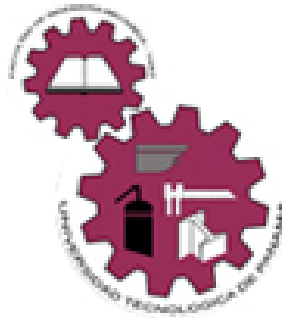




UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
CENTRO REGIONAL DE VERAGAUS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) y la utilización del Sílabo CDIO para vincular las clases de Ciencias de los Materiales con aplicaciones del mundo real

Innovación Educativa N°

Autor:

Dr. Alexis Tejedor De León

Julio 2026

Tabla de Contenido

1. Introducción
2. Antecedentes y fundamentación
3. Objetivo de la innovación
4. Descripción de la metodología ABPr + CDIO
 - 4.1 Fase de concepción
 - 4.2 Fase de diseño
 - 4.3 Fase de implementación
 - 4.4 Fase de operación
5. Resultados alcanzados
6. Impacto de la innovación educativa
7. Características de la innovación
8. Conclusiones
9. Recomendaciones
10. Referencias y evidencias
11. Anexos



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DE PANAMÁ

Apdo. 0819-07289
Panamá, República de Panamá
Teléfono: (507) 560-3000
Sitio web: utp.ac.pa

Vicerrectoría Académica
Dirección de Innovación y Tecnología Educativa

El suscrito, Director de Innovación y Tecnología Educativa

CERTIFICA

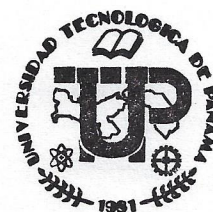
Que **Alexis Tejedor**, con cédula de identidad personal 9-107-1697, docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica, Centro Regional de Veraguas, realizó la innovación educativa titulada:

Modelo de Aprendizaje Basado en Proyectos con enfoque CDIO para la enseñanza contextualizada de Ciencia de los Materiales

Registrada en el 2do. Semestre de 2025, con el código de registro 2025-2-004, según consta en el Registro Institucional de Innovaciones Educativas.

Atentamente,

Ing. Víctor Fuentes T.
Director



**Dirección Nacional de Innovación
y Tecnología Educativa**

Dado en el Campus Universitario Dr. Víctor Levi Sasso, a los veinticuatro (24) días del mes de julio de dos mil veintiséis.

1. Introducción.

La formación de ingenieros enfrenta el desafío permanente de conectar los conocimientos teóricos impartidos en el aula con las necesidades y problemas del entorno profesional. En respuesta a esta necesidad, la asignatura Ciencia de los Materiales, impartida en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Panamá, implementó una innovación educativa basada en la integración del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) y la iniciativa CDIO (*Conceive, Design, Implement, Operate*).

Esta experiencia tuvo como propósito promover un aprendizaje activo, significativo y contextualizado, permitiendo a los estudiantes en la asignatura Ciencias de los Materiales del Centro Regional de Veraguas, aplicar conocimientos científicos y tecnológicos mediante el desarrollo de proyectos vinculados con situaciones reales de la ingeniería. La metodología aplicada contribuyó al fortalecimiento de competencias técnicas, analíticas, investigativas y de resolución de problemas, favoreciendo una formación integral del futuro profesional.

2. Antecedentes y fundamentación.

La iniciativa CDIO surgió como una propuesta internacional para modernizar la educación en ingeniería, estableciendo que los egresados deben ser capaces de concebir, diseñar, implementar y operar sistemas y productos de ingeniería en contextos reales.

Complementariamente, el Aprendizaje Basado en Proyectos constituye una metodología activa centrada en el estudiante, orientada a la solución de problemas auténticos mediante el desarrollo de proyectos que integran conocimientos, habilidades y actitudes.

La combinación de ambas estrategias permitió transformar la experiencia educativa en Ciencia de los Materiales, facilitando la vinculación entre teoría y práctica y fortaleciendo competencias profesionales en contextos de trabajo colaborativo e investigación aplicada.

3. Objetivo de la innovación.

Permitir la vinculación de los contenidos de la asignatura Ciencias de los Materiales con aplicaciones del mundo real, promoviendo el desarrollo de competencias técnicas, analíticas y de resolución de problemas en los estudiantes mediante la integración de experiencias de aprendizaje basadas en proyectos contextualizados.

4. Descripción de la metodología ABPr + CDIO.

La innovación educativa fue desarrollada mediante cuatro fases fundamentales:

4.1 Fase de concepción (*Conceive*).

Los estudiantes identifican el problema a resolver, determinan los objetivos del proyecto, seleccionan materiales apropiados y elaboran una planificación de actividades y recursos. Esta etapa promueve la capacidad analítica, la toma de decisiones y la gestión de información.

4.2 Fase de diseño (*Design*).

Los equipos elaboran propuestas de solución, realizan diseños preliminares y seleccionan procesos de manufactura adecuados considerando las propiedades de los materiales. Se fomenta la creatividad y la integración de conocimientos técnicos.

4.3 Fase de implementación (*Implement*).

Los estudiantes ejecutan el proyecto mediante actividades prácticas tales como:

- Selección y preparación de materiales.
- Aplicación de tratamientos a materiales.
- Construcción de prototipos.
- Experimentación y validación técnica.

Esta etapa fortalece el razonamiento ingenieril y la resolución de problemas en situaciones reales.

4.4 Fase de operación (*Operate*).

Los productos desarrollados son presentados y socializados en eventos académicos. Asimismo, se realiza la documentación y difusión de los resultados, promoviendo la comunicación efectiva, el pensamiento crítico y la reflexión sobre el aprendizaje alcanzado.

En síntesis, la implementación del enfoque CDIO, articulado con el Aprendizaje Basado en Proyectos, permite estructurar el proceso formativo en torno a la experiencia práctica, donde los estudiantes conciben, diseñan, implementan y operan una solución real. Esta metodología favorece la vinculación efectiva entre teoría y práctica, fortaleciendo la formación integral del futuro ingeniero como se esquematiza en la figura a continuación.

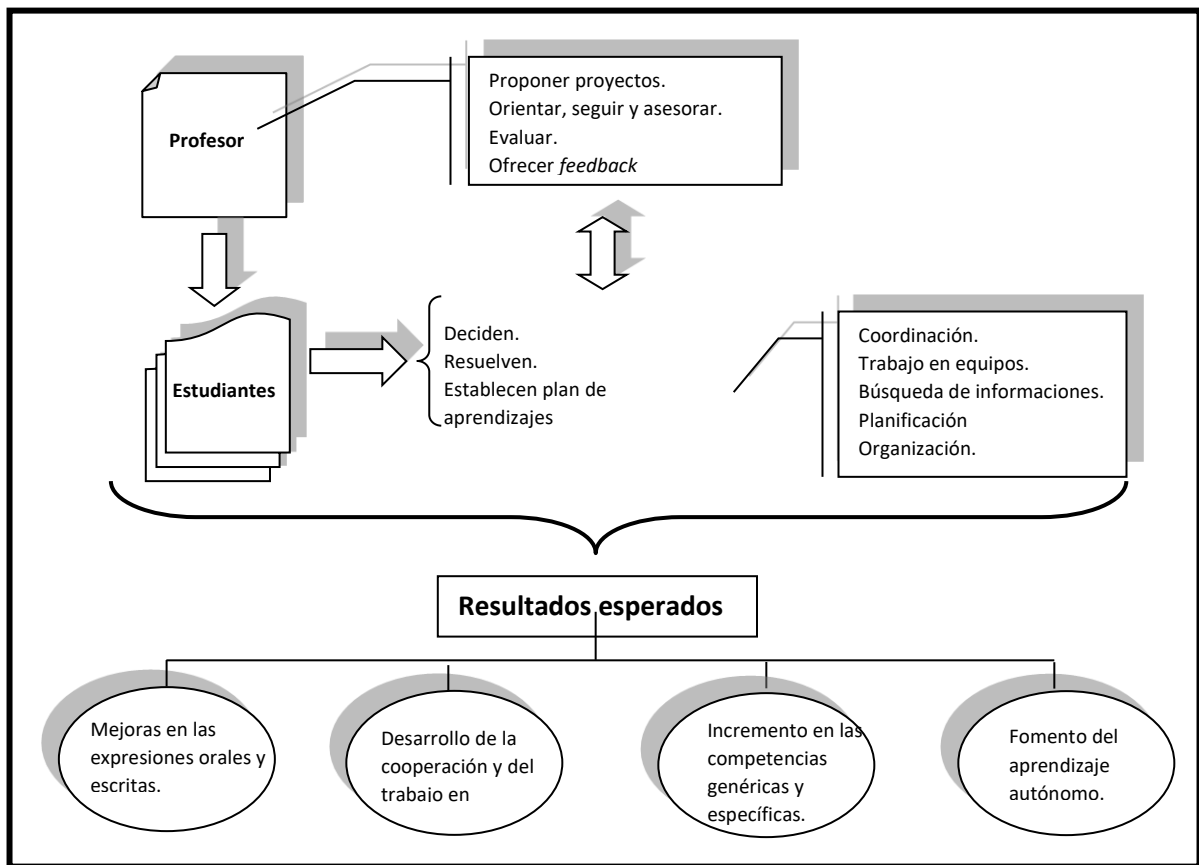


Figura 1 Esquematización de los roles de los stakeholders en la metodología del aprendizaje basado en proyectos y principales resultados esperados.

5. Resultados alcanzados.

La implementación del modelo ABPr + CDIO permitió:

- Integrar conocimientos teóricos y prácticos mediante proyectos reales.
- Aplicar ciencias básicas y conocimientos especializados de ingeniería.
- Desarrollar competencias de experimentación y razonamiento ingenieril.
- Fortalecer el pensamiento crítico y creativo.
- Mejorar las habilidades de comunicación oral y escrita.
- Incrementar las capacidades para el trabajo colaborativo.
- Promover la investigación y el aprendizaje autónomo.
- Fomentar valores éticos y responsabilidad social profesional

Adicionalmente, los resultados obtenidos han sido divulgados mediante conferencias, artículos científicos, capítulos de libros y eventos académicos nacionales e internacionales.

6. Impacto de la innovación educativa.

La experiencia desarrollada evidencia un impacto positivo en la formación de ingenieros al permitir que el estudiante:

- Comprenda mejor la aplicación práctica de los contenidos.
- Adquiera experiencia en el desarrollo de soluciones reales.
- Fortalezca competencias profesionales demandadas por el mercado laboral.
- Desarrolle capacidades de innovación e investigación.
- Participe activamente en la construcción de su propio aprendizaje.

La innovación también ha contribuido a fortalecer la cultura investigativa institucional mediante la participación en Jornadas de Iniciación Científica (JIC), encuentros internacionales y publicaciones arbitradas.

7. Características de la innovación.

Sostenibilidad.

La metodología puede mantenerse en el tiempo utilizando los recursos institucionales disponibles, sin depender de financiamiento extraordinario.

Transferibilidad.

Puede aplicarse en otras asignaturas de ingeniería y áreas afines debido a su estructura flexible basada en competencias y proyectos reales.

Eficacia.

Demuestra mejoras en el desarrollo de competencias técnicas, investigativas y transversales asociadas a la formación profesional.

Eficiencia.

Permite alcanzar múltiples resultados de aprendizaje mediante una experiencia integrada de proyecto, optimizando el tiempo y los recursos educativos.

8. Conclusiones.

1. La metodología fortaleció competencias técnicas, analíticas, investigativas y de resolución de problemas requeridas en la formación de ingenieros.

2. La integración del Aprendizaje Basado en Proyectos y el enfoque CDIO permitió vincular de manera efectiva los contenidos de Ciencia de los Materiales con aplicaciones reales de ingeniería.
3. El modelo ABPr + CDIO promovió el aprendizaje autónomo, el trabajo colaborativo y el desarrollo del pensamiento crítico y creativo.
4. La divulgación de resultados mediante publicaciones, eventos y conferencias constituye evidencia de la efectividad y pertinencia de la innovación educativa implementada.

9. Recomendaciones.

- Extender la implementación de la metodología ABPr + CDIO a otras asignaturas.
- Fortalecer la capacitación docente en metodologías activas.
- Incrementar la vinculación con empresas y organizaciones del entorno.
- Continuar sistematizando evidencias para medir impacto y mejora continua.
- Promover la participación estudiantil en congresos y eventos científicos nacionales e internacionales.

10. Referencias y evidencias

Conferencias y eventos

- <https://conecto.senacyt.gob.pa/conecto/display/n86949>
- <https://alexistejedor.org/tag/jic/>
- <https://alexistejedor.org/tag/iniciacion-cientifica/>

Publicaciones científicas

- <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9481772.pdf>
- DOI: 10.1109/WEEF-GEDC66748.2025.11256361
- <https://alexistejedor.org/publicaciones/>

Documentos CDIO

- http://www.alexistejedor.org/congreso/El_Silabo_CDIO_v1.pdf

Capítulos de Libro

- <https://www.uhipocrates.edu.mx/bibliotecavirtual/Modelos-Educativos-Innovadores.pdf>

Evidencias de investigación formativa

- <https://e-spacio.uned.es/bitstreams/5d4e3a0c-13da-4f40-9dc9-0a92b2474d90/download>
- <https://orcid.org/0000-0002-0918-1026>

11. Anexos

Anexo A. Instrumento de Evaluación CDIO

Se adjunta como evidencia el instrumento de percepción estudiantil basado en el Mapeo con el Sílabo CDIO de Ciencia de los Materiales, estructurado en dos grupos:

Grupo I. Escala de Percepciones según Expectativas Logradas

- Aplicación de conocimientos de ciencias básicas.
- Aplicación de conocimientos de especialidad.
- Razonamiento ingenieril.
- Experimentación técnica.
- Trabajo multidisciplinario.
- Pensamiento crítico y creatividad.
- Ética profesional.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación escrita y oral.
- Innovación e invención.
- Responsabilidad social y ambiental.
- Diseño, implementación y administración de proyectos.
- Obtención de productos o sistemas finales.

Grupo II. Escala de Importancia para la Formación Profesional

- Importancia de los conocimientos básicos.
- Importancia del razonamiento ingenieril.
- Importancia de la experimentación.
- Importancia del trabajo en equipo.
- Importancia de la comunicación.
- Importancia de la innovación.
- Importancia de la responsabilidad social.
- Importancia del diseño e implementación de soluciones.

MAPEO CON EL SÍLABO CDIO DE LA CIENCIA DE LOS MATERIALES SEGÚN LA PERCEPCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIANTES

Nombre del estudiante: _____

Nombre del Proyecto: _____

Para este primer grupo de aseveraciones, conteste por favor, a cada una de ellas, indicando en qué medida se encuentra satisfecho o no, con los logros alcanzados, como futuro profesional de la ingeniería, con la concepción, diseño, implementación y ejecución del proyecto asignado.

I Grupo: Escala de percepciones de los alumnos según las expectativas logradas

	Totalmente satisfecho	Totalmente insatisfecho	No entiendo
1. En el desarrollo del proyecto, pude poner en práctica conocimientos previos de ciencias básicas de la ingeniería.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
2. En el desarrollo del proyecto pude poner en práctica los conocimientos adquiridos en, por lo menos, una asignatura del núcleo común la especialidad de la carrera de Ingeniería Industrial	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
3. A lo largo del desarrollo de la asignatura y en la realización del proyecto, pude poner en práctica los conocimientos adquiridos en, por lo menos, una asignatura de la especialidad de la carrera de Ingeniería Industrial.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
4. Para el desarrollo del proyecto asignado, fue necesario poner en práctica un razonamiento ingenieril para la resolución del problema planteado.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
5. Para el desarrollo del proyecto asignado, fue necesario poner en práctica una experimentación ingenieril y desarrollar un conocimiento técnico adecuado.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
6. A lo largo del desarrollo del proyecto fue necesario la implementación de un sistema de aproximación multidisciplinaria y holística.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
7. A lo largo del desarrollo de la asignatura y en la realización del proyecto se me permitió generar un pensamiento crítico, creativo y conocer mis actitudes y atributos personales.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐

8. El desarrollo del proyecto me permitió pensar como futuro ingeniero civil.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
9. A lo largo del desarrollo de la asignatura y en la realización del proyecto, fui responsable, tolerante y ético en mis actuaciones.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
10. Me fue fácil trabajar en equipo con el resto de mis compañeros de proyecto.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
11. Fui capaz de redactar y/o sustentar con fluidez y soltura el proyecto desarrollado.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
12. Me fue fácil leer literatura sobre la asignatura y sobre el proyecto, en otros idiomas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
13. Fui capaz de buscar informaciones relacionadas con el proyecto en los lugares pertinentes y pude conversar con profesionales de la ingeniería, en ejercicio.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
14. Mis ideas, relacionadas con la solución del problema, fueron tomadas en consideración por el resto de mis compañeros de trabajo.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
15. El desarrollo de la asignatura y la realización del proyecto me permitió pensar sobre las responsabilidades sociales y ambientales de las actividades ingenieriles.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
16. Fui capaz de diseñar, implementar y administrar, de forma independiente, las tareas designadas necesarias para el desarrollo del proyecto.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
17. Con el desarrollo del proyecto, se fue capaz de obtener un producto o sistema final como resultado.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
18. El desarrollo del proyecto me permitió poner en ejecución cualidades de innovación y de invención.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
19. A lo largo del desarrollo del proyecto, fui capaz de fortalecer mis relaciones de amistad con el resto del equipo.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
20. Pude ajustarme al ritmo de trabajo del equipo.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
21. A lo largo del desarrollo de la asignatura y con la realización del proyecto mantuve entusiasmo y deseos de aprender.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
22. Fui puntual en la participación de las reuniones de trabajo y en la entrega de mis deberes.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
23. Tengo claramente definidas mis metas como futuro profesional de la ingeniería Industrial	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
24. Me satisface trabajar en actividades extracurriculares universitarias.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
25. Soy responsable, organizado y me gusta trabajar "duro".	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐

Para este segundo grupo de aseveraciones, conteste por favor, a cada una de ellas, indicando en qué medida son muy importante o no en su formación como futuro profesional de la ingeniería.

II Grupo: Escala de percepciones de los alumnos según la importancia

	Muy important	Poco importante	No entiendo
1. En el desarrollo del proyecto, se debió poner en práctica conocimientos previos de ciencias básicas de la ingeniería.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
2. En el desarrollo del proyecto se debió poner en práctica conocimientos adquiridos en por lo menos una asignatura del núcleo común la especialidad de la carrera de Ingeniería Industrial.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
3. En el desarrollo del proyecto se deben poner en práctica conocimientos adquiridos en por lo menos una asignatura de la especialidad de la carrera de Ingeniería Industrial.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
4. Para el desarrollo del proyecto asignado, fue necesario poner en práctica un razonamiento ingenieril para la resolución del problema planteado.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
5. Para el desarrollo del proyecto asignado, fue necesario poner en práctica una experimentación ingenieril y el desarrollo de un conocimiento técnico.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
6. A lo largo del desarrollo del proyecto fue necesario la implementación de un sistema de aproximación multidisciplinaria y holística.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
7. El desarrollo del proyecto me permitió generar un pensamiento crítico, creativo y conocer las actitudes y atributos personales.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
8. El desarrollo del proyecto me permitió pensar como futuro ingeniero civil.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
9. A lo largo del desarrollo del proyecto, fui responsable, puntual y ético en las actuaciones.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
10. Fui capaz de trabajar en equipo sin dificultades.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
11. Pude ser capaz de redactar y/o sustentar con fluidez y soltura el proyecto final.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐
12. Fui capaz de leer literatura sobre el proyecto en otros idiomas.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐		☐

13. Fui capaz de buscar informaciones relacionadas con el proyecto en los lugares pertinentes.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
14. Mis ideas personales fueron tomadas en consideración por el resto de los compañeros de equipo de trabajo.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
15. El proyecto nos permitió pensar sobre la responsabilidad social de las actividades ingenieriles	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
16. Para el desarrollo del proyecto se debió ser capaz de diseñarlo, implementarlo y administrarlo.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
17. Con el desarrollo del proyecto se debió ser capaz de obtenerse un producto o sistema final como resultado.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐
18. El desarrollo del proyecto nos permitió poner en ejecución cualidades de innovación y de invención.	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐

Anexo B. Evidencias digitales y enlaces

1. Jornadas de Iniciación Científica (JIC)

<https://conecto.senacyt.gob.pa/conecto/display/n86949>

2. Experiencias y proyectos académicos

<https://alexistejedor.org/noticias-proyectos/>

3. Iniciación científica internacional

<https://alexistejedor.org/tag/iniciacion-cientifica/>

4. Publicaciones académicas

<https://alexistejedor.org/publicaciones/>

5. Sílabo CDIO v1.0

http://www.alexistejedor.org/congreso/El_Silabo_CDIO_v1.pdf

6. Diseño de sílabos con enfoque CDIO

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9481772.pdf>

7. Publicación WEEF-GEDC 2025

DOI: 10.1109/WEEF-GEDC66748.2025.11256361

8. Publicación XV CIBIM

<https://e-spacio.uned.es/bitstreams/5d4e3a0c-13da-4f40-9dc9-0a92b2474d90/download>

Anexo C. Evidencias de fotografía de participación de estudiantes



Participación de estudiantes de Ingeniería Industrial del Centro Regional de Veraguas, con la imposición de Cascos Rosados como sinónimo de inclusión de mujeres en actividades STEAM.



Jornadas de sensibilización con estudiantes a motivarse a participar en actividades de ABPR

Destacada participación de estudiantes de UTP Veraguas en la JIC Nacional UTP 2025

Jornada de Iniciación Científica UTP Veraguas 2025

Nota oficial sobre la JIC-UA 2025 en Veraguas, con la participación de 102 estudiantes y 36 proyectos de investigación. La página incluye fotografías del evento.

Enlace: <https://utp.ac.pa/jornada-de-iniciacion-cientifica-utp-veraguas-2025>

JIC UTP Veraguas 2023

Información de la final regional de la JIC en Veraguas, organizada por la UTP.

Enlace: <https://utp.ac.pa/jic-utp-veraguas>.

Estudiante de UTP Veraguas destaca en el WEEF 2025 en Corea del Sur

El estudiante **Joseph Arnold Bozo**, de quinto año de la **Licenciatura en Ingeniería Industrial** del Centro Regional de Veraguas de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), obtuvo el **segundo lugar en la categoría "Best Student Paper Award"** durante el **World Engineering Education Forum (WEEF) & GEDC 2025**, celebrado en **Daegu, Corea del Sur**, del 21 al 25 de septiembre de 2025.

Proyecto presentado.

“Project Based Learning and the CDIO Syllabus to Connect Materials Science Classes with Real-World Applications”

El proyecto fue desarrollado bajo la tutoría del **Dr. Alexis Tejedor de León** y tuvo sus orígenes en la **Jornada de Iniciación Científica (JIC) Veraguas**. La investigación propone el uso de **polvo de cáscaras de mango aglomeradas con almidón de plátano como alimento para peces en estanques rurales**, integrando sostenibilidad, innovación y aplicación práctica de conocimientos científicos.

Reconocimiento internacional

Según la UTP, el trabajo ya había recibido previamente un reconocimiento de la **Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)** durante la Noche de Investigación 2023, y posteriormente fue seleccionado y premiado en Corea del Sur por su contribución a la vinculación entre la enseñanza de la ingeniería y problemas reales de la sociedad.

Participación en actividades técnicas

Durante su estancia en Corea del Sur, Joseph Bozo también participó en un **entrenamiento especializado en una planta robótica de Hyundai**, fortaleciendo conocimientos relacionados con automatización y robótica industrial.

Sobre el WEEF 2025

El **World Engineering Education Forum (WEEF)** es uno de los eventos más importantes a nivel mundial en educación en ingeniería y reúne a académicos, estudiantes, líderes industriales y responsables de políticas públicas. La edición 2025 se desarrolló bajo el lema:

"Engineering Education We Need" y tuvo como sede la ciudad de **Daegu**, República de Corea.

Imágenes

Nota oficial de la UTP con fotografías

La publicación oficial de la UTP Veraguas incluye fotografías de Joseph Bozo durante su participación y reconocimiento:

<https://ve.utp.ac.pa/ver-noticias/joseph-bozo-obtiene-segundo-lugar-en-el-foro-mundial-de-educacion-en-ingenieria-2025>

Nota institucional de la UTP

<https://utp.ac.pa/joseph-bozo-obtiene-segundo-lugar-en-el-foro-mundial-de-educacion-en-ingenieria-2025>

Galería oficial del WEEF & GEDC 2025

La organización internacional del evento publicó una galería fotográfica oficial del foro celebrado en Daegu, Corea del Sur. [\[linkedin.com\]](https://www.linkedin.com)