



INNOVACIÓN EDUCATIVA

EN INGENIERÍA: impacto del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias técnicas y transversales

AUTOR

Mario José Platero Villatoro

Innovación educativa en ingeniería: impacto del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias técnicas y transversales

Mario José Platero Villatoro

2025



Innovación educativa en ingeniería: impacto del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias técnicas y transversales

Primera Edición

Universidad Pedagógica de El Salvador

"Dr. Luis Alonso Aparicio"

Ing. Luis Mario Aparicio, Rector

Arq. Cecilia María Aparicio, Vicerrectora Ejecutiva

Ing. Manuel Aparicio, Vicerrector de Investigación e Internacionalización

Licdo. Luis Eduardo Rivera Cuellar, Vicerrector Académico

Lcda. Ligia Corpeño, Vicerrectora Administrativa

Dr. Heriberto Erquicia, Director Centro de Investigación

371.36
P716i
slv

Platero Villatoro, Mario José, 1984 --

Innovación educativa en ingeniería [recurso electrónico] : impacto de aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias técnicas y transversales/ Mario José Platero Villatoro; corrección de estilo Nohemy Navas. --1ª. ed.-- San Salvador, El Salv.: Universidad Pedagógica de El Salvador Dr. Luis Alonso Aparicio, 2025.

Datos electrónicos : (1 archivo, formato pdf, 1.63 mb).--
<https://sistemas.pedagogica.edu.sv/repositorio/principal/>.

ISBN: 978-99983-65-56-8 (E-Book, pdf)

1. Método de proyectos. 2. Ingeniería- Enseñanza. 3. Aptitud de aprendizaje.
I. Título.

BINA/jmh

Corrección de estilo: Nohemy Navas

Diagramación: Galerna Estudio

El contenido de esta obra, y los conceptos vertidos en cada capítulo y su originalidad, son responsabilidad del autor que los presenta, por lo que no representa un posicionamiento institucional determinado para la Facultad o la Universidad.



Universidad Pedagógica de El Salvador "Dr. Luis Alonso Aparicio"

25 avenida Norte y Diagonal Dr. Arturo Romero

(503) 2205-8100

www.pedagogica.edu.sv

info@pedagogica.edu.sv

Hecho el depósito que exige la ley



SUMARIO

Introducción	8
Planteamiento del Problema	9
Formulación del Problema	9
Pregunta de investigación	11
Antecedentes	12
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivos específicos	15
Alcances	16
Delimitaciones	16
Marco Referencial	17
Metodología centrada en el estudiante	17
El ABP con las TIC	20
El ABP y los tipos de evaluación	21
Instrumentos de evaluación	24
Recomendaciones para implementar el ABP	26
Metodología	31
Tipo de estudio	31
Variables	32
Población y muestra	33
Técnicas, instrumentos, recolección y procedimientos de formación	33
Resultados de la investigación	34
Observaciones en el proceso	36
Entrevista de estudiantes	40
Resultados de las encuestas	41
Análisis sobre competencias técnicas	41
Análisis sobre competencias transversales	43
Análisis sobre la evaluación	44
Conclusiones	47
Recomendaciones	49
Resolución de conflictos	49

Formación y capacitación docente	50
Recomendación por parte de los estudiantes	50
Referencias	51
Anexos	54
Anexo A – Indicaciones a estudiantes	54
Anexo B – Rúbrica de evaluación	57
Anexo C – Entrevista a estudiantes	58
Anexo D – Resultados de la encuesta	64

Índice de tablas

Tabla 1. Comparativa entre los diferentes aspectos que poseen las metodologías centradas en el estudiante: aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y el aula invertida	18
Tabla 2. Categorías, tipos de evaluación y descripción	22
Tabla 3. Cuadro resumen: instrumentos de evaluación y tipos de evaluaciones	25
Tabla 4. Resumen de resultados de las preguntas relacionadas con las competencias técnicas	42
Tabla 5. Resumen de resultados de las preguntas relacionadas con las Competencias Transversales.	44
Tabla 6. Resumen de resultados de las preguntas relacionadas con la evaluación	45
Tabla 7. Comparación de resultados entre evaluación tradicional y ABP	46

Índice de figuras

Figura 1. Cinco pasos para la implementación del ABP	26
Figura 2. Selección del proyecto	27
Figura 3. Planeación y organización	28
Figura 4. Acompañamiento del proceso	29
Figura 5. Ejecución del proyecto	30
Figura 6. Presentación y evaluación	31
Figura 7. Etapas de Diseño y trabajo en grupo	35
Figura 1-A. Resumen de resultados de las preguntas sobre competencias técnicas	64
Figura 2-A. Resumen de resultados de las preguntas sobre competencias transversales	65
Figura 3-A. Resumen de resultados de las preguntas sobre evaluación	65

Introducción

En el ámbito de la educación superior, especialmente en las carreras de ingeniería, la formación de profesionales competentes y preparados para enfrentar los desafíos del mercado laboral actual requiere no solo un sólido conocimiento técnico, sino también el desarrollo de habilidades transversales como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas. Tradicionalmente, la enseñanza en ingeniería se ha centrado en métodos expositivos y evaluaciones basadas en exámenes escritos, lo que ha limitado la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos en contextos reales y desarrollar competencias esenciales para su futuro profesional.

En este contexto, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) emerge como una metodología innovadora que promueve un aprendizaje activo, colaborativo y práctico. A diferencia de los enfoques tradicionales, el ABP sitúa al estudiante en el centro del proceso educativo, fomentando la investigación, el diseño, la planificación y la ejecución de proyectos que integran conocimientos teóricos y prácticos en un contexto real. Esta metodología no solo busca mejorar el rendimiento académico, sino también desarrollar habilidades transversales que son cruciales para el éxito en el entorno laboral.

La presente investigación se enfoca en evaluar el impacto del ABP en el desarrollo de competencias técnicas y transversales en estudiantes de ingeniería de la asignatura Sistemas Digitales, de la Universidad Pedagógica de El Salvador. A través de la implementación de un proyecto práctico, el diseño del prototipo de un huerto hidropónico controlado por Arduino, se busca contrastar los resultados obtenidos con los métodos de evaluación tradicionales, analizando cómo el ABP influye en el aprendizaje y en la adquisición de habilidades clave.

Se eligió la tecnología Arduino por ser una plataforma de desarrollo de hardware y software de código abierto y de bajo costo, que permite producir prototipos de proyectos automatizados de manera económica. Debido a esto, su uso en la educación a todos los niveles, es cada vez mayor. Arduino consiste en una placa electrónica con entradas y salidas programables, lo cual facilita la creación de un prototipo de huerto hidropónico, mediante la metodología del ABP.

El estudio emplea un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, para obtener una visión integral del impacto del ABP. Se utilizaron encuestas, entrevistas, observaciones y rúbricas de evaluación para medir, tanto el desempeño académico como el desarrollo de competencias transversales. Los resultados preliminares indican que el ABP no solo mejora la comprensión de los conceptos teóricos, sino que también fortalece habilidades como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas.

Esta investigación es relevante porque proporciona evidencia concreta sobre la eficacia del ABP como herramienta para cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y las habilidades prácticas, preparando a los estudiantes para adaptarse a entornos profesionales dinámicos y complejos. Además, ofrece recomendaciones para la implementación efectiva del ABP en contextos educativos donde predominan los métodos de evaluación tradicionales, contribuyendo así a la mejora continua de la formación en ingeniería.

Este estudio busca demostrar que el ABP no solo es una metodología efectiva para el aprendizaje de contenidos técnicos, sino también una herramienta poderosa para el desarrollo integral de competencias que son esenciales en el siglo XXI. A través de la implementación de proyectos prácticos y colaborativos, los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que también desarrollan habilidades que les permitirán enfrentar con éxito los desafíos de su futura vida profesional.

Planteamiento del Problema

Formulación del Problema

Según Posada-Vasco (2021), las carreras de ingeniería se distinguen porque llevan un gran componente de las ciencias exactas, por eso cuentan dentro de su plan de estudios con asignaturas asociadas a la matemática, física, química, estadística, entre otras. El perfil profesional del ingeniero debe contar con la capacidad de emplear la lógica y métodos complejos para demostrar resultados, generar

conclusiones con predicciones objetivas y con fundamentos, haciendo que sus análisis puedan ser medibles y replicables. La facultad de ingeniería de la Universidad Pedagógica de El Salvador Dr. Luis Alonso Aparicio (UPED), no es la excepción; es por ello que los ingenieros egresados, con su sólida formación en ciencias exactas y sociales, combinada con herramientas de ingeniería, diseñan soluciones innovadoras que maximizan la eficiencia y la calidad en las organizaciones (Universidad Pedagógica de El Salvador, s.f.).

Además, se conciben las carreras de ingeniería dentro de los modelos de enseñanza, enmarcados dentro de la rigurosidad y la catedra formal, donde sobresalen formas rígidas de evaluación. Históricamente, el modelo educativo dominante en ingeniería se ha centrado en el docente (Parra Castrillón et al., 2016), quien transmite el conocimiento de manera expositiva y unidireccional, lo que genera poca participación del estudiante. Las evaluaciones se basan en exámenes y pruebas escritas que evalúan, principalmente, el conocimiento teórico y la memorización. Esta situación puede limitar el desarrollo integral de los estudiantes, especialmente en competencias blandas, como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas. En consecuencia, se limita la capacidad de imaginar y concebir cosas que aún no existen, que es el fin de las ingenierías (Cukierman, 2018).

Uno de los principales factores que dificultan el cambio en la práctica docente tradicional es la falta de conocimiento sobre lo que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden potenciar los procesos de enseñanza aprendizaje. A pesar de su familiaridad con diversas herramientas tecnológicas, muchos docentes de la facultad de ingeniería no las integran eficazmente en el proceso de aprendizaje, es por ello que limita sus capacidades de adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades y expectativas de los estudiantes actuales, quienes están cada vez más expuestos a entornos tecnológicos en su vida cotidiana (Padilla Lavin, 2008).

En esta línea, Piguave Pérez (2014) menciona que la educación superior tiene el desafío de preparar a los estudiantes para un futuro incierto, es por ello que los profesores deben promover el pensamiento creativo, ya que esta habilidad es necesaria para desarrollar soluciones innovadoras a los problemas de la sociedad. En este contexto, surge la necesidad de explorar y aplicar métodos

innovadores que no solo aborden los contenidos técnicos de manera efectiva, sino que también fomenten el desarrollo de competencias transversales esenciales para la formación de los ingenieros.

Aunque existen diferentes metodologías centradas en estudiantes, como menciona Daniel Vilugrón (2021), el aprendizaje basado en proyectos (ABP) se distingue de otras metodologías activas como del aprendizaje basado en problemas (PBL) y el aula invertida, por su enfoque integral en la resolución de problemas o desafíos a través de proyectos planificados y ejecutados a lo largo de un tiempo definido. Si bien, las tres metodologías sitúan al estudiante como protagonista activo y al docente como facilitador, el ABP se centra específicamente en la creación de un producto o resultado tangible. Mientras que el PBL se centra en la resolución colaborativa de un problema inicial complejo y el aula invertida promueve la autogestión del aprendizaje fuera del aula mediante recursos digitales, el ABP engloba un proceso más completo que abarca la investigación, el diseño, la planificación, la ejecución y la reflexión sobre el proyecto.

Por lo mencionado, se toma para este cuaderno de investigación el ABP como metodología muy aplicable para la educación en ingeniería, debido a sus amplios beneficios en la formación de competencias técnicas y transversales en los estudiantes por medio del aprendizaje práctico y colaborativo, donde se promueven competencias como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas que son esenciales para desarrollar soluciones disruptivas y eficaces en el ámbito profesional. Con este proyecto se determina el impacto del ABP en el desarrollo de competencias prácticas, críticas y colaborativas en los estudiantes de la asignatura Sistemas Digitales de la carrera de Ingeniería en ciencias de la computación.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el impacto del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de competencias técnicas y transversales en estudiantes de ingeniería, donde predominan los métodos de evaluación tradicionales?

Antecedentes

Cukierman (2018) señala que la transición de un enfoque de enseñanza tradicional centrado en el docente a un enfoque centrado en el estudiante se ha vuelto esencial en la educación superior, particularmente en el ámbito de la ingeniería. También que este cambio implica un nuevo rol para el docente, quien pasa de ser el principal transmisor de información a un guía y facilitador del aprendizaje, diseñando estrategias que permitan a los estudiantes construir su propio conocimiento. Además, que el docente ejecute su nuevo rol de manera efectiva es necesario mantener una participación activa y decisiva en la creación de actividades que promuevan el aprendizaje y en la implementación de una evaluación efectiva. Y, por último, destaca que los estudiantes de ingeniería han mostrado una buena receptividad hacia las propuestas docentes que se centran en la mejora de su propio aprendizaje.

En este contexto, Daniel Vilugrón (2021) sostiene que las metodologías centradas en el estudiante han ganado relevancia debido a su capacidad para desarrollar competencias y habilidades transversales necesarias en el siglo XXI. Entre estas metodologías, el autor destaca el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y el aula invertida, cada una con características particulares y un enfoque en el aprendizaje significativo.

El ABP, en particular, ha sido objeto de diversas investigaciones. Romero-Valderrama et al. (2018) encontraron que la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con el ABP mejora significativamente el rendimiento académico y las conductas de los estudiantes, permitiéndoles desarrollar proyectos de forma autónoma y resolver problemas cotidianos. Sin embargo, aunque el ABP sin TIC es más efectivo que los métodos tradicionales, presenta limitaciones y destaca la necesidad de integrar las TIC para una comprensión más profunda. En consonancia con esto, Ausín et al. (2016) señalan que el trabajo en equipo dentro del ABP implica un cambio desde la enseñanza mecánica y memorística hacia metodologías que plantean las actividades como retos, con un enfoque interdisciplinario y un fuerte componente de trabajo cooperativo.

Para que el ABP sea efectivo, el docente debe guiar y facilitar el diseño, la planificación y la ejecución del proyecto, creando espacios de reflexión donde el estudiante sea el protagonista activo (Daniel Vilugrón, 2021). El proceso evaluativo debe ser continuo, por lo tanto, el docente debe seleccionar los instrumentos adecuados para medir no solo los resultados, sino también los procesos de aprendizaje y las habilidades desarrolladas (Sáenz Higuera, 2014). El ABP fortalece competencias clave como la comunicación, el trabajo en equipo, la toma de decisiones y la resolución de problemas reales a través de la integración de diversas áreas del conocimiento. Esta evaluación continua, junto con la retroalimentación constante, mejora el aprendizaje y desarrollo personal de los estudiantes, con un impacto tangible dentro y fuera del entorno educativo (Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte, 2017).

La investigación de Domínguez-Rodríguez (2022) resalta la importancia que tiene la evaluación en todo proceso educativo; señala que en el ABP debe ser continua a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Igualmente, recomienda utilizar diversas técnicas e instrumentos de evaluación para obtener una visión completa del aprendizaje de los estudiantes, lo cual requiere una capacitación docente actualizada en metodologías de evaluación. Sáenz Higuera (2014) menciona que la evaluación en el ABP debe abarcar conocimientos, habilidades, valores y capacidades, considerando la multiplicidad de soluciones y perspectivas que pueden surgir en los proyectos. En esta misma línea, Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017) mencionan que una evaluación adecuada no solo evidencia los logros y el aprendizaje, sino que también facilita una retroalimentación constructiva.

Retomando las investigaciones de Domínguez-Rodríguez (2022), Sáenz Higuera (2014) y Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017), en sus investigaciones sobre la evaluación, coinciden en que existen varios tipos de evaluación, entre ellos: diagnóstica, formativa, sumativa, autoevaluación y coevaluación. En el contexto del ABP, la evaluación diagnóstica permite personalizar las actividades, mientras que la evaluación formativa genera un monitoreo continuo del progreso de los estudiantes y retroalimentación constante. La coevaluación y la autoevaluación fomentan el trabajo colaborativo, la reflexión crítica y la autogestión. Si bien la evaluación sumativa es necesaria para alinear las competencias con los estándares, no debe ser el único enfoque. Es importante diferenciar el trabajo colectivo del individual en la evaluación del ABP.

La investigación de Duré et al. (2019) concluye que el ABP y la formación basada en competencias son metodologías efectivas para la educación en ingeniería. Estas metodologías no solo mejoran las habilidades técnicas de los estudiantes, sino que también fomentan el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la capacidad de adaptación a entornos laborales reales. La implementación de estas estrategias educativas puede contribuir significativamente a la formación de profesionales competentes y preparados para enfrentar los desafíos del mercado laboral actual.

Además, Tavera (2023) menciona que se ha demostrado que el uso de Arduino en la educación es beneficioso para los estudiantes ya que permite adquirir competencias en programación y electrónica, a la vez que fomenta habilidades clave como el trabajo en equipo, la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la toma de decisiones. Adicionalmente, su aplicación puede contribuir a cerrar la brecha de género en los campos de la tecnología y la ingeniería.

Justificación

La transición hacia enfoques educativos que prioricen el aprendizaje activo y centrado en el estudiante es una necesidad reconocida en la formación de ingenieros, particularmente en un contexto global donde las competencias técnicas y transversales son esenciales para enfrentar los desafíos actuales. Los métodos tradicionales de enseñanza y evaluación, aunque ampliamente utilizados, presentan limitaciones para fomentar habilidades como la colaboración, la resolución de problemas y la autogestión, necesarias para el desarrollo integral de los futuros profesionales.

En este contexto, el ABP se presenta como una metodología eficaz para superar estas barreras potenciado con el uso de las TIC.

Sin embargo, la implementación efectiva del ABP requiere una transformación en las prácticas de evaluación. Es crucial implementar estrategias de evaluación continua, formativa y auténtica que permitan monitorear el progreso de los estudiantes, brindar retroalimentación constructiva y evaluar no solo los resultados finales, sino también los procesos de aprendizaje, las habilidades desarrolladas y las actitudes mostradas durante el desarrollo de los proyectos. De esta manera, se mejoran tanto las

habilidades técnicas como las transversales, preparando aún más a los estudiantes para el entorno laboral.

Por lo tanto, este estudio analiza el impacto del ABP en el desarrollo de competencias técnicas y transversales en estudiantes de ingeniería, por medio del desarrollo de un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino, ya que la integración de metodologías activas con herramientas prácticas como Arduino puede contribuir significativamente a la formación de profesionales competentes y preparados para los desafíos del mercado laboral actual.

Esta investigación es pertinente porque proporciona evidencias concretas sobre la eficacia del ABP como herramienta para cerrar la brecha entre el conocimiento teórico y las habilidades prácticas. Asimismo, implementar estrategias innovadoras de evaluación en el ABP, que mejoran el aprendizaje y prepara, a los estudiantes para adaptarse a entornos profesionales dinámicos y complejos.

Objetivos

Evaluar la efectividad del aprendizaje basado en proyectos en la creación de un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino, para el desarrollo de competencias técnicas y transversales en estudiantes de Ingeniería en sistemas y computación.

Objetivos específicos

- Analizar cómo el aprendizaje basado en proyectos (ABP) influye en el desarrollo de competencias técnicas en estudiantes de la asignatura Sistemas Digitales de la carrera de Ingeniería en ciencias de la computación.
- Determinar el efecto del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en el desarrollo de competencias transversales, tales como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas.

Alcances

La investigación se centrará en un contexto educativo dentro de la Universidad Pedagógica de El Salvador Dr. Luis Alonso Aparicio, específicamente en la asignatura Sistemas Digitales de la carrera de Ingeniería en ciencias de la computación.

La investigación abarcará un semestre académico completo, permitiendo observar y analizar el desarrollo de competencias técnicas y transversales en los estudiantes, a lo largo de todo el ciclo educativo.

El estudio se enfocará en competencias técnicas, relacionada a los conocimientos específicos de la ingeniería en el área de Sistemas Digitales y competencias transversales, que relacionaría las habilidades blandas como trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas.

Se utilizarán diversas herramientas de evaluación continua y formativa para medir el impacto del ABP en el desarrollo de competencias, incluyendo encuestas, entrevistas, análisis de proyectos y observaciones en el aula.

Delimitaciones

La investigación se limitará a los estudiantes de la asignatura Sistemas Digitales de la carrera de Ingeniería en ciencias de la computación de la Universidad Pedagógica de El Salvador Dr. Luis Alonso Aparicio. No se considerarán otros cursos o programas de ingeniería dentro o fuera de esta institución. Con esto se busca garantizar una evaluación exhaustiva y específica del impacto del ABP.

Los métodos de evaluación tradicionales estudiados que serán comparados con el ABP, serán aquellos típicamente empleados en la universidad: exámenes escritos, pruebas teóricas y memorísticas.

La investigación se centrará exclusivamente en el ABP y no incluirá otras metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas o el aula invertida.

Se considerará el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como parte del ABP, pero no se evaluarán otras herramientas tecnológicas fuera de este contexto.

Marco Referencial

Metodología centrada en el estudiante

La metodología centrada en el estudiante, como lo menciona Cukierman (2018), ha ganado relevancia en los últimos años, porque coloca al estudiante en el centro del proceso educativo, promoviendo un aprendizaje más activo, profundo y autónomo. En este enfoque, el docente actúa como facilitador, guiando a los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento a través de estrategias y acciones diseñadas para fomentar la participación y el compromiso. Esto lo logra basándose en varios principios fundamentales, como la reflexión continua, el reconocimiento de los diferentes estilos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes, destacando la importancia de la elección y el control que posee el estudiante sobre su aprendizaje.

Además, esta metodología enfatiza la interdependencia y el respeto mutuo entre estudiantes y docentes, creando un ambiente de colaboración y apoyo. La implementación de metodologías centradas en el estudiante exige modificar las prácticas docentes tradicionales e incorporar métodos como el aprendizaje activo y el diseño inverso. El aprendizaje activo involucra a los estudiantes en actividades que van más allá de escuchar clases expositivas, mientras que el diseño inverso se centra en planificar el currículo comenzando por los resultados de aprendizaje esperados.

Daniel Vilugrón (2021) coincide con Cukierman (2018) cuando mencionan que la metodología centrada en el estudiante presenta una gran relevancia debido a su capacidad para desarrollar competencias y habilidades transversales necesarias para responder a las necesidades del siglo XXI. Daniel Vilugrón (2021), dentro de su artículo, señala que las estrategias que más han despertado un creciente interés en los docentes, dentro de la metodología centrada en el estudiante, es el aprendizaje basado

en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en problemas (PBL) y el aula invertida. Cada una destacándose por sus características particulares y su enfoque en el aprendizaje significativo. La Tabla 1 resume las características generales que posee estas tres metodologías centradas en el estudiante.

Tabla 1
Comparativa entre los diferentes aspectos que poseen las metodologías centradas en el estudiante: aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y el aula invertida

Aspecto	Aprendizaje basado en proyectos	Aprendizaje basado en problemas	Aula invertida
Definición	Metodología en la que los estudiantes resuelven problemas o desafíos a través de proyectos planificados y ejecutados en un tiempo definido.	Metodología centrada en el estudiante donde pequeños grupos colaboran para resolver un problema inicial complejo.	Modelo de aprendizaje semipresencial que promueve la autonomía mediante el uso de recursos digitales fuera del aula.
Propósito	Desarrollar conocimientos y habilidades mediante proyectos auténticos y motivadores.	Desencadenar un aprendizaje significativo y autodirigido para desarrollar competencias específicas.	Fomentar la gestión autónoma del aprendizaje y la colaboración mediante la interacción con recursos audiovisuales.
Rol del docente	Guía y facilitador, orienta la planificación y ejecución del proyecto.	Facilitador, plantea el problema y guía el aprendizaje colaborativo.	Facilitador, organiza los recursos digitales y guía el trabajo colaborativo en el aula.
Rol del estudiante	Protagonista activo, aplica conocimientos y habilidades para investigar y crear soluciones.	Protagonista activo, colabora en la resolución del problema y desarrolla aprendizajes autodirigidos.	Protagonista activo, gestiona su aprendizaje fuera del aula y colabora en actividades prácticas en clase.

Aspecto	Aprendizaje basado en proyectos	Aprendizaje basado en problemas	Aula invertida
Técnicas clave	Investigación, diseño, planificación, ejecución y reflexión sobre proyectos.	Resolución de problemas, aprendizaje colaborativo, autoevaluación.	Uso de TIC, trabajo colaborativo, análisis de recursos multimediales.
Evaluación	Basada en productos finales, informes y presentaciones.	Basada en el análisis de la solución del problema, participación y desarrollo de competencias.	Basada en actividades colaborativas en clase y el manejo de recursos autónomos.

Nota. Información basada en Vilugrón (2021).

Aunque las metodologías resumidas en la Tabla 1 ponen al estudiante en el centro y al docente como facilitador, sus enfoques varían. El ABP se enfoca en proyectos planificados y evalúa los productos finales. El aula invertida usa recursos digitales fuera del aula y fomenta el trabajo colaborativo en clase. El PBL se dedica a resolver problemas complejos en grupo, priorizando el proceso de resolución y el aprendizaje derivado. Otra característica del ABP es su enfoque integral en la resolución de problemas o desafíos a través de proyectos planificados y ejecutados a lo largo de un tiempo definido englobando un proceso más completo que incluye la investigación, el diseño, la planificación, la ejecución y la reflexión sobre el proyecto en sí.

Con respecto a la evaluación, la Tabla 1 muestra que el ABP se centra en los productos finales, informes y presentaciones, a diferencia del PBL, que evalúa el proceso de solución del problema y el desarrollo de competencias, o el aula invertida, que se centra en las actividades colaborativas en clase y el manejo de recursos autónomos. Por lo tanto, el ABP, con su estructura que permite un desarrollo holístico de conocimientos y habilidades mediante la creación de proyectos auténticos y motivadores, es especialmente adecuado para esta investigación, que busca evaluar su impacto en el desarrollo de competencias técnicas y transversales a través de la creación de proyectos concretos.

El ABP con las TIC

El ABP permite una integración con las TIC. Romero-Valderrama et al. (2018) mencionan dos aspectos a resaltar: 1) que los estudiantes no han realizado proyectos de aula porque los docentes no han utilizado la metodología del ABP para el desarrollo de actividades académicas y el fortalecimiento del aprendizaje. 2) Al comparar el ABP en dos grupos, uno haciendo uso de las TIC y otro no, se observó que las TIC mejoraron el rendimiento académico y cambiaron significativamente las conductas y actitudes de los estudiantes. En su conclusión menciona que la aplicación del ABP mezclada con el uso de las TIC permite a los estudiantes desarrollar proyectos de forma autónoma, resolviendo problemas cotidianos y aplicando sus competencias adquiridas en diversos contextos. En esta misma línea de investigación se comparte lo acotado por Ausín et al. (2016):

El trabajo en equipo utilizando el ABP implica dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística para enfocarla hacia metodologías de trabajo donde las actividades se planteen como retos y no como asignaciones descontextualizadas de los objetivos de la asignatura. Todo ello, a partir de un enfoque interdisciplinario e incentivando el trabajo cooperativo de los estudiantes.

La combinación de las TIC con el ABP permite resolver las dificultades que poseen los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Como revela la investigación realizada por Vargas Vargas et al. (2020), la implementación del ABP, tanto con el apoyo de materiales impresos tradicionales como con material educativo computarizado, condujo a mejoras significativas en la comprensión de la temática estudiada, abarcando desde el razonamiento, la conceptualización y la resolución de problemas. El uso de TIC a través del material educativo computarizado evidenció un mayor impacto en el desarrollo de las competencias y un incremento en el interés de los estudiantes, mientras que el uso de folletos fortaleció la concentración en la comprensión conceptual. Este hallazgo subraya la importancia de las TIC en el ABP no solo como herramientas para la presentación de información, sino como catalizadores del interés y el desarrollo de habilidades específicas, complementando y enriqueciendo el proceso de aprendizaje autónomo y la experimentación, siempre

bajo la guía y motivación del docente como creador de escenarios de aprendizaje efectivos.

De manera similar, Martín et al. (2016) evidenció resultados prácticos y eficientes al integrar Arduino con el ABP y las TIC, logrando optimizar las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en los estudiantes, a la vez los mantuvo motivados y comprometidos en el proyecto. Así, las TIC y herramientas como Arduino, dentro del ABP guiado por el docente, enriquecen el aprendizaje autónomo, la experimentación y ofrecen soluciones de capacitación accesibles.

El ABP y los tipos de evaluación

Domínguez-Rodríguez (2022) señala que la evaluación es un componente importante en el proceso educativo y debe ser continua a lo largo del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es importante emplear diversas técnicas e instrumentos de evaluación para obtener una perspectiva integral del progreso y aprendizaje de los estudiantes. Para garantizar que estas herramientas sean efectivas y estén alineadas con las necesidades de los estudiantes, es imprescindible la capacitación docente en metodologías de evaluación actualizadas. Con ello se pueden aplicar estrategias más adecuadas y mejorar la calidad educativa. En el contexto del ABP, la evaluación debe abarcar aspectos como conocimientos, habilidades, valores y capacidades, reconociendo la diversidad de soluciones y de enfoques posibles, lo que hace inapropiada una evaluación exclusivamente tradicional o conceptual (Sáenz Higuera, 2014). Una evaluación bien diseñada no solo evidencia los logros obtenidos, sino que también proporciona una retroalimentación constructiva que enriquece y fortalece el proceso educativo (Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte, 2017).

De acuerdo con Domínguez-Rodríguez (2022), las evaluaciones pueden clasificarse en diagnóstica, formativa, sumativa, autoevaluación y coevaluación, cada una con un propósito específico dentro del proceso educativo. Dentro del contexto del ABP, estos tipos de evaluación destacan por su aplicación en los diferentes momentos en que se ejecuta el proyecto. Estas evaluaciones se relacionan con las prácticas evaluativas definidas en el Reglamento Académico vigente de la Facultad de Ingeniería

de la UPED. Según el Capítulo IX (Universidad Pedagógica de El Salvador, 2024), el sistema de evaluación clasifica las evaluaciones en función de su propósito, participantes y referentes de comparación. Por su función, las evaluaciones se dividen en: 1) Diagnóstica, 2) Formativa y 3) Sumativa. Según los participantes, se distinguen: 1) Coevaluación y 2) Autoevaluación. Por su referente de comparación, puede ser: 1) Criterial y 2) Normativa. Además, se especifica que deben evaluarse todas las actividades teóricas, prácticas, pruebas escritas u orales y cualquier otra que permita valorar competencias, aptitudes y actitudes esenciales para el perfil profesional del estudiante. Estas estrategias buscan medir tanto competencias técnicas como habilidades transversales y actitudes, asegurando su alineación con el perfil profesional deseado (Universidad Pedagógica de El Salvador, 2024). Los tipos de evaluaciones según su categoría se describen en la Tabla 2.

Tabla 2
Categorías, tipos de evaluación y descripción

Categoría	Tipo de evaluación	Descripción
Según sus funciones	Diagnóstica	Evalúa el conocimiento previo de los estudiantes, se realiza a las primeras semanas del ciclo y se usa para identificar sus fortalezas y áreas de mejora.
	Formativa	Son actividades que proporciona retroalimentación continua durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y su objetivo es mejorar el rendimiento.
	Sumativa	Evalúa el aprendizaje de los estudiantes al final de un periodo para determinar el grado de cumplimiento de objetivos. Durante el ciclo hay 3 periodos de evaluación.
Según los participantes	Coevaluación	Los estudiantes evalúan el trabajo de sus compañeros, promoviendo la colaboración y el análisis crítico, entre iguales.
	Autoevaluación	Los estudiantes evalúan su propio trabajo, enfocado en la autorreflexión y su rol en su proceso de aprendizaje.

Categoría	Tipo de evaluación	Descripción
Según el referente de comparación	Criterial	Compara el desempeño del estudiante con un conjunto de criterios previamente establecidos. No compara a los estudiantes entre sí, sino con un estándar absoluto.
	Normativa	Compara el desempeño del estudiante con el del resto de sus compañeros, estableciendo un rango de rendimiento y se enfoca en medir diferencias individuales.

Nota. Información elaborada con base en Domínguez-Rodríguez (2022) y Tejedor Tejedor (1992).

Como lo resume la Tabla 2, la evaluación diagnóstica se aplica al inicio del ABP para identificar las necesidades y niveles de los estudiantes, lo que permite personalizar las actividades y asegurar un punto de partida adecuado para todos. Durante el desarrollo del proyecto, la evaluación formativa dentro del ABP ofrece un monitoreo constante del progreso de los estudiantes, facilitando ajustes en tiempo real y proporcionando retroalimentación continua para optimizar el desempeño. Finalmente, todo proceso evaluativo debe arrojar un resultado medible; por lo tanto, la evaluación sumativa puede integrarse al cierre parcial o total del proyecto para valorar los resultados alcanzados en relación con los objetivos establecidos (Domínguez-Rodríguez, 2022; Tejedor Tejedor, 1992).

Para asegurar que el ABP cumpla su objetivo, es complementar las evaluaciones diagnósticas, formativas y sumativas con un proceso evaluativo paralelo que incluya coevaluación y autoevaluación. Estas evaluaciones promueven el trabajo colaborativo. La coevaluación permite a los estudiantes evaluar las contribuciones y el desempeño de sus compañeros, fomentando la reflexión crítica, el aprendizaje colectivo y el desarrollo de habilidades blandas. Por otro lado, la autoevaluación incentiva a los estudiantes a reflexionar sobre su propio aprendizaje, permitiéndoles identificar fortalezas y áreas de mejora, además de fomentar la autogestión y la responsabilidad personal (Duré et al., 2019; Sáenz Higuera, 2014).

Sería un error grave limitar la evaluación dentro del ABP a un enfoque meramente sumativo, como se mencionó anteriormente, aunque se asigne un valor numérico al trabajo realizado por el estudiante (Sáenz Higuera, 2014). La evaluación sumativa dentro

del ABP garantiza una alineación precisa entre las competencias esperadas y los estándares establecidos. Al utilizar criterios previamente definidos para medir el desempeño de los estudiantes, se logra una mayor objetividad al momento de evaluar el proyecto. Es necesario considerar, al momento de realizar la evaluación, que se debe diferenciar el trabajo y esfuerzo colectivo del individual. Si bien la dinámica de proyectos realza el trabajo en equipo, es importante que a lo largo del proceso se tenga presente la evaluación individual (Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte, 2017).

En el ABP, el docente no solo actúa como evaluador, sino también como guía y facilitador del proceso de aprendizaje. Su función abarca el diseño, la planificación y la ejecución de actividades coherentes con los objetivos de aprendizaje, abriendo espacios de reflexión para que los estudiantes asuman un rol activo en su formación. El docente debe diseñar estrategias que fomenten la autoevaluación y la coevaluación, proporcionando retroalimentación constructiva y adaptando las herramientas de evaluación a las necesidades individuales de los estudiantes y al contexto específico del aula. Según Daniel Vilugrón, (2021), el docente facilita que los estudiantes investiguen, apliquen conocimientos y habilidades, y desarrollan soluciones que se reflejan en entregables como informes, presentaciones o productos específicos.

Instrumentos de evaluación

La evaluación, está profundamente vinculada a los instrumentos de evaluación que se emplean para medir y retroalimentar el progreso de los estudiantes. Según el enfoque del ABP, una evaluación adecuada debe valorar no solo los resultados, sino también los procesos de aprendizaje, habilidades, valores y competencias que desarrollan los estudiantes. En este contexto, los instrumentos de evaluación desempeñan un papel crucial al proporcionar herramientas concretas que permiten recolectar datos sobre diversos aspectos del aprendizaje (Sáenz Higuera, 2014).

Los instrumentos de evaluación, como pruebas escritas, mapas conceptuales, portafolios, rúbricas, autoevaluaciones y coevaluaciones, están diseñados para capturar información detallada sobre los logros de los estudiantes y la calidad de su proceso educativo. Por ejemplo,

mientras las pruebas escritas evalúan la transferencia de conocimientos, los mapas conceptuales reflejan la comprensión y organización cognitiva del estudiante. De manera similar, las autoevaluaciones y coevaluaciones fomentan la reflexión crítica y la colaboración entre los participantes del proceso educativo (Sáenz Higuera, 2014). En la Tabla 3 se muestra el cuadro resumen sobre los instrumentos de evaluación y tipos de evaluaciones.

Tabla 3

Cuadro resumen: instrumentos de evaluación y tipos de evaluaciones

Instrumentos de evaluación	Tipo de evaluación	Descripción
Pruebas escritas	Sumativa / Formativa	Evaluación escrita que puede realizarse con o sin apuntes. Diseñadas para valorar la transferencia de habilidades y conocimientos.
Exámenes prácticos	Sumativa / Formativa	Permiten evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar habilidades específicas adquiridas durante el proceso de aprendizaje.
Mapas conceptuales	Formativa	Representan gráficamente el conocimiento del estudiante, mostrando relaciones entre conceptos. Adecuados para coevaluación y autoevaluación, fomentando la reflexión crítica y colaborativa.
Webquest	Formativa	Actividad guiada en línea que evalúa tanto el producto final como el proceso de búsqueda y análisis de información. Promueve el uso de habilidades cognitivas superiores como síntesis, análisis y resolución de problemas.
Informes escritos	Formativa / Sumativa	Instrumento para evaluar la comunicación escrita y la capacidad de sintetizar y analizar información.
Presentaciones orales	Sumativa / Formativa	Evalúan habilidades comunicativas y de expresión oral. Pueden incluir la valoración de los medios tecnológicos utilizados en la presentación.
Portafolio de aprendizaje	Formativa	Herramienta para evaluar el progreso, esfuerzo y calidad del aprendizaje del estudiante. Incluye evidencias recopiladas durante el proceso educativo.
Rúbricas	Formativa / Sumativa	Instrumento de evaluación estructurado que detalla criterios y niveles de desempeño para valorar competencias específicas. Ayuda a proporcionar retroalimentación clara y objetiva.

Nota. Información elaborada con datos de Sáenz Higuera (2014).

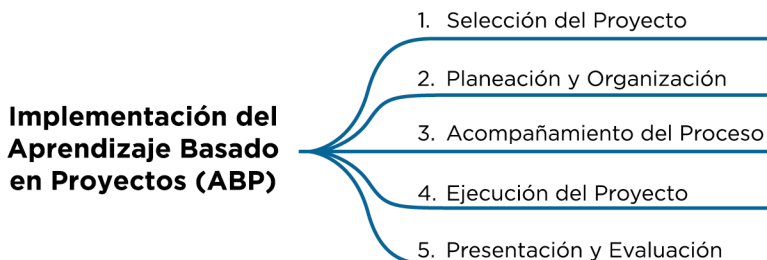
Como se muestra en la Tabla 3, la relación entre evaluación e instrumentos es bidireccional. Los objetivos de la evaluación determinan la selección de los instrumentos, y los resultados obtenidos con ellos enriquecen el proceso evaluativo. En el entorno del ABP, esta relación asegura evaluaciones más dinámicas, significativa y alineada con los objetivos de aprendizaje, con la que se promueve una retroalimentación continua y constructiva para estudiantes y docentes (Ausín et al., 2016; Sáenz Higuera, 2014).

Recomendaciones para implementar el ABP

La implementación del ABP representa un desafío y una oportunidad para transformar las prácticas educativas tradicionales, promoviendo un enfoque integral centrado en el desarrollo de competencias técnicas, transversales y actitudinales. Como señalan los estudios de Duré et al. (2019) e Sáenz Higuera (2014), el ABP permite a los estudiantes aprender de manera activa y significativa, enfrentándose a problemas reales que fomentan la colaboración, la autonomía y la creatividad. Sin embargo, para que esta metodología sea efectiva, Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017), en su investigación realizada con diferentes docentes, señalan que al implementar correctamente el ABP se debe de seleccionar el proyecto, planificar y organizar cuidadosamente su ejecución, diseñar estrategias de evaluación que valoren tanto los procesos como los resultados, y garantizar un acompañamiento constante por parte del docente. Esto se resume en la Figura 1. Cabe mencionar que estos puntos se realizan antes de ejecutar el ABP con los estudiantes, pero es necesario ir ajustando a partir de las diferentes etapas de evaluación que antes se mencionaron.

Figura 1

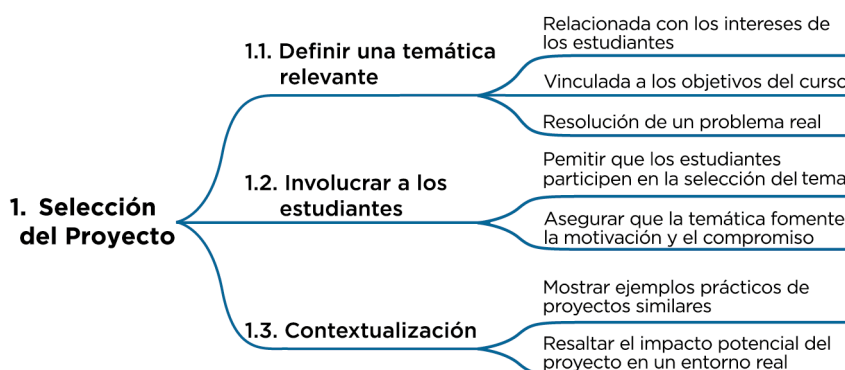
Cinco pasos para la implementación del ABP



Como paso uno, Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017) colocan la selección del proyecto. Se trata de identificar una temática relevante que esté estrechamente relacionada con los objetivos del curso y que permita a los estudiantes abordar un problema real considerando el impacto potencial de las soluciones propuestas, ya sea dentro o fuera del entorno académico. El tema debe despertar el interés de los estudiantes, para conectar su contexto y ofrecer oportunidades para la aplicación práctica de conocimientos previos y el desarrollo de nuevas habilidades. La participación activa de los estudiantes en la elección del tema es clave, ya que fomenta la motivación, el compromiso y el sentido de responsabilidad hacia el proyecto (Vadillo et al., 2015). Esta información se resume en la Figura 2.

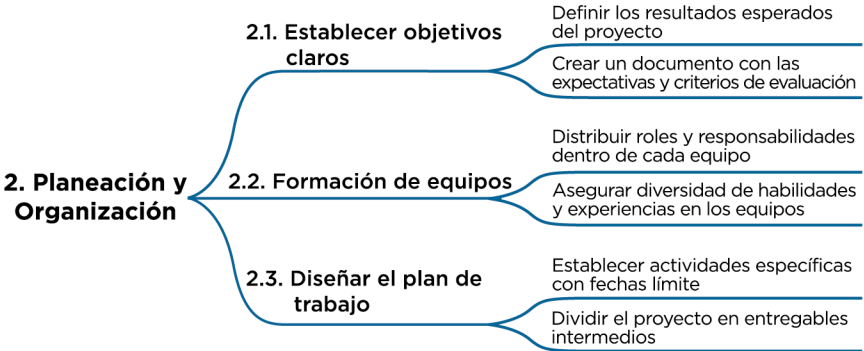
El paso dos, según Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017), es la planeación y organización. El desarrollo del proyecto se estructura y orienta hacia el logro de los objetivos planteados. Se definen los resultados esperados y se establece un plan de trabajo que detalla las actividades necesarias, los recursos disponibles y los tiempos asignados para cada etapa del proyecto. Dentro de este paso es necesario formar los equipos de trabajo con la distribución de roles y responsabilidades de cada miembro del equipo; estas deben ser equilibradas, asegurando una combinación de habilidades y experiencias que promueva la colaboración efectiva. Los equipos también deben contar con una estructura definida, lo que incluye acuerdos sobre normas internas, estrategias de comunicación y métodos de organización.

Figura 2
Selección del proyecto



La planeación contempla la creación de entregables intermedios, los cuales permiten monitorear el progreso del proyecto y hacer ajustes en caso de ser necesario. Esta etapa sienta las bases para un desarrollo exitoso del proyecto, proporcionando claridad sobre las expectativas y promoviendo una participación activa y responsable de todos los involucrados. Esta información se resume en la Figura 3. Aquí, la evaluación formativa juega un papel crucial al permitir el monitoreo constante de los avances mediante entregables intermedios y retroalimentación continua, asegurando el alineamiento con los propósitos establecidos (Sáenz Higuera, 2014).

Figura 3
Planeación y organización



El paso tres, según Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017), es el acompañamiento del proceso. Este paso asegura que los estudiantes mantengan un progreso continuo y enfocado hacia los objetivos del proyecto. Una de las tareas principales del docente es supervisar los avances del proyecto mediante la revisión de productos intermedios. Esto permite identificar dificultades o desviaciones a tiempo, ofreciendo a los estudiantes recomendaciones que optimicen su desempeño y promuevan ajustes necesarios en su plan de trabajo. El uso de herramientas tecnológicas facilita la comunicación entre los equipos y el docente, ofrecen acceso a recursos relevantes, como bibliografía o sitios web, y permiten compartir materiales de apoyo. También se recomienda crear espacios virtuales o presenciales de asesoría donde los estudiantes puedan resolver dudas y recibir apoyo en tiempo real. El acompañamiento del proceso no solo guía a los estudiantes hacia el cumplimiento de los objetivos del

proyecto, sino que también fortalece su aprendizaje autónomo, sus habilidades colaborativas y su capacidad para reflexionar sobre sus decisiones y estrategias de trabajo. Esta información se resume en la Figura 4.

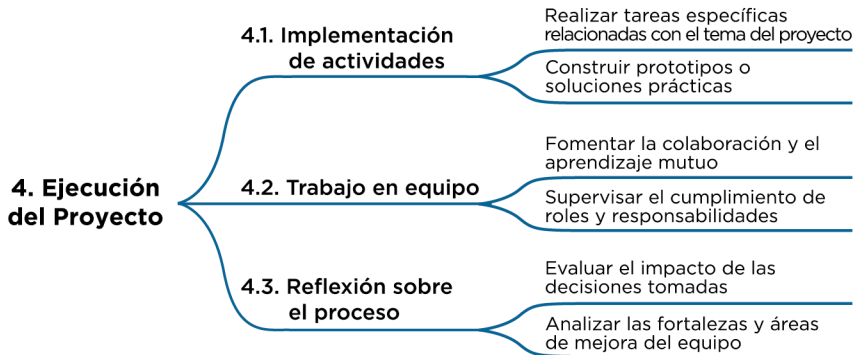
Figura 4
Acompañamiento del proceso



El paso cuatro consiste en la ejecución del proyecto; según Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017), en este paso los estudiantes llevan a la práctica las actividades planificadas, aplican sus conocimientos y desarrollan soluciones concretas para abordar el problema planteado. El docente sigue acompañando el proceso. Aunque los estudiantes son los protagonistas, el docente supervisa las actividades, fomenta la cohesión del equipo y resuelve dudas o conflictos que puedan surgir. Además, se promueve el cumplimiento de los roles y responsabilidades asignados dentro de cada equipo, lo que garantiza una distribución equitativa de las tareas y un desempeño efectivo. La ejecución también implica reflexionar sobre las decisiones tomadas y los métodos empleados. Este análisis permite a los estudiantes ajustar sus estrategias y aprender de sus experiencias, fortaleciendo habilidades como la resolución de problemas, la creatividad y la toma de decisiones. Al finalizar este paso, los equipos deben contar con productos o entregables que reflejen tanto el proceso como los resultados obtenidos, los cuales serán evaluados posteriormente. La ejecución del proyecto no solo es un espacio para demostrar conocimientos y habilidades, sino también una oportunidad para integrar el aprendizaje en contextos reales y significativos. Esto se resume en la Figura 5. Durante la ejecución del proyecto demanda evaluaciones procesuales, como las autoevaluaciones

y coevaluaciones, que fomentan la reflexión crítica y la mejora continua dentro de los equipos (Sáenz Higuera, 2014).

Figura 5
Ejecución del proyecto

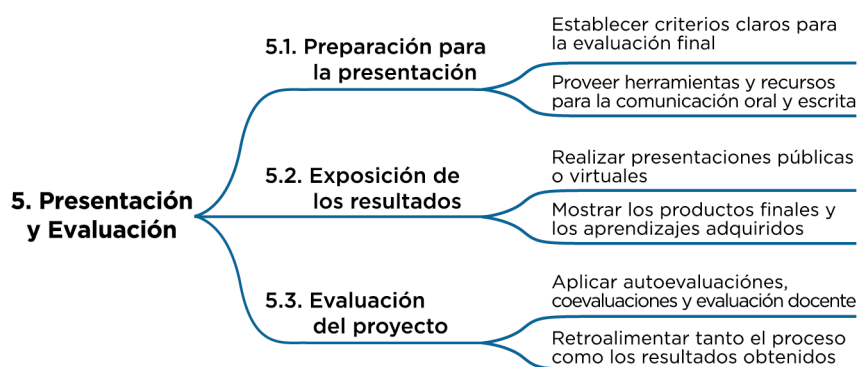


El paso cinco es la presentación y evaluación, que, según Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017), es donde los estudiantes exponen los resultados obtenidos y reflexionan sobre el proceso de aprendizaje. Los equipos presentan sus productos finales, ya sea en forma de soluciones, prototipos, servicios o experiencias, destacando la aplicación de los conocimientos adquiridos y las competencias desarrolladas durante el proyecto. Los estudiantes deben organizar su trabajo, estructurar su exposición y utilizar herramientas efectivas de comunicación, tanto oral como escrita, para transmitir sus logros. Estas presentaciones pueden realizarse en entornos públicos o académicos, lo que permite a los estudiantes interactuar con una audiencia diversa y recibir retroalimentación externa.

En cuanto a la evaluación, Cobo Gonzales & Valdivia Cañotte (2017) mencionan que debe ser integral y considerar tanto los resultados finales como el proceso seguido por los equipos. Se recomienda implementar autoevaluaciones, coevaluaciones y evaluaciones realizadas por el docente, con criterios previamente establecidos y comunicados a los estudiantes. Este enfoque garantiza una valoración equitativa y fomenta la reflexión crítica sobre los aprendizajes individuales y grupales. La retroalimentación, proveniente de la evaluación, permite identificar fortalezas, debilidades y áreas de mejora, asegurando que el aprendizaje trascienda el proyecto.

Además, es necesario reservar un espacio para reflexionar colectivamente sobre las lecciones aprendidas enriquece la experiencia educativa, preparando a los estudiantes para futuros desafíos académicos y profesionales. Esto se resume en la Figura 6. Las evaluaciones sumativas, realizadas mediante rúbricas claras y criterios definidos, valoran tanto los resultados como el proceso seguido, ofreciendo una retroalimentación integral que fortalece el aprendizaje (Sáenz Higuera, 2014).

Figura 6
Presentación y evaluación



Metodología

Tipo de estudio

Se trata de un estudio cuasi experimental con un diseño pretest-posttest de un solo grupo y un enfoque mixto. Se eligió este diseño pretest-posttest por lo práctico y eficiente dentro del contexto educativos donde es difícil dividir a los estudiantes en grupos separados. La combinación del enfoque cuantitativo y cualitativo permite una triangulación de datos, proporcionando una comprensión más rica y profunda de los efectos de la intervención del ABP; aunque, existe la posibilidad de sesgos relacionados con la familiaridad del grupo con las evaluaciones o con la interpretación subjetiva de los datos cualitativos (Parra, 2020).

El enfoque mixto permite analizar el impacto del ABP en el desarrollo de competencias técnicas y transversales desde una perspectiva integral. La combinación de métodos cualitativos y cuantitativos posibilita captar tanto las percepciones y experiencias subjetivas de los estudiantes como datos objetivos relacionados con su desempeño académico y desarrollo de habilidades (Zúñiga et al., 2023). Este enfoque permite comprender cómo los estudiantes de ingeniería perciben y responden a un cambio metodológico que contrasta con los métodos tradicionales de evaluación, al tiempo que se validan los hallazgos a través de la triangulación de evidencia.

El uso de técnicas cualitativas, como las entrevistas y los análisis de reflexiones, complementará los datos cuantitativos obtenidos mediante encuestas y evaluación de proyectos, proporcionando una visión más profunda y matizada del fenómeno (Zúñiga et al., 2023). Además, al integrar ambas perspectivas, el estudio no solo identificará los resultados del ABP, sino que también explorará los procesos y desafíos que enfrentan los estudiantes en esta metodología. Esto permite superar las limitaciones de los enfoques individuales, logrando una comprensión más rica y confiable del impacto del ABP en un entorno de aprendizaje.

Variables

Las variables analizarán cómo las metodologías de enseñanza y evaluación impactan en el desarrollo de competencias en los estudiantes. Las variables dependientes incluyen las competencias técnicas y las competencias transversales. Dentro de las competencias técnicas, están las que relacionan el nivel de conocimiento al ingresar a sistemas digitales, habilidad para diseñar, aplicación de los sistemas digitales en el prototipo de un huerto hidropónico controlado por Arduino, y aplicación de conceptos teórico dentro del proyecto. Dentro de las competencias transversales, están el trabajo en equipo, creatividad, y resolución de problemas.

Por otro lado, las variables independientes reflejan los factores que influyen en dichos resultados: la metodología de aprendizaje, caracterizada por la implementación del ABP, el uso de TIC y las estrategias de evaluación, enfocadas en la

frecuencia de evaluaciones formativas, sumativas, y la calidad de la retroalimentación. Este enfoque permite comprender la interacción entre las herramientas pedagógicas empleadas y los logros de aprendizaje en un contexto práctico y colaborativo.

Población y muestra

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Pedagógica de El Salvador Dr. Luis Alonso Aparicio, ubicada en la 25 Avenida Norte y, Diag. Dr. Arturo Romero, San Salvador Centro, de la cual se seleccionó como población objeto de estudio a los 17 estudiantes de Sistemas Digitales del Ciclo 01 – 2024, de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Computación, con un diseño pretest-postest con un solo grupo.

Técnicas, instrumentos, recolección y procedimientos de formación

Para el enfoque mixto, se utiliza una técnica tanto cuantitativa como cualitativa. Para el componente cuantitativo se usa la prueba diagnóstica y sumativas para medir el nivel de conocimiento técnico antes y después de implementar el ABP. Asimismo, se diseña una rúbrica específica para evaluar competencias transversales, como trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas. Para el componente cualitativo, se aplicarán entrevistas semiestructuradas y se realizarán observaciones directas para capturar las experiencias y percepciones de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

La recolección de datos se llevará a cabo en dos fases: pretest y postest. En la fase de pretest, se aplicarán las pruebas diagnósticas y se recopilarán datos iniciales sobre las competencias técnicas y transversales de los estudiantes. Durante la implementación del ABP, se realizarán observaciones sistemáticas. Finalmente, en la fase de postest, se repetirán las evaluaciones diagnósticas y sumativas, además de las entrevistas, para identificar cambios en los niveles de competencias y recoger información sobre la experiencia del aprendizaje.

El proceso de formación se organizará en torno a proyectos que promuevan el aprendizaje activo, colaborativo y práctico. Los estudiantes recibirán las indicaciones del ABP. Durante el desarrollo de los proyectos, el docente actuará como facilitador, proporcionando retroalimentación continua y guías para la resolución de problemas. Las actividades estarán diseñadas para fomentar la integración de habilidades técnicas y transversales, asegurando que los estudiantes puedan aplicar conceptos teóricos a situaciones prácticas. Este enfoque permitirá evaluar tanto el desempeño técnico como la capacidad de trabajo en equipo y creatividad en un entorno realista.

Resultados de la investigación

El proyecto se inicia con la propuesta de diseñar un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino. Este proyecto, estructurado en varias etapas, integra componentes técnicos y organizativos clave para aplicar el ABP. El documento entregado a los estudiantes, que se encuentra en el anexo A, detalla las fases de trabajo, los productos esperados y la dinámica grupal.

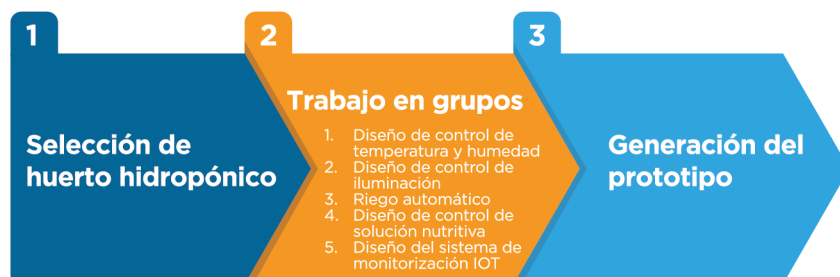
El proyecto comienza con la selección del sistema hidropónico adecuado y el tipo de cultivo a implementar, para ello todos los grupos debían ponerse en acuerdo en seleccionar estos dos elementos porque luego se desarrollaba cada parte del prototipo del huerto hidropónico controlado por Arduino, mediante la subdivisión de los estudiantes en grupos de trabajo. Cada grupo se encargará de diseñar un subsistema específico: control de temperatura y humedad, control de iluminación, riego automático, control de la solución nutritiva y diseño del sistema de monitorización IoT. Estos subsistemas se unirán para formar el prototipo completo, permitiendo la integración de sensores, sistemas de control y conectividad a la nube, como se muestra en la Figura 7.

Los productos esperados incluyen tres informes, siendo el último informe donde se detalle de manera completa el diseño y la implementación de las soluciones funcionales de cada etapa, los esquemas detallados, selección de sensores compatibles con Arduino, la implementación de un sistema IoT que recoja y

presente datos en un servidor gratuito y la unificación del proyecto. Los primeros dos informes fueron para presentar el marco teórico y de referencia de la investigación; el segundo informe, para la presentación del prototipo de la etapa, y, el informe final, era la propuesta a implementar e integrar con los otros proyectos.

Figura 7

Etapas de Diseño y trabajo en grupo



Para evaluar el proceso, se compartió una rúbrica de evaluación (revisar anexo B), con criterios claros y específicos que miden el desempeño de los estudiantes en tres áreas clave: diseño del circuito, código de funcionamiento y exposición de defensa.

- Dentro del diseño del circuito se evalúa la integridad, funcionalidad y eficiencia del diseño. Un trabajo excelente considera todos los componentes necesarios y garantiza un diseño optimizado, mientras que los niveles inferiores reflejan errores, diseños que no funcionan correctamente o funcionan a medias.
- Para el código de funcionamiento se evalúa la calidad del código medidos en términos de estructura, documentación y correcta implementación del algoritmo de control del prototipo del huerto hidropónico controlado por Arduino. Un código excelente debe estar bien escrito, documentado y funcional, mientras que niveles inferiores indican errores, incompletitud o implementaciones incorrectas.
- Para la exposición y defensa se evalúa la capacidad de presentar y defender el proyecto mediante la claridad, organización, uso de lenguaje técnico y habilidad para responder preguntas. Un nivel excelente refleja una presentación detallada y segura, mientras que niveles más bajos indican deficiencias en la explicación o la respuesta a preguntas.

- Dentro de las indicaciones generales estaba que cada grupo se debía de reunir por lo menos dos veces al mes, dejando evidencias de esas reuniones; además, cada grupo seleccionaba un líder y ellos serían los que mantendrían una comunicación activa para lograr integrar el trabajo de todos los en el prototipo final.

Las indicaciones dadas para la implementación del ABP en el diseño de un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino, permiten integrar conocimientos técnicos y habilidades organizativas mediante un enfoque colaborativo y práctico dentro del aula. La estructura del proyecto, dividida en etapas específicas y orientada a la solución de problemas reales, facilitó la subdivisión de tareas entre los estudiantes, promoviendo la responsabilidad individual y el trabajo en equipo. Para fortalecer el trabajo colaborativo, parte de las indicaciones dadas fueron que dentro de la plataforma virtual se debían de evidenciar, como mínimo, dos reuniones ya sean presenciales o virtuales para trabajar en los avances del proyecto.

Como se mencionó dentro de este documento, en el apartado *Recomendaciones para implementar el ABP*, la estructura presentada a los estudiantes detalla cada una de las etapas de diseño, acompañamiento por parte del docente y evaluación, proporcionando a los estudiantes una experiencia integral en la aplicación de sus conocimientos previos, reforzando sus conocimientos teóricos para llevarlos a la práctica. Además, los informes progresivos y la rúbrica de evaluación proporcionan criterios claros para medir el desempeño en áreas clave, así como un proceso de aprendizaje integral, enfocado en la aplicación de competencias teóricas y prácticas en un contexto tecnológico innovador, promoviendo el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades transversales.

Observaciones en el proceso

Al inicio del curso, la implementación del ABP representó un desafío para los estudiantes, quienes no estaban acostumbrados a esta metodología. Las primeras etapas de la ejecución del ABP estuvieron marcadas por la incertidumbre: no sabían por dónde comenzar a investigar, cómo delimitar la información, ni cómo

seleccionar las tecnologías adecuadas. Esta falta de claridad inicial se reflejaba en la dinámica del aula, donde los estudiantes se mostraban evasivos a participar activamente y la comunicación entre los grupos era deficiente.

Como muestra el diagrama de la Figura 7, al principio y al final del proyecto, todos los grupos de estudiantes debían consensuar el prototipo, al inicio en el planteamiento de la idea y al final en la ejecución del proyecto. En esta primera etapa, la selección del tipo de huerto hidropónico a elaborar, el sistema de riego, el tamaño y cantidad de cultivos, dependían de factores como la cantidad de luz, los tipos de nutrientes y la humedad. Aunque se habían elegido líderes de grupo, no se evidenciaba una iniciativa clara de liderazgo. A medida que se dialogó con los estudiantes en clase, se facilitaron las propuestas de ideas y se mejoró la comunicación entre los líderes.

Sin embargo, conforme avanzaba el proyecto, se observó un cambio notable en la dinámica del aula. La implementación del ABP permitió que los estudiantes asumieran un rol más activo y participativo en su aprendizaje. Los equipos comenzaron a organizarse mejor, designando líderes y repartiendo responsabilidades, lo que facilitó el progreso en cada etapa. La evidencia de este mayor interés y participación se manifestó en el aumento de la asistencia a las sesiones de consulta, la búsqueda de información adicional por iniciativa propia y el compromiso con el desarrollo del proyecto. La periodicidad en la presentación de avances motivó a los grupos a trabajar de manera constante y a buscar soluciones creativas a los problemas que surgían. Las reuniones, tanto presenciales como virtuales, se convirtieron en espacios productivos donde compartían hallazgos, resolvían dudas y fortalecían sus habilidades de comunicación. Este cambio positivo en la dinámica del aula evidenció cómo el ABP fomentó la colaboración, el liderazgo y la autonomía en el aprendizaje.

El ABP también fomenta el trabajo colaborativo entre los estudiantes. Se observó cómo se organizaron para investigar diferentes aspectos del proyecto, apoyándose mutuamente en la resolución de problemas técnicos y compartiendo información y recursos a través de plataformas virtuales. Aprenden a gestionar las diferencias de opinión y a llegar a consensos, lo que enriqueció el proceso de aprendizaje y fortaleció los vínculos entre los integrantes de cada grupo.

Superada la etapa inicial de incertidumbre, los estudiantes transitaron hacia una fase caracterizada por la formulación de preguntas más específicas y técnicas. Las dudas generales sobre cómo iniciar el proyecto, dan paso a discusiones sobre las características de los dispositivos electrónicos, la selección de los sensores más adecuados para el control del prototipo de huerto hidropónico y el impacto de cada decisión en el diseño del prototipo. Se observa un incremento notable en el conocimiento técnico de los estudiantes, quienes debatían sobre cómo una decisión tomada en una etapa del proyecto podía afectar el diseño de las demás etapas e incluso la integración final de los prototipos de los diferentes grupos. Este proceso de análisis y toma de decisiones requirió la aplicación del pensamiento crítico, donde los estudiantes tuvieron que analizar diferentes opciones, evaluar sus ventajas y desventajas, y tomar decisiones informadas. Además, tuvieron que resolver problemas imprevistos, adaptando sus diseños o buscando soluciones alternativas.

La creatividad e innovación se evidenciaron en la diversidad de diseños y soluciones que los estudiantes propusieron en las diferentes partes del prototipo de un huerto hidropónico controlado por Arduino. Tomando como punto de partida ejemplos de proyectos realizados por terceros, tuvieron que elegir una propuesta investigando los diferentes tipos de huertos hidropónicos, materiales y tecnologías, analizaron los recursos utilizados en cada caso, evaluaron su viabilidad y adaptaron las ideas a su propio proyecto. Este proceso de investigación llevó a los estudiantes a realizar cotizaciones, comparar precios y buscar proveedores locales que ofrecieran los equipos con las características técnicas requeridas. Algunos ejemplos de soluciones creativas fueron el diseño de sistemas con el uso de materiales reciclados o la adaptación de tecnologías de bajo coste, la implementación de sistemas de control automatizado y de monitoreo remoto.

La creatividad e innovación también se evidenció en la forma en que los estudiantes resolvieron los desafíos de diseño y construcción. Debieron considerar no solo la funcionalidad del huerto hidropónico controlado por Arduino, sino también la seguridad, ya que el uso de componentes eléctricos implicaba riesgos. Idearon soluciones ingeniosas para el montaje de los dispositivos, la distribución del espacio físico y la protección de los circuitos. En esta etapa, los

estudiantes buscaron asesoría personalizada del docente fuera del horario de clase, tanto presencial como virtualmente, para revisar las conexiones, resolver dificultades y asegurar la correcta implementación del proyecto.

En la etapa inicial del proyecto, se observó un escaso interés en el uso del simulador seleccionado, a pesar de ser una tecnología con licencia libre. Sin embargo, algunos grupos, motivados por la necesidad de resolver dificultades específicas, exploraron y adoptaron otros simuladores (también con licenciamiento libre) que se ajustaban mejor a sus necesidades. Este proceso de búsqueda y selección de herramientas evidenció la capacidad de los estudiantes para identificar recursos tecnológicos y adaptarlos a sus requerimientos.

El uso de simuladores cumplió un rol fundamental, ya que permitía probar el funcionamiento de los dispositivos virtualmente antes de implementarlos físicamente. El docente guió a los estudiantes en el uso del simulador, enseñándoles a comparar los datos obtenidos teóricamente con los resultados de la simulación. Inicialmente, los estudiantes repetían los ejercicios propuestos por el docente, introduciendo leves modificaciones para observar los cambios en los resultados.

Posteriormente, se les asignaron tareas que implicaban la creación de simulaciones desde cero, culminando con la simulación de sus propios diseños. Esta progresión en el uso del simulador permitió comprender la importancia de la simulación en el diseño de sistemas digitales y les brindó la oportunidad de experimentar con diferentes configuraciones y variables. Además, la etapa de implementación física permite contrastar los resultados de la simulación con la realidad, reconociendo que factores como los efectos de campo magnético, no considerados en la simulación, podían afectar el funcionamiento de los circuitos.

Al final, los estudiantes no solo lograron desarrollar un prototipo funcional, sino que también adquirieron confianza en sus capacidades para investigar, diseñar y trabajar en equipo, transformando una actividad inicialmente percibida como compleja en una experiencia enriquecedora. El ABP contribuyó a un aprendizaje más significativo y profundo, motivando a los estudiantes a involucrarse activamente en la asignatura y permitiéndoles aplicar los conocimientos teóricos a la práctica.

Además, el proyecto contribuyó al desarrollo de habilidades transversales como la comunicación, el liderazgo y la autonomía, esenciales para su futuro profesional.

Entrevista de estudiantes

La entrevista constaba de cuatro preguntas abiertas que estaban diseñadas para obtener información cualitativa sobre la experiencia de los estudiantes con el ABP (los detalles de la entrevista se encuentran en el anexo C), cómo percibieron su aprendizaje y cómo se relacionó con el desarrollo de competencias técnicas y transversales. Se buscó evaluar la metodología de aprendizaje y su impacto en las competencias técnicas y transversales

1. ¿Cómo describirías tu experiencia general trabajando en el diseño del huerto hidropónico, incluyendo la metodología de trabajo en equipo y tu rol activo en el proyecto?
2. ¿Qué aprendiste sobre Sistemas Digitales al diseñar el huerto hidropónico que no hubieras aprendido con una clase tradicional?
3. ¿Qué habilidades, como la creatividad o la resolución de problemas, desarrollaste o fortaleciste durante este proyecto?
4. ¿Qué te pareció más valioso y qué podría mejorarse de la experiencia en este proyecto?

El análisis de las entrevistas realizadas a los estudiantes en cuanto a la metodología de aprendizaje, destaca la importancia del ABP en la aplicación de los conocimientos teóricos en un contexto real. Resaltaron la posibilidad de experimentar, manipular componentes electrónicos, programar microcontroladores (Arduino) y crear un proyecto tangible, lo que contrasta con la enseñanza tradicional. Las respuestas también evidencian el impacto del ABP en las competencias técnicas y transversales, mencionando dentro de las competencias técnicas desarrolladas el aprendizaje sobre el uso de Arduino, la programación en lenguaje C++, la conexión de sensores y el diseño de circuitos. En relación con las competencias transversales, destacaron el desarrollo del trabajo en equipo, la creatividad, la resolución de problemas, la comunicación y el liderazgo.

Además, como aspectos positivos y a mejorar de la experiencia, los estudiantes valoraron de manera positiva la experiencia, el

aprendizaje práctico, el trabajo en equipo y la libertad para elegir herramientas tecnológicas adecuadas. Como aspectos a mejorar, se mencionaron las dificultades iniciales para la metodología, la necesidad de mayor acceso a recursos brindados por la universidad y la importancia de una mejor organización de los equipos.

Resultados de las encuestas

El cuestionario se realizó en tres bloques con preguntas en escala de Likert. El primer bloque contenía seis preguntas sobre las competencias técnicas, estas preguntas buscaban cuantificar el nivel de conocimiento en sistemas digitales, la habilidad para diseñar circuitos digitales y la aplicación de los sistemas digitales en el diseño de un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino. El segundo bloque de seis preguntas era sobre las competencias transversales, que buscaban cuantificar el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas. El tercero sobre la evaluación con cinco preguntas trataba sobre la evaluación, donde se buscaba cuantificar la frecuencia de evaluaciones formativas, la frecuencia de evaluaciones sumativas y la calidad de la retroalimentación. El resumen de los resultados de la encuesta se encuentra en el anexo D.

Análisis sobre competencias técnicas

La Tabla 4 presenta un análisis descriptivo de las respuestas recopiladas sobre la autoevaluación sobre las Competencias Técnicas desarrolladas por los estudiantes antes y después de realizar el proyecto, para ello se realizaron seis preguntas donde se utilizó la siguiente escala de Likert con la siguiente ponderación: muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5).

1. ¿Cómo evaluarías tu nivel de conocimiento en sistemas digitales antes de iniciar el proyecto?
2. ¿Cómo evaluarías tu habilidad para diseñar circuitos digitales antes de iniciar el proyecto?
3. ¿Cómo evaluarías tu habilidad para diseñar circuitos digitales después de finalizar el proyecto?
4. ¿Cómo te ayudó el proyecto a comprender la aplicación de los sistemas digitales en huerto hidropónico?

- 5. ¿Cómo te ayudó el proyecto a aplicar los conceptos teóricos de la asignatura en la práctica?
- 6. ¿Cómo evaluarías tu nivel de conocimiento en sistemas digitales después de finalizar el proyecto?

En esta sección se evaluó la percepción de los estudiantes sobre su nivel de conocimiento en sistemas digitales y su habilidad para diseñar circuitos digitales, tanto al inicio como al final del proyecto. Además, se exploró cómo el proyecto contribuyó a la comprensión de la aplicación de sistemas digitales en el contexto de los huertos hidropónicos y a la aplicación de los conceptos teóricos de la asignatura en la práctica.

Tabla 4
Resumen de resultados de las preguntas relacionadas con las competencias técnicas

	P 1.1	P 1.2	P 1.3	P 1.4	P 1.5	P 1.6
Media	2.53	2.71	3.94	4.00	4.24	3.88
Mediana	2	2	4	4	4	4
Desviación estándar	1.09	1.13	0.80	0.77	0.64	0.68

Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes revelan un impacto positivo del proyecto en el nivel de conocimiento sobre sistemas digitales. Previo a la implementación del proyecto, los estudiantes autoevaluaron su nivel de conocimiento con una media de 2.53 y una mediana de 2. Tras la finalización del proyecto, se observó un incremento significativo en la autoevaluación, alcanzando una media de 3.88 y una mediana de 4. Este aumento sugiere que el proyecto contribuyó efectivamente a la adquisición de conocimientos en el área de sistemas digitales.

En lo que respecta a la habilidad para el diseño de circuitos digitales, se identificó una tendencia similar. Antes del proyecto, los estudiantes reportaron una habilidad media de 2.71, la cual ascendió a 3.94, después del proyecto. La mediana también experimentó un aumento, pasando de 2 a 4. Estos datos indican que el proyecto no solo fortaleció los conocimientos teóricos, sino que también fomentó el desarrollo de habilidades prácticas en el diseño de circuitos.

Otro aspecto evaluado fue la contribución del proyecto a la comprensión de la aplicación de sistemas digitales en el diseño de un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino y a la aplicación práctica de los conceptos teóricos de la asignatura. En ambos casos, se obtuvo una media de 4, lo que evidencia la efectividad del proyecto en la integración de la teoría con la práctica y en la contextualización de los sistemas digitales en un campo de aplicación específico.

Es importante destacar que las respuestas obtenidas presentaron desviaciones estándar relativamente bajas, lo cual indica un alto grado de consenso entre los estudiantes en sus apreciaciones.

Análisis sobre competencias transversales

La Tabla 5 presenta un análisis sobre la autoevaluación de las competencias transversales desarrolladas por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto; para ello se realizaron seis preguntas donde se utilizó la siguiente escala de Likert con la siguiente ponderación: Totalmente en desacuerdo (1), En desacuerdo (2), Neutral (3), De acuerdo (4), Totalmente de acuerdo (5).

- El proyecto fomentó el trabajo en equipo en mi grupo.
- El proyecto me ayudó a desarrollar mi creatividad.
- El proyecto me ayudó a mejorar mi habilidad para resolver problemas.
- El proyecto me ayudó a mejorar mi comunicación con mis compañeros.
- El proyecto me ayudó a ser más responsable con mis tareas.
- El proyecto me ayudó a desarrollar mi capacidad de liderazgo.

Las preguntas desarrolladas en esta sección querían evidenciar el trabajo en equipo, la creatividad, la habilidad para resolver problemas, la comunicación, responsabilidad y liderazgo.

Como se observa en la Tabla 5, todas las competencias transversales evaluadas obtuvieron medias superiores a 4.0, lo que indica una percepción general positiva por parte de los estudiantes sobre el impacto del proyecto en su desarrollo. En particular, la mediana de 5 en todas las preguntas refuerza que la mayoría de los estudiantes estuvieron “De acuerdo” o “Totalmente de acuerdo” con las afirmaciones sobre el desarrollo de cada competencia.

Tabla 5

Resumen de resultados de las preguntas relacionadas con las competencias transversales.

	P 2.1	P 2.2	P 2.3	P 2.4	P 2.5	P 2.6
Media	4.47	4.65	4.59	4.53	4.76	4.41
Mediana	5	5	5	5	5	5
Desviación Estándar	0.7	0.59	0.49	0.7	0.42	0.69

La mediana de 5 en todas las preguntas refuerza la interpretación, señalando que al menos la mitad de los estudiantes se ubicaron en el punto más alto de la escala (“Totalmente de acuerdo”). Las desviaciones estándar son relativamente bajas, lo que sugiere un alto grado de consenso entre los estudiantes en sus evaluaciones.

Los resultados sugieren que la implementación de un proyecto bajo el enfoque ABP puede ser una estrategia efectiva para fomentar el desarrollo de competencias transversales en estudiantes de Sistemas Digitales. El proyecto brindó a los estudiantes la oportunidad de trabajar en equipo, ser creativos, resolver problemas, comunicarse efectivamente, ser responsables con sus tareas y desarrollar su capacidad de liderazgo, habilidades esenciales para su futuro profesional.

Análisis sobre la evaluación

La Tabla 6 presenta un análisis sobre la percepción de los estudiantes sobre las evaluaciones desarrolladas durante el desarrollo del proyecto; para ello se realizaron cinco preguntas donde se utilizó la siguiente escala de Likert con la siguiente ponderación: Totalmente en desacuerdo (1), En desacuerdo (2), Neutral (3), De acuerdo (4), Totalmente de Acuerdo (5).

1. La retroalimentación que recibí durante el desarrollo del proyecto fue oportuna y útil.
2. Las evaluaciones sumativas (con nota) me permitieron demostrar mi aprendizaje de manera efectiva
3. Las evaluaciones formativas (sin nota) me ayudaron a comprender mejor los conceptos de la asignatura.
4. Sentí que las evaluaciones fueron justas y reflejaron mi esfuerzo en el proyecto.

5. El proceso de evaluación en general me pareció adecuado para el tipo de proyecto que realizamos.

Para esta sección se evaluaron las siguientes dimensiones del proceso de evaluación:

En esta sección se analizaron diferentes aspectos del proceso de evaluación, incluyendo la oportunidad y utilidad de la retroalimentación proporcionada durante el proyecto, la efectividad de las evaluaciones sumativas para demostrar el aprendizaje, la contribución de las evaluaciones formativas a la comprensión de los conceptos, la percepción de justicia y correspondencia de las evaluaciones con el esfuerzo realizado, y la adecuación del proceso de evaluación en general al tipo de proyecto desarrollado.

Tabla 6

Resumen de resultados de las preguntas relacionadas con la evaluación

	P 3.1	P 3.2	P 3.3	P 3.4	P 3.5
Media	4.29	4.35	4.24	4.24	4.24
Mediana	4	5	4	4	4
Desviación Estándar	0.67	0.76	0.64	0.73	0.81

Los resultados indican una percepción general positiva del proceso de evaluación. Las medias superiores a 4.0 en todas las dimensiones, sugieren que los estudiantes están “De acuerdo” o “Totalmente de acuerdo” con que la retroalimentación fue útil, las evaluaciones fueron justas y el proceso en general fue adecuado para el proyecto.

La mediana de 4, en la mayoría de las preguntas, indica que, al menos la mitad de los estudiantes, se ubicaron en el punto “De acuerdo” de la escala. En el caso de las evaluaciones sumativas, la mediana de 5 sugiere que al menos la mitad de los estudiantes percibieron que estas evaluaciones les permitieron demostrar su aprendizaje de manera efectiva.

Las desviaciones estándar, aunque algo más altas que en las competencias transversales, se mantienen en un rango aceptable, lo que indica un grado razonable de acuerdo entre los estudiantes en sus percepciones sobre la evaluación.

Resultados en promedios de los estudiantes

En esta sección se comparan los resultados de aprendizaje obtenidos mediante la evaluación tradicional y la metodología ABP, en el contexto del diseño de un prototipo de huerto hidropónico controlado por Arduino, como se muestra en la Tabla 7. Se busca determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes al utilizar un enfoque de enseñanza más activo y centrado en el estudiante.

La evaluación tradicional se basó en dos componentes principales. En primer lugar, para evaluar la comprensión de los conceptos teóricos, se utilizaron pruebas de opción múltiple. En segundo lugar, la evaluación práctica se llevó a cabo mediante ejercicios prácticos desarrollados de manera lógica en papel, laboratorios con simulación, entrega de guías y trabajos de investigación teórica.

Por otro lado, la evaluación en el contexto del ABP se caracterizó por un enfoque más integral y diverso. Se utilizaron rúbricas para evaluar el desempeño de los estudiantes en diferentes aspectos del proyecto, como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la creatividad. Además, se realizaron defensas privadas y exposiciones abiertas al público para evaluar la comprensión del proyecto y la capacidad de comunicación de los estudiantes. La generación de videos y otros productos permitió a los estudiantes demostrar su aprendizaje de manera creativa. Finalmente, se integró la parte de laboratorio con la parte práctica del proyecto, fomentando una aplicación más directa de los conocimientos teóricos.

Tabla 7

Comparación de resultados entre evaluación tradicional y ABP

Tipo de evaluación	Media	Mediana	Desviación estándar
Evaluación teórica tradicional	6.65	6.92	1.99
Evaluación práctica tradicional	9.23	9.38	1.02
Evaluación teórica ABP	9.80	10.00	0.44
Evaluación práctica ABP	9.08	10.00	1.1

A partir de los datos de la Tabla 7, se aprecia una diferencia notable en las notas de la evaluación teórica. La media de la evaluación

teórica ABP (9.80) es considerablemente mayor que la de la evaluación teórica tradicional (6.65). Esto sugiere que el ABP, con su enfoque en la aplicación de la teoría en un proyecto real, puede favorecer una comprensión más profunda de los conceptos teóricos.

En cuanto a la evaluación práctica, las medias son similares en ambos enfoques, aunque la mediana es ligeramente mayor en la evaluación ABP. Esto indica que, si bien el ABP no necesariamente mejora el rendimiento práctico en general, sí puede ayudar a una mayor proporción de estudiantes a alcanzar un nivel de desempeño superior.

Las desviaciones estándar son mayores en las evaluaciones tradicionales, especialmente en la teórica. Esto podría indicar una mayor variabilidad en el rendimiento de los estudiantes bajo este enfoque, mientras que el ABP parece promover un aprendizaje más consistente.

Conclusiones

El análisis de los resultados demuestra que el ABP tuvo un impacto significativo en el desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes de la asignatura Sistemas Digitales. Los datos cuantitativos y cualitativos revelaron un incremento notable en el nivel de conocimiento sobre sistemas digitales y en la habilidad para diseñar circuitos digitales. Antes del proyecto, los estudiantes autoevaluaron su nivel de conocimiento con una media de 2.53, mientras que después del proyecto, esta media aumentó a 3.88. Este incremento sugiere que el ABP no solo reforzó los conocimientos teóricos, sino que también permitió a los estudiantes aplicar estos conocimientos en un contexto práctico, como el diseño de un huerto hidropónico controlado por Arduino.

Además, los estudiantes destacaron en las entrevistas que el proyecto les permitió aprender sobre el uso de Arduino, la programación en lenguaje C++, la conexión de sensores y el diseño de circuitos, habilidades que no hubieran desarrollado de la misma manera en una clase tradicional. Esto confirma que el ABP es una metodología efectiva para fomentar el aprendizaje práctico y la aplicación de conceptos teóricos en situaciones reales.

El ABP también demostró ser una herramienta eficaz para el desarrollo de competencias transversales, como el trabajo en equipo, la creatividad, la resolución de problemas, la comunicación y el liderazgo. Los resultados de las encuestas mostraron que los estudiantes percibieron un alto nivel de desarrollo en estas habilidades, con medias superiores a 4.0 en todas las competencias evaluadas. En particular, la responsabilidad con las tareas y el desarrollo creativo fueron las competencias más destacadas, con medias de 4.76 y 4.65, respectivamente.

Las observaciones en el aula y las entrevistas corroboraron estos hallazgos, ya que se evidenció un cambio positivo en la dinámica de los grupos de trabajo. Los estudiantes pasaron de una fase inicial de incertidumbre y falta de comunicación a una etapa de colaboración efectiva, donde asumieron roles activos y lideraron el desarrollo del proyecto. Esto sugiere que el ABP no solo fomenta el aprendizaje técnico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos profesionales que requieren habilidades blandas.

En cuanto a los resultados académicos, se observó una diferencia significativa entre la evaluación tradicional y la evaluación basada en el ABP. La media de la evaluación teórica bajo el enfoque ABP fue de 9.80, en comparación con 6.65 en la evaluación tradicional. Esto indica que el ABP favorece una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos teóricos. Además, la evaluación práctica bajo el ABP mostró una mayor consistencia en el rendimiento de los estudiantes, con una mediana de 10.00, lo que sugiere que el ABP ayuda a un mayor número de estudiantes a alcanzar un nivel de desempeño superior.

Los estudiantes valoraron positivamente la retroalimentación continua y las evaluaciones formativas durante el desarrollo del proyecto. Las encuestas mostraron que los estudiantes percibieron que las evaluaciones fueron justas y reflejaron su esfuerzo, con una media de 4.24 en la percepción de justicia y adecuación del proceso de evaluación. Esto refuerza la importancia de implementar estrategias de evaluación continua y formativa en el ABP, ya que no solo miden los resultados finales, sino que también fomentan el aprendizaje durante todo el proceso.

En conclusión, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) demostró ser una metodología efectiva para el desarrollo de competencias técnicas y transversales en estudiantes de ingeniería. Los resultados

indican que el ABP no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta habilidades esenciales para el entorno laboral, como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas. Además, la evaluación continua y formativa bajo el enfoque ABP permitió a los estudiantes recibir retroalimentación constructiva y ajustar su desempeño durante el proceso, lo que contribuyó a un aprendizaje más significativo y profundo.

Recomendaciones

Resolución de conflictos

La transición de una evaluación tradicional, centrada en exámenes y pruebas escritas, a una metodología centrada en el estudiante como el ABP, implica un cambio significativo en la dinámica del aula y en el rol del docente. Este enfoque fomenta el trabajo colaborativo entre los estudiantes, lo que puede generar conflictos internos debido a diferencias en estilos de trabajo, niveles de compromiso o habilidades de comunicación.

El docente debe estar atento a las señales de conflicto, como la falta de participación de algunos miembros, discusiones frecuentes o retrasos en el progreso del proyecto. La observación directa y las reuniones de seguimiento son herramientas clave para detectar estos problemas a tiempo. El docente debe actuar como mediador, facilitando un diálogo constructivo entre las partes involucradas. Es importante que el docente escuche a todos los miembros del grupo, identifique las causas del conflicto y proponga soluciones que sean aceptables para todos. En casos extremos, cuando los conflictos no pueden resolverse y afectan significativamente el progreso del proyecto, el docente puede considerar la reestructuración de los grupos. Esto debe hacerse con cuidado, asegurándose de que los estudiantes entiendan las razones de la decisión y que se mantenga un ambiente de respeto y colaboración.

Formación y capacitación docente

La implementación exitosa del ABP requiere que los docentes estén capacitados en metodologías activas y en el uso de herramientas tecnológicas. Se sugiere:

- Talleres de formación: ofrecer talleres y capacitaciones sobre ABP, evaluación formativa y uso de TIC para docentes.
- Comunidades de práctica: crear espacios donde los docentes puedan compartir experiencias, buenas prácticas y soluciones a desafíos comunes en la implementación del ABP.
- Mentoría entre pares: establecer un sistema de mentoría, donde docentes con experiencia en ABP guíen a aquellos que están comenzando a implementar esta metodología.

Recomendación por parte de los estudiantes

Aunque el ABP demostró ser una metodología efectiva, los estudiantes también señalaron áreas de mejora, como la necesidad de una mayor organización inicial de los equipos y un mejor acceso a recursos tecnológicos proporcionados por la universidad. Estas observaciones sugieren que, para maximizar el impacto del ABP, es necesario brindar un mayor apoyo logístico y técnico a los estudiantes, especialmente en las etapas iniciales del proyecto.

Referencias

- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V., & Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación docente desde las aulas universitarias. *Formación universitaria*, 9(3), 31-38. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005>
- Cobo Gonzales, G., & Valdivia Cañotte, S. M. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos. Pontificia Universidad Católica del Perú. Instituto de Docencia Universitaria. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170374>
- Cukierman, U. R. (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería.
- Domínguez-Rodríguez, Y. (2022). Instrumentos y tipos de evaluación. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 4(7), Article 7.
- Duré, D. A., Aranda, M. I., Vargas, O. C., & Bernaola, G. (2019). Aprendizaje basado en proyectos y la formación basada en competencias el trabajo en equipo en los estudiantes de ingeniería electromecánica. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/55>
- Martín, J. L., Martínez, P., Fernández, G. M., & Bravo, C. (2016). Analizando el desarrollo de las habilidades STEM a través de un proyecto ABP con Arduino y su relación con el rendimiento académico. *OEA Portal educativo*. <https://recursos.educoas.org/publicaciones/analizando-el-desarrollo-de-las-habilidades-stem-trav-s-de-un-proyecto-abp-con-arduino>
- Padilla Lavin, M. (2008). Un acercamiento a la comprensión del reto universitario ante la generación net y su integración al mundo laboral en México.
- Parra, A. (11 de septiembre de 2020). ¿Qué es la investigación cuasi experimental? *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-cuasi-experimental/>
- Parra Castrillón, J. E., Amariles Camacho, M. J., & Castro Castro, C. A. (2016). Aprendizaje basado en problemas en el camino a la innovación en ingeniería. *Revista Ingenierías USBMed*, 7(2), 96-103.
- Piguave Pérez, V. R. (2014). Importancia del desarrollo de la creatividad para los estudiantes de la carrera de Ingeniería

- Comercial desde el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ministerio de Educación de Perú. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/2927>
- Posada-Vasco, C. P. (2021). Conexión entre las ciencias exactas, ingeniería aplicada y el perfil profesional del ingeniero [Proyecto de Grado, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de Oriente, Rionegro-Antioquia] <https://repositorio.uco.edu.co/server/api/core/bitstreams/5892240d-dd9f-42d4-87d9-9dabfbecb7e5/content>
- Romero-Valderrama, A. C., Forero-Romero, A., & Rodríguez-Hernández, A. A. (2018). Análisis comparación del aprendizaje basado en proyectos de forma tradicional y con mediación de las TIC. *Revista ESPACIOS*, 39(52). <http://es.revistaespacios.com/a18v39n52/18395228.html>
- Sáenz Higuera, A. (2014). ¿Cómo evaluar una actividad ABP? *Revista Padres y Maestros* (323), 34-37. <https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/1394>
- Tavera, I. H. P. (2023). Arduino en el nivel medio superior. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4*, 11(22), Article 22. <https://doi.org/10.29057/prepa4.v11i22.10962>
- Tejedor Tejedor, F. J. (1992). Medición criterial vs. Normativa. *Metodología educativa I. Jornadas de Metodología de Investigación Educativa* (A Coruña, 23-24 abril 1991), coordinadores Eduardo Abalde Paz, Jesús Miguel Muñoz Cantero. Universidade da Coruña, pp. 57-75. <http://hdl.handle.net/2183/8531>
- Universidad Pedagógica de El Salvador. (2024). Catálogo Institucional. <https://www.pedagogica.edu.sv/wp-content/uploads/2024/01/Catalogo-Institucional-2024.pdf>
- Universidad Pedagógica de El Salvador. (s.f.). Ingeniería industrial. Recuperado el 8 de noviembre de 2024, de <https://www.pedagogica.edu.sv/facultad-de-ingenieria/ingenieria-industrial/>
- Vadillo, J. Á., Usandizaga, I., Goñi, A., & Blanco, J. M. (2015). Análisis de los resultados de la implantación ABP en un Grado de Ingeniería Informática. JENUI 2015. Actas del simposio-taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación. Universitat Oberta La Salle ed. Andorra la Vella: Universitat Oberta La Salle, p. 2-9. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/77460>

- Vargas Vargas, N. A., Niño Vega, J. A., & Fernández Morales, F. H. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por TIC para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Boletín Redipe*, 9(3), 167-180.
- Vilugrón, D. (22 de junio 2021). Metodologías activas de aprendizaje: desarrollo constructivo de la educación centrada en el estudiante. UCSC. <https://ucsc.cl/medios-ucsc/noticias/metodologias-activas-de-aprendizaje-desarrollo-constructivo-de-la-educacion-centrada-en-el-estudiante/>
- Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., & Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: Guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), Article 4. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

Anexos

Anexo A – Indicaciones a estudiantes

El anexo A presenta las indicaciones dadas a los estudiantes para realizar el proyecto.

Diseño de prototipo para huerto hidropónico controlado por Arduino

Dentro de la asignatura de Sistemas Digitales, cursada por los estudiantes de Ingeniería en ciencias de la computación, se pretende realizar un proyecto en formato cuaderno. Este cuaderno será trabajado uniendo todos los insumos que entreguen los estudiantes a partir de sus propias experiencias en el diseño de prototipo para huerto hidropónico controlado por Arduino.

Un huerto hidropónico es un sistema de cultivo que prescinde del suelo como sustrato y proveedor de nutrientes. En lugar de ello, las plantas se cultivan en una solución nutritiva. Los pasos esenciales para generar un cultivo hidropónico¹:

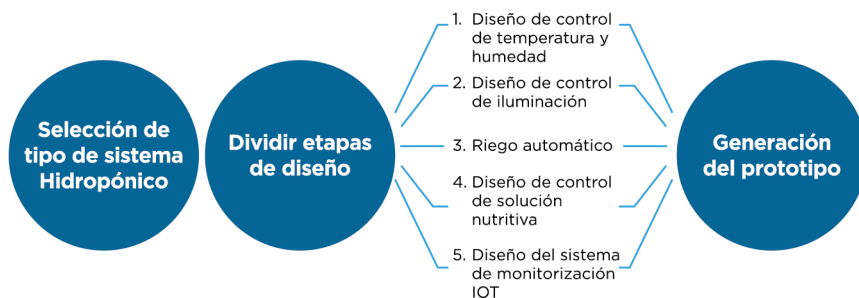
- **Elección del sistema adecuado:** existen varios sistemas de cultivo hidropónico, como la cultura de aguas profundas. La elección del sistema depende de las necesidades y recursos. Dependiendo de la elección, los estudiantes deberán de diseñar el prototipo del sistema.
- **Selección de plantas:** se puede cultivar una variedad de plantas en un sistema hidropónico, incluyendo fresas, tomates y lechugas. A partir de la selección de la planta, se identificarán las características, la solución nutritiva, iluminación y el control de temperatura y humedad, que son las variables que se controlará con el sistema Arduino.
- **Preparación del medio de cultivo:** para preparar el medio de cultivo se necesita un recipiente, preferiblemente de color oscuro para evitar que la luz llegue a las raíces, con una profundidad de 20 cm a 30 cm.

¹ Qué son los huertos hidropónicos. Qué son los huertos hidropónicos: características y tipos | Renovables Verdes

- **Preparación de la solución nutritiva:** la solución nutritiva es una mezcla de nutrientes esenciales disueltos en agua que se utiliza para alimentar a las plantas. Los nutrientes esenciales incluyen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cloro. La solución nutritiva debe ser monitoreada y ajustada regularmente por el sistema para asegurar que las plantas reciban los nutrientes necesarios para su crecimiento.
- **Iluminación:** Las plantas necesitan luz para crecer. En un huerto hidropónico, la iluminación artificial se utiliza a menudo para proporcionar la cantidad adecuada de luz para las plantas. La elección de la iluminación depende del tipo de planta que se cultiva y del espacio disponible, que deberá de ser monitoreado y controlado por el sistema.
- **Control de temperatura y humedad:** Las plantas necesitan una temperatura y humedad adecuadas para crecer. En un huerto hidropónico, es importante controlar la temperatura y la humedad para asegurar que las plantas crezcan de manera saludable. La elección del sistema de control de temperatura y humedad depende del espacio disponible, del presupuesto y del tipo de plantas a cultivar.

El proyecto llevará las siguientes etapas que se muestran en el esquema:

- **Selección de tipo de sistema hidropónico:** donde como grupo seleccionaremos el sistema y el tipo de cultivo a generar.
- **Dividir etapas de diseño:** el grupo de clases se subdividirá en cuatro grupos de trabajo, donde generarán el diseño del control de temperatura y humedad, iluminación, solución nutritiva y todos estos datos serán recibidos en un centro de monitoreo que se podrá conectar a un servidor en la nube, usando recurso gratis o libre.
- **Generación del prototipo:** se busca que la unión de estos cuatro diseños, se genere el prototipo del sistema.



Explicación de las etapas del proyecto:

1. **Diseño de control de temperatura y humedad:** esta etapa se encargará de la medición y control de la temperatura en el sistema. Para ello es necesario investigar sobre sensores de temperatura y humedad, sus características técnicas, forma de comunicación y su compatibilidad con Arduino. También, será necesario investigar formas de generar temperatura y humedad dentro del sistema.
2. **Diseño de control de iluminación:** esta etapa se encargará de la medición y control de la iluminación en el sistema. Para ello es necesario investigar sobre sensores de luz, sus características técnicas, forma de comunicación y su compatibilidad con Arduino. También, será necesario investigar formas de generar temperatura y humedad dentro del sistema.
3. **Riego automático:** esta etapa se encargará de la programación de riego al día, presentará la característica de tener la fecha y hora en tiempo real, programando el encendido y apagado de la bomba. Para que esta función se pueda realizar la solución nutritiva debe de ser la adecuada para el riego.
4. **Diseño de control de solución nutritiva:** esta etapa se encargará de la medición y control de la solución nutritiva; es decir, la calidad de agua a usar en el huerto hidropónico. Para ello es necesario investigar sobre que variables se consideran para la calidad de agua, investigar y seleccionar los sensores que más se adecuen a partir de sus características técnicas, forma de comunicación y su compatibilidad con Arduino. En este caso hay diferentes variables a medir de calidad de agua, seleccionar una o dos variables (un criterio será el costo del sensor)
5. **Diseño del sistema de monitorización IoT:** esta etapa se encargará de la recolección de las mediciones de las otras etapas y se encargará de presentar la información en la nube, esto por medio de conexión a internet. Por ello, se deberá de investigar cómo crear IoT, las herramientas gratuitas disponibles, en esta parte se verá limitado a los servidores gratis que permiten estos servicios, es por ello, que se deberá de sacar el máximo provecho a las herramientas.

Para trabajar el proyecto se hará de la siguiente manera.

1. Cada grupo de trabajo presentará a un líder grupo que se estará coordinando con los otros líderes para generar el prototipo del Huerto Hidropónico.
2. Cada grupo deberá de seleccionar con que temática estará trabajando:
 - a. Iluminación.
 - b. Control de temperatura y humedad.
 - c. Riego automático.
 - d. Control de la solución nutritiva.
 - e. Diseño del sistema de monitorización con IOT.

Anexo B – Rúbrica de evaluación

El anexo B presenta la rúbrica de evaluación utilizada para evaluar los resultados del proyecto.

Criterio	Diseño del Circuito 10 %	Código de Funcionamiento 10 %	Exposición Defensa 20 %
Excelente (100 %)	El diseño del circuito es completo, funcional y eficiente, considerando todos los componentes necesarios para el control del huerto hidropónico.	El código está bien escrito, documentado y estructurado de manera lógica. Implementa de manera correcta el algoritmo de control para el huerto hidropónico.	La exposición es clara, organizada y concisa, utilizando un lenguaje técnico adecuado. El estudiante explica de manera detallada el funcionamiento del circuito y el código, respondiendo a las preguntas de manera completa y segura.
Bueno (80 %)	El diseño del circuito es funcional, pero presenta algunos errores o falta de optimización.	El código está escrito de manera comprensible, pero presenta algunos errores o falta de documentación. Implementa el algoritmo de control de manera general.	La exposición es clara y organizada, pero presenta algunos errores o falta de detalles. El estudiante explica el funcionamiento del circuito y el código de manera general, respondiendo a las preguntas de manera general.

Criterio	Diseño del Circuito 10 %	Código de Funcionamiento 10 %	Exposición Defensa 20 %
Regular (60 %)	El diseño del circuito es incompleto o presenta errores significativos que afectan su funcionalidad.	El código está incompleto o presenta errores significativos que afectan su funcionamiento. La implementación del algoritmo de control es incorrecta o incompleta.	La exposición es incompleta o presenta errores significativos. El estudiante no explica de manera clara el funcionamiento del circuito y el código, o no responde a las preguntas.
Insuficiente (40 %)	El diseño del circuito es incompleto y presenta errores graves que impiden su funcionamiento.	El código está incompleto y presenta errores graves que impiden su funcionamiento. La implementación del algoritmo de control es incorrecta o inexistente.	La exposición no es clara ni organizada y presenta errores graves. El estudiante no explica el funcionamiento del circuito y el código, o no responde a las preguntas.

Anexo C – Entrevista a estudiantes

El anexo C presenta las respuestas obtenidas por los estudiantes en la entrevista.

¿Cómo describirías tu experiencia general trabajando en el diseño del huerto hidropónico, incluyendo la metodología de trabajo en equipo y tu rol activo en el proyecto?

Estudiante 1: me pareció interesante ya que debimos de estudiar y diseñar la estructura del huerto para que fuera funcional adecuando cada parte a los sensores (en este caso se utilizaron otras opciones ya que no existían en el país o eran muy caros); de la misma forma, el huerto estaba pensando en una base más grande pero debido al tiempo no lo pudimos pasar a una PCB con diseño y haber realizado la medición con una CNC; en tanto al trabajo en grupo fue muy activo ya que se compartió conocimientos acerca de Arduino y componentes, de cómo usarlos o formas a la hora de programarlos.

Estudiante 2: fue una valiosa oportunidad para conocer a mis compañeros de curso. Separar a los que trabajan y a los que no, para futuros trabajos en otras materias. Además, del aprendizaje de una plataforma, en miras a futuro, para la materia de robótica

Estudiante 3: una experiencia muy gratificante, ya que logramos crear un proyecto muy interesante; puedo decir que la metodología que se usó fue esencial para poder lograr el objetivo de la actividad.

Estudiante 4: un proyecto completo sobre uso de la tecnología implementando en la naturaleza; proyecto muy útil en la vida diaria y el desarrollo ambiental. El proyecto lleva una experiencia de trabajo en equipo con varios grupos para trabajar entre sí y coordinar, para, al final, tener un resultado exitoso.

Estudiante 5: mi experiencia, como tal, trabajando en el proyecto, implicó un desafío y, a la vez, fue una experiencia agradable con compañeros que fueron responsables a la hora de unir los proyectos. También considero que con el proyecto aprendimos mucho más, al poner en práctica muchas de las cosas vistas en clase y manipular los diferentes componentes y programarlos; creo que muchos aprendimos bastante sobre cosas que, talvez, se nos dificultaba entender solo con la teoría.

Estudiante 6: fue una experiencia muy interesante y diferente a lo común.

Estudiante 7: en mi experiencia fue un proyecto que me emocionó bastante por el prototipo a realizar.

Estudiante 8: fue una experiencia muy diferente, ya que habíamos trabajado solamente con la metodología en línea y, en mi opinión, para el mejor desarrollo de la carrera, se necesita interacción presencial. Por lo que, en lo personal, me gustó demasiado la participación en dicho proyecto.

Estudiante 9: organizada y muy interactiva al momento de recolectar toda la información.

Estudiante 10: fue una buena experiencia en la cual conocí más acerca de sistemas digitales y acerca de cómo armar un huerto hidropónico, ya que fue mi primera vez en un proyecto como este.

Estudiante 11: buena experiencia en poder tomar el rol de investigación, trabajo en equipo y aportar ideas [y] soluciones para poder desarrollar el trabajo final.

Estudiante 12: muy buena.

Estudiante 13: muy buena, ya que, al ser nuevo todo el tema, tocó ser autodidactas.

Estudiante 14: súper bueno.

Estudiante 15: una experiencia única [de] cómo poder gestionar en equipo y poder trabajar con el apoyo y experiencia de otros compañeros.

Estudiante 16: fue una experiencia única, con un proyecto innovador y beneficioso al medio ambiente y en nuestro aprendizaje.

Estudiante 17: en el proyecto tuve un rol activo en el diseño y desarrollo del huerto hidropónico, centrándome en mencionar tareas específicas; por ejemplo: la selección de sistemas hidropónicos, la optimización del uso de recursos hídricos, o el diseño de la distribución de las plantas.

¿Qué aprendiste sobre Sistemas Digitales al diseñar el huerto hidropónico que no hubieras aprendido con una clase tradicional?

Estudiante 1: el diseño de estructura debido a que revisamos cuál diseño era el más adecuado en las reuniones y, debido a eso, es que cada persona pudo incluir su grano de conocimiento para poder realizarlo con éxito.

Estudiante 2: realmente el aprendizaje de Arduino fue desde cero, además del uso de Proteus para el diseño y optimización del código (que todo el código del huerto no sobrepasará la memoria de la placa).

Estudiante 3: fue la parte de los componentes y los equipos a utilizar, ya que por medio de esos componentes [que] eran vitales para el proyecto, puedo decir que el poder experimentar y rebuscarse mediante videos acerca del uso y funcionamientos, fue muy gratificante.

Estudiante 4: uso de la tecnología en el medio ambiente; medición de distintos sustancia proceso que lleva un huerto.

Estudiante 5: con la elaboración del huerto... pues, [...] aprendí cómo se hacía la conexión de los sensores y el Arduino, programarlo y mostrar los datos que capturan los sensores en gráficas por medio de IoT, y, en lo personal, considero que sí aprendí bastante con la práctica.

Estudiante 6: los cálculos y las frecuencias qué son utilizados en la programación de circuitos eléctricos.

Estudiante 7: que, el implementar el conocimiento teórico en lo práctico es una manera más rápida para aprender.

Estudiante 8: el armado del huerto, pero haciéndolo nosotros mismos para mayor aprendizaje.

Estudiante 9: investigación acerca de que es un huerto hidropónico.

Estudiante 10: el uso de Arduino y la implementación en proyectos medioambientales.

Estudiante 11: generar presentación y defensa de un proyecto al público. Interactuar con componentes reales y creación de una maqueta como parte la construcción del huerto.

Estudiante 12: nunca había trabajado con Arduino; fue una experiencia de gran aprendizaje.

Estudiante 13: prácticamente en sistemas digitales aprendí lo relacionado con Arduino; en una clase normal se nos hubiera impuesto una metodología la cuál, en lo personal, me aburriría, pero no fue el caso; al ser libre, las herramientas a utilizar facilitaron el estudio, comprensión y manejo de las mismas, permitiendo llevar a buen puerto el proyecto.

Estudiante 14: la construcción de un circuito.

Estudiante 15: a crear un circuito, a programarlo y que funcione de manera física; creamos el proyecto real.

Estudiante 16: trabajo en equipo, implementación de herramientas electrónicas, innovar.

Estudiante 17: al diseñar el huerto hidropónico, aprendí sobre sistemas digitales de una manera práctica y aplicada que va más allá de lo que se suele abordar en una clase tradicional.

¿Qué habilidades, como la creatividad o la resolución de problemas, desarrollaste o fortaleciste durante este proyecto?

Estudiante 1: mayormente la ingeniería en todo su esplendor; fue muy óptimo que, en el grupo, los líderes sabían muchas cosas que, combinadas, lográbamos realizarlo; pero, sin duda, el trabajo en equipo fue esencial, llevándolo de la mano con la resolución. Fue una gran apuesta, ya que surgieron problemas como las unificaciones y, por temas de espacio, necesitábamos espacio de memoria, entonces nos enfocamos en optimizar el código de C++. El gran problema estaba en las variables de tipo entero, que eran las que almacenaban datos falsos, ya que sí estaban asignadas, pero no a ningún proceso, entonces se usaban, pero no tenía actividad en ningún proceso del sistema del huerto.

Estudiante 2: cómo se mencionó antes, la parte de la optimización del código, el uso de IoT, la comunicación entre Arduino y una PC por el puerto serial usando Java y C++, entre muchas otras cosas.

Estudiante 3: la habilidad de creatividad es un proceso, por el cual, fue parte de la creación del proyecto y fue el método, por el cual, se tuvo que priorizar más a detalle.

Estudiante 4: trabajado en equipo. Conocimiento de un proyecto de huerto

Estudiante 5: aprendí a usar correctamente y a manipular los diferentes componentes electrónicos como sensores, conexiones entre placa, Arduino y también la programación.

Estudiante 6: la creatividad y la investigación ante nuevos temas.

Estudiante 7: la resolución de problema fue lo que más desarrollamos, buscado siempre la solución en los problemas de programación del prototipo.

Estudiante 8: el análisis y la creatividad.

Estudiante 9: trabajo en equipo, dedicación y exploración de temas desconocidos.

Estudiante 10: el uso de C++ aplicado en Arduino, el uso de diferentes materiales caseros para la elaboración del huerto.

Estudiante 11: creatividad, análisis, resolución de problemas, liderazgo, trabajo en equipo y comunicación.

Estudiante 12: con los conocimientos de electrónica que había dejado de ejercer desde hace años, fortalecí la habilidad de resolución de problemas y trabajo en equipo, e hicimos funcionar nuestro proyecto en plena exposición. Fue una gran experiencia.

Estudiante 13: en lo personal me tocó aprender temas relacionados con alarmas, sensores y configurarlos en lenguaje C++. En sí, me permitió comprender la dinámica de cómo operan éstos y el lenguaje mismo (c).

Estudiante 14: el trabajo en equipo y la tolerancia.

Estudiante 15: el hecho de lograr la concluir el proyecto me dio la experiencia más satisfactoria, lo cual fortaleció mi crecimiento profesional, creatividad de poder imaginarme [algo] y crearlo.

Estudiante 16: todas las mencionadas, ya que fue un proyecto que necesitaba habilidades y conocimientos para llevarlo a cabo.

Estudiante 17: durante el proyecto de diseño del huerto hidropónico, desarrollé y fortalecí diversas habilidades clave que fueron fundamentales para el éxito del proyecto cómo resolución de problemas, creatividad e innovación, pensamiento crítico y trabajo en equipo.

¿Qué te pareció más valioso y qué podría mejorarse de la experiencia en este proyecto?

Estudiante 1: desde mi punto de vista, que la universidad hubiera dado acceso a máquina 3D, CNC (si es que tienen), taladro hidráulico (para que, anteriormente hecho el diseño en la CNC, hacer el archivo para el taladro, para que lo haga automáticamente); de esta forma, esas 3 máquinas hubieran facilitado la búsqueda de piezas de la estructura, poder realizarlo en una tableta y colocar los sensores donde corresponde, fijamente.

Estudiante 2: creo que lo más importante sería no formar tantos grupos debido a que la organización se hacía más complicada. Y promover el uso de un solo simulador para trabajar, para hacer la unificación más fácil. En el caso de mi grupo usamos Proteus.

Estudiante 3: lo más valioso fue el trabajo en equipo. Y una mejora, podría ser que, al momento de llevar el trabajo a producción, los equipos tengan más comunicación, o que las reuniones por equipos sean de manera presencial, para llegar a acuerdos más eficaces.

Estudiante 4: realizar una mini réplica del proyecto para cada uno de los estudiantes.

Estudiante 5: lo que podría mejorar es la forma en la que se intervienen en los grupos y crear alguna estrategia o metodología con la cual se asegure que todos los integrantes de cada equipo, participen con igualdad.

Estudiante 6: un poco más de apoyo de parte de la universidad para facilitar la creación y el aprendizaje, proveyendo los materiales.

Estudiante 7: que trabajáramos en equipos y luego unir todos los equipos para realizar un solo proyecto.

Estudiante 8: solamente que las clases que se impartieran fueran presenciales ya que es más entendible los procesos, viéndolos de frente.

Estudiante 9: muy bien, el trabajo en equipo y el tiempo de desarrollo, junto con la investigación acerca del tema, fueron puntos claves para demostrar la capacidad de todos los miembros.

Estudiante 10: lo que podría mejorarse es la implementación en una estructura más grande, a la cual se le pueda dar un uso más que proyecto.

Estudiante 11: lo valioso es aprender y dar a conocer los conocimientos aplicados en un proyecto; además de pasar por etapas de retroalimentación por parte del docente, para guiar el proyecto. En el área de mejora, se podría estructurar con anticipación las fechas y sesiones de visita en la universidad, para poder coincidir con los demás grupos, si el proyecto se debe unir o realizar en horario de clase.

Estudiante 12: en lo valioso puedo destacar el conocimiento adquirido; en lo que podría mejorar, considero que este tipo de clases deberían ser presenciales porque los resultados del aprendizaje en esta materia se dan en el laboratorio.

Estudiante 13: lo más valioso, honestamente, fue que el “ing” no impusiera una metodología, o una forma de hacer las cosas, sino que el estudiante definiera y resolviera, por su cuenta, los problemas, ya que en el día a día, así toca.

Estudiante 14: el trabajo en equipo; se puede mejorar haciendo más prácticas previas.

Estudiante 15: la unión de nuestro equipo para trabajar los proyectos, paciencia, y que perseveramos hasta lograrlo; y mejorar, quizá, el apoyo de laboratorios para reunirse.

Estudiante 16: la comunicación y trabajo en equipo.

Estudiante 17: la experiencia siento que ha sido lo más valioso, y se puede mejorar la experiencia realizando un proyecto con mucha más investigación.

Anexo D – Resultados de la encuesta

El anexo D muestra el resumen de resultados obtenidos en la encuesta.

Figura 1A

Resumen de resultados de las preguntas sobre competencias técnicas

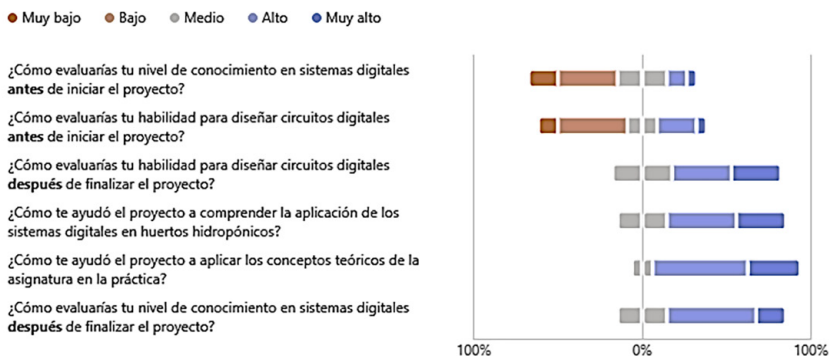


Figura 2A

Resumen de resultados de las preguntas sobre competencias transversales

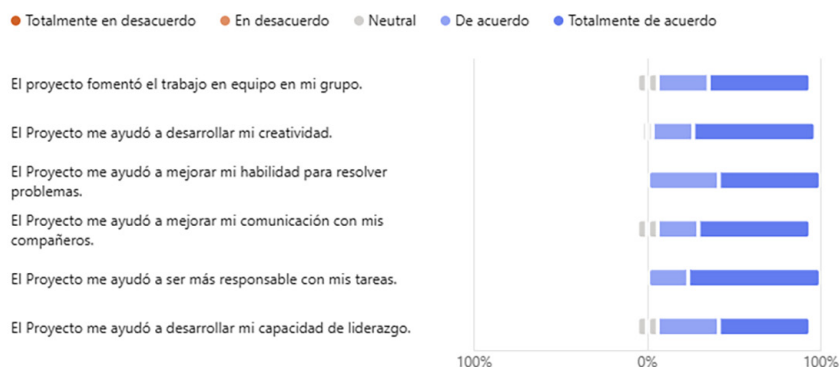
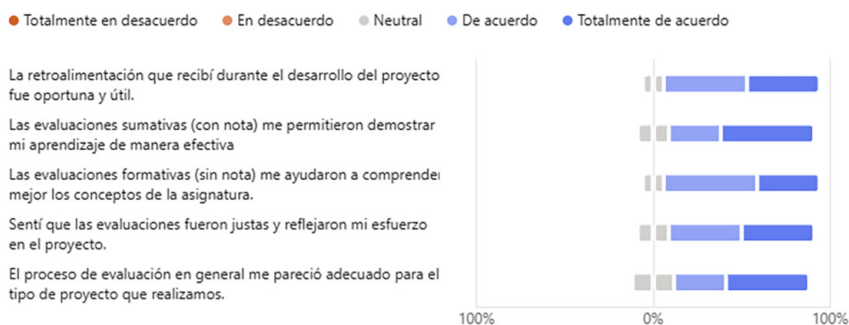


Figura 3A

Resumen de resultados de las preguntas sobre evaluación





ISBN: 978-99983-65-56-8



9 789998 365568