedagógica, el uso de las TIC fue la fuente más usada e importante donde los estudiantes pudieron encontrar respuestas a sus interrogantes. Por otro lado, los estudiantes no aprovechan todas las facilidades que los programas ofimáticos pueden brindar para realizar sus presentaciones.

Además, debido al tiempo limitado de cada clase para desarrollar el prototipo, el alumnado no vio la necesidad de cuestionar el porqué de los materiales usados en el proyecto; sin embargo, el desarrollar la guía de práctica incentivó a los estudiantes a pensar de manera crítica y reflexiva sobre las acciones que se tenían que realizar para completar con éxito el prototipo.

### 4) Guía de Práctica de la Prueba Pedagógica

Para el desarrollo de la guía de práctica se tuvo

el apoyo del director de la escuela de ingeniería mecatrónica y del asistente coordinador. Se obtuvieron las autorizaciones necesarias para usar el laboratorio especializado del campus y usar 45 minutos de las clases de teoría del curso de introducción a la ingeniería mecatrónica. Para la elaboración del prototipo se desarrollaron clases de una (01) hora en el laboratorio especializado, en el cual se transmitían conocimientos teóricos mediante ejemplos prácticos (figura 1 y 2) con el objetivo de esclarecer a los estudiantes el proceso de construcción del proyecto. El segundo día, se desarrollaban clases de 45 minutos debido a que el objetivo fue que los estudiantes presenten los avances del proyecto y orientarlos con respecto de las dudas que presentaban.

La presentación de los prototipos se llevó a cabo durante dos (02) semanas, las cuales fueron desarrolladas los viernes con la finalidad de que el docente principal pueda observar los prototipos finales y evaluar la presentación (figura 3, 4 y 5).



Fig. 1 Uso del laboratorio de la Universidad para desarrollar las clases tóricas prácticas.

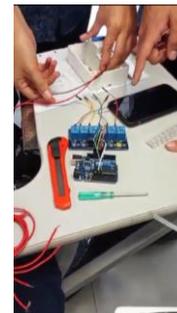


Fig. 2 Explicación teórica-práctica sobre el conexionado eléctrico-electrónico método 1.



Fig. 3 Presentación del prototipo del grupo 1.



Fig. 4 Presentación del prototipo del grupo 2.



Fig. 5 Presentación del prototipo desarrollado por el grupo 3.

### III. MODELACIÓN DE LA PROPUESTA

El programa de laboratorio para desarrollar la capacidad crítico-tecnológica se basa en un enfoque de aprendizaje dinámico y colaborativo (constructivista), en el cual los estudiantes y docentes trabajan en equipo para desarrollar prototipos compartiendo métodos y estrategias para la correcta implementación de proyectos en ingeniería. Asimismo, en el programa de laboratorio se incluyen sesiones donde se abordan aspectos conceptuales y procedimentales que contribuyen al desarrollo de proyectos. En ese sentido, para desarrollar el programa de laboratorio se utiliza el enfoque constructivista, donde el sujeto que aprende es un constructor eficaz de significado gracias a la constante interacción con su entorno [13].

Asimismo, el programa de laboratorio utiliza softwares de diseño y simulación para permitir a los estudiantes adentrarse al mundo de la virtualidad, en donde los estudiantes podrán evaluar diferentes soluciones, analizar sus implicancias y realizar ajustes según lo necesario [14].

Además, el implementar un programa de laboratorio con un enfoque cognitivo y tecnológico asegura que el conocimiento generado y adquirido sea preservado, compartido y utilizado de manera efectiva, fortaleciendo así las habilidades del pensamiento crítico en la evaluación, planificación y desarrollo de proyectos de ingeniería [15].

Es así como, el programa de laboratorio busca desarrollar y mejorar la capacidad crítico-tecnológica en los estudiantes, proporcionando herramientas, métodos y estrategias que promueven el desarrollo de habilidades tecnológicas a través de la activación del pensamiento crítico. La propuesta metodológica del programa de laboratorio tiene como objetivo el mejorar las capacidades críticas y tecnológicas de los estudiantes mediante la identificación de problemas y la generación de alternativas de solución teniendo en cuenta la ética, la sociedad y el medio ambiente. Todo esto ocurre en un

ambiente especial que promueve el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la escucha activa y otras habilidades sociales (figura 6), fortaleciendo las competencias de aprendizaje esperadas en los estudiantes para un mejor desempeño laboral y académico.



Fig. 6 Desarrollo de trabajo colaborativo interdisciplinar con la carrera de Arquitectura.

### 3.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta del programa de laboratorio propuesta consta de cuatro (04) fases de desarrollo. A continuación, se presenta la tabla 1 donde se detallada cada una de las fases propuestas.

TABLA I  
FASES DEL PROCESO PLANTEADO PARA LA PROPUESTA DE PROGRAMA DE LABORATORIO

Fases	Descripción	Objetivos	Acciones/Alternativas	Seguimiento/Control	Resultados
Fase 1: Programación	En la fase de programación, se analiza la carga horaria y la frecuencia semanal en la que se desarrollará el programa de laboratorio, lo cual representa el principal desafío para la elaboración de la propuesta. Además, se lleva a cabo la planificación de las sesiones de los módulos y se realiza la creación de la publicidad.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizar la carga horaria del programa de laboratorio.</li> <li>2. Determinar el número de días por semana en que el laboratorio estará disponible.</li> <li>3. Diseñar cada módulo del programa.</li> <li>4. Crear la estrategia de publicidad para el programa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los horarios y fechas de implementación del programa.</li> <li>2. Diseñar las sesiones de aprendizaje del programa.</li> <li>3. Crear las guías para los proyectos que se desarrollarán.</li> <li>4. Seleccionar los materiales complementarios necesarios para el desarrollo de las sesiones.</li> <li>5. Diseñar las rúbricas de evaluación para medir el rendimiento y los resultados obtenidos.</li> <li>6. Crear las fichas de observación para el seguimiento y evaluación continua del programa y de los estudiantes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentar las sesiones, las guías de proyectos y los materiales complementarios en la fecha estipulada.</li> </ol>	Se logró una implementación exitosa del programa de laboratorio, sin incidencias de conflictos de horario ni excedentes en el aforo. La coordinación eficaz permitió que todas las sesiones se ejecutaran según lo planeado, cumpliendo con los lineamientos establecidos.
Fase 2: Ejecución	En la fase de ejecución, se pone en marcha el programa de laboratorio con el objetivo de desarrollar las capacidades de los estudiantes.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Asegurar el desarrollo adecuado de los módulos del programa.</li> <li>2. Realizar la presentación de los proyectos elaborados.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitorear el desarrollo de las sesiones de aprendizaje.</li> <li>2. Distribuir los materiales complementarios a los participantes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar el estado del proyecto correspondiente a cada módulo.</li> <li>2. Realizar la verificación y análisis de las rúbricas de evaluación.</li> <li>3. Comprobar y analizar las fichas de evaluación recopiladas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación de los proyectos propuestos en cada módulo.</li> <li>2. Desarrollo y mejora de la capacidad crítica-tecnológica de los estudiantes.</li> <li>3. Mejora de las habilidades sociales de los estudiantes.</li> <li>4. Progreso en la Elaboración del contenido de los informes.</li> </ol>
Fase 3: Verificación	Durante la fase de verificación, se realiza una evaluación de los objetivos conseguidos, además de proporcionar una retroalimentación con relación al programa.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar oportunidades de mejora en el programa.</li> <li>2. Optimizar los procesos relacionados con la implementación y ejecución del programa.</li> <li>3. Mejorar el diseño y contenido de los módulos del programa.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar los objetivos alcanzados en cada módulo del programa.</li> <li>2. Interpretar las fichas de observación recopiladas durante cada sesión.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar un informe que detalle los objetivos cumplidos, los resultados obtenidos de las fichas de observación y los problemas presentados en cada módulo del programa.</li> </ol>	Identificación de los puntos fuertes y débiles del programa de laboratorio.
Fase 4: Mejora	La fase de mejora es esencial; en ella se procura abordar las observaciones recibidas, optimizar el diseño de las sesiones, incorporar temáticas de actualidad y perfeccionar la Metodología de enseñanza.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actualizar el contenido informativo de las sesiones.</li> <li>2. Optimizar la estructura y el desarrollo de las sesiones.</li> <li>3. Optimizar el uso del tiempo durante las sesiones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un análisis de los datos obtenidos de los resultados y de los problemas presentados, descritos en el informe, para la identificación de fortalezas y debilidades.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Socializar propuestas de mejoras basadas en los resultados y observaciones obtenidas durante la implementación del programa.</li> </ol>	Mejora continua del programa de laboratorio.

En ese sentido, la propuesta planteada consta de cuatro (04) módulos concebidos bajo la estrategia de aprendizaje por proyectos. A continuación, se presenta las tablas 2, 3, 4 y 5 con los módulos propuestos y su respectiva carga horaria.

TABLA II  
MÓDULO 1 Y CARGA HORARIA

Denominación	Estrategia	Sesiones	Horas
Módulo 1: Desarrollo de un Carrito Chocón	Aprendizaje basado en proyectos Guía práctica Investigación y análisis crítico	S1. Base de datos académicas y pensamiento crítico	20
		S2. Fases de un proyecto de Ingeniería.	8
		S3. Práctica de soldadura electrónica	8
		S4. Desarrollo del proyecto "Carrito Chocón"	12
Total			48

TABLA III  
MÓDULO 2 Y CARGA HORARIA

Denominación	Estrategia	Sesiones	Horas
Módulo 2: Desarrollo de un Theo Jansen	Aprendizaje basado en proyectos Guía práctica Investigación y análisis crítico	S1. Bases de datos académicas e introducción a los mecanismos	20
		S2. Mecanismos y Desarrollo del Proyecto	8
		S3. Introducción al desarrollo del proyecto "Theo Jansen"	8
		S4. Desarrollo del proyecto "Theo Jansen"	12
Total			48

TABLA IV  
MÓDULO 3 Y CARGA HORARIA

Denominación	Estrategia	Sesiones	Horas
Módulo 3: Desarrollo de una Casa Domótica	Aprendizaje basado en proyectos Guía práctica Investigación y análisis crítico	S1. Búsqueda en las bases de datos académicas – Domótica	20
		S2. La Domótica – Desarrollo del Proyecto	8
		S3. Introducción al desarrollo del proyecto "Casa Domótica"	8
		S4. Desarrollo del proyecto "Casa Domótica"	12
Total			48

TABLA V  
MÓDULO 4 Y CARGA HORARIA

Denominación	Estrategia	Sesiones	Horas
Módulo 4: Desarrollo de un Battlebot	Aprendizaje basado en proyectos Guía práctica Investigación y análisis crítico	S1. Búsqueda en las bases de datos académicas – Robótica	20
		S2. La Robótica – Desarrollo del Proyecto	8
		S3. Introducción al desarrollo del proyecto "Battlebot"	8
		S4. Desarrollo del proyecto "Battlebot"	12
Total			48

#### IV. CONCLUSIONES

Los fundamentos teóricos que delinear las estrategias formativas centradas en la elaboración de proyectos tecnológicos de ingeniería para desarrollar la capacidad crítica-tecnológica en los estudiantes se basan en la filosofía del descubrimiento y la filosofía Kantiana. En este contexto, el pensamiento crítico implica hacer el descubrimiento de el "quién", "qué", "cuándo", "dónde" y "cómo" de las cosas [16]. Por otro lado, [17] en su cita a Immanuel Kant, menciona que la crítica es el camino por el cual el pensamiento y el conocimiento puede optimizarse y seguir avanzando.

Con respecto al estado actual de la capacidad crítico-tecnológica en los estudiantes, se utilizaron diversos instrumentos para recopilar información y realizar la triangulación de datos con el objetivo de determinar el diagnóstico. Se identificaron las categorías emergentes: la didáctica en la práctica pedagógica promueve el desarrollo de la capacidad de análisis y reflexión; necesidad de reforzar las capacitaciones con respecto al uso de las TIC en docentes y estudiantes y, promover el uso de los programas ofimáticos básicos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La propuesta de programa de laboratorio se basa en aspectos teóricos, metodológicos y prácticos. Desde la perspectiva pedagógica, el enfoque constructivista, sustentada por Piaget, se caracteriza por concebir el aprendizaje como un proceso de construcción que se produce a través de la interacción con un entorno sociocultura; es decir, el sujeto que aprende es un constructor eficaz de significado gracias a la constante interacción con su entorno (Piaget, citada en [13]). En el ámbito tecnológico, el uso de softwares de diseño y simulación permiten crear un entorno de trabajo realista en el cual los estudiantes pueden evaluar diferentes soluciones, analizar sus implicancias y realizar los ajustes necesarios [14]. Asimismo, el uso de equipamiento de prototipado rápido permite a los estudiantes evaluar de

manera práctica las soluciones propuestas y facilita la iteración y mejora continua [18].

En ese sentido, la propuesta de programa de laboratorio, que también fue usada como parte de la metodología de esta investigación, pudo motivar a los estudiantes, de manera indirecta, a pensar de manera analítica sobre los materiales que deberían de utilizar para la construcción del prototipo; además, motivó a los estudiantes a tener curiosidad de ir más allá de lo planteado por el presente investigador, donde lograron presentar el prototipo dibujado a mano con las vistas isométricas (figura 3), así como también incentivó a que los estudiantes puedan trabajar de manera interdisciplinaria con estudiantes de la carrera de Arquitectura (figura 6), desarrollando sus habilidades sociales y blandas.

Es así como la propuesta de programa de laboratorio cumple no solamente con estimular el pensamiento crítico-tecnológico, sino también ayuda, orienta y motiva a los estudiantes a salir de la zona de confort y probar nuevas cosas, así como también pone en práctica las habilidades más demandadas por la sociedad.

Finalmente, gracias a la presente investigación se pudo identificar que la implementación de un programa de laboratorio no solo aplica a la carrera de ingeniería mecatrónica, sino que también puede ser aplicado en las diferentes carreras que ofrecen las universidades.

#### AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional; a mi asesor, por su guía constante y conocimiento compartido, y a la Universidad San Ignacio de Loyola que me ha brindado las herramientas necesarias para lograr el término de la investigación.

#### REFERENCIAS

[1] J. Piaget, «La teoría de Piaget», *Infancia y Aprendizaje*, vol. 4, n.º sup2, pp. 13-54, ene. 1981, doi: 10.1080/02103702.1981.10821902.

[2] B. Mena, «Pedagogía, sociedad y crisis educativa. Un proceso a la escuela del siglo XX», p. 21, 1991, doi: <https://doi.org/10.14201/3252>.

[3] S. Aliaga, O. Bellido, H. Moreno, L. Calderón, y L. Rojas, *LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN AMÉRICA LATINA*, Primera., vol. 22. Colombia: EIDEC, 2023. doi: 10.34893/Y7931-4657-0003-P.

[4] Banco de Desarrollo de América Latina, *Agenda Educativa 2018-2022*. 2018. Accedido: 14 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://cafsciotea.azurewebsites.net/handle/123456789/1212>

[5] V. Ortega, C. Gil, y C. Vallés, «Decisiones científico-tecnológicas y equilibrios en la ciencia y la tecnología. Una propuesta basada en el desarrollo del

pensamiento», *IENCI*, vol. 27, n.º 1, p. 223, may 2022, doi: 10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p223.

[6] M. López, E. Moreno, F. Uyaguari, y M. Barrera, «El desarrollo del pensamiento crítico: Un reto para la educación ecuatoriana», nov. 2021, doi: 10.5281/ZENODO.5656092.

[7] E. Steffens, D. D. C. Ojeda, J. Martínez, H. Hernández, y Y. Moronta, «Presencia del pensamiento crítico en estudiantes de educación superior de la Costa Caribe Colombiana», *Revista ESPACIOS*, vol. 39, n.º 30, jul. 2018, Accedido: 14 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n30/18393001.html>

[8] M. Bezanilla, M. Poblete, D. Fernández, S. Arranz, y L. Campo, «El Pensamiento Crítico desde la Perspectiva de los Docentes Universitarios», *Estud. pedagóg.*, vol. 44, n.º 1, pp. 89-113, 2018, doi: 10.4067/S0718-07052018000100089.

[9] M. Godoy y K. Calero, «Pensamiento crítico y tecnología en la educación universitaria. Una aproximación teórica», p. 6, 2018.

[10] M. Cañas, «Metodología activa y las competencias ingenieriles», en *Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities"*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2019. doi: 10.18687/LACCEI2019.1.1.200.

[11] J. Pineda, D. Coaquira, L. Coaquira, D. De La Cruz, y M. Jara, «Importance of laboratory work on the teach and learn process in engineering», en *2020 IEEE International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT)*, Arequipa, Peru: IEEE, nov. 2020, pp. 1-6. doi: 10.1109/ICACIT50253.2020.9277674.

[12] M. Cañas, «Metodología activa en química para Ingeniería: aprendizaje, trabajo en equipo y comunicación efectiva», en *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Based Economy"*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2020. doi: 10.18687/LACCEI2020.1.1.98.

[13] J. Trilla et al., *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI*. España: Graó, 2009. Accedido: 30 de julio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PPDQ/article/view/1413>

- [14] Z. Cataldi, F. Lage, y C. Dominighini, «Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza», vol. 10, 2013.
- [15] I. Nonaka y H. Takeuchi, *The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, 1995.
- [16] B. Hooks, «Enseñar pensamiento crítico», p. 167, 2009.
- [17] L. Morales, «El pensamiento crítico en la teoría educativa contemporánea / Critical thinking in contemporary educational theory», *Act. Inv. en Educ.*, vol. 14, n.º 2, may 2014, doi: 10.15517/aie.v14i2.14833.
- [18] J. Horvath y R. Cameron, *Mastering 3D Printing*. Berkeley, CA: Apress, 2014. doi: 10.1007/978-1-4842-0025-4.
- [19] S. Covey, *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva: la revolución ética en la vida cotidiana y en la empresa*. Buenos Aires: Paidós, 2003.