

**Desarrollo de un módulo de aprendizaje basado en proyectos con integración de
herramientas digitales para la asignatura Diseño de Hormigón Armado 1**

Cristian Camilo Moreno Daza

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Laura Andrea Vargas Carvajal

Ingeniera Civil, Ph.D.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería civil

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A quien de niño me impulsó a ser quien soy, a quien constantemente me mostraba que todo era posible con dedicación y esfuerzo, a quien le debo mi disciplina y perseverancia, por enseñarme que en la sencillez se puede ser feliz. A ti abuelo Juan, mi gratitud máxima, esto es por ti.

Agradecimientos

Ya lo decía Confucio: *"El hombre que mueve montañas comienza cargando pequeñas piedras"*. Este camino estuvo construido por pequeños pasos, grandes enseñanzas y personas que dejaron una huella imborrable en mi vida. A mi maestra, la profesora Laura Andrea Vargas Carvajal, quien me mostró que la educación es la mejor herramienta para transformar el mundo; por creer en mí, por su paciencia y por enseñarme que la humanidad es la esencia que da sentido a nuestro conocimiento y a nuestras acciones.

A mi madre Adriana Daza y su esposo Hernando Medina por impulsarme con paciencia, comprensión y motivación. Gracias por acompañarme en cada paso de este proceso arduo, por enseñarme que los desafíos de la vida se enfrentan con fortaleza, dedicación y perseverancia.

A Jonny, por sostenerme en los momentos de adversidad y recordarme, con paciencia y amor, el valor que hay en mí. Gracias por no dejar que renunciara a este sueño. A Julián, Heidi, Luisa, Angélica, Aurora, Gabriela, Corina y Stefanny quienes hicieron de esta una etapa de amor y aprendizaje.

A mi familia, especialmente a mi abuela Bernarda y a mi tía Milena, por acompañarme con sus palabras de aliento, escucharme en los momentos de incertidumbre y motivarme a continuar persiguiendo mis sueños.

Finalmente, a la Universidad Industrial de Santander, por convertirse en mi segundo hogar, recibirme con los brazos abiertos y acompañar mi crecimiento académico, profesional y humano a lo largo de estos años.

A cada una de las personas que me acompañaron durante este proceso y, de una u otra manera, contribuyeron a hacerlo posible, les expreso mi más profunda gratitud.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos	12
1.1 Objetivo General.....	12
1.2 Objetivos Específicos	12
2. Marco pedagógico.....	12
2.1 Formación en Ingeniería Civil y desarrollo de competencias	12
2.2 Metodologías activas de aprendizaje	13
2.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr)	14
2.3 Integración de herramientas digitales en la enseñanza de la ingeniería	15
2.4 Modelado de información.....	15
2.5 Modelo pedagógico de la Universidad Industrial de Santander y desarrollo de microcompetencias	16
3. Metodología.....	17
3.1 Encuestas de percepción.....	18
3.1.1 Encuesta Previa	18
3.1.2 Encuesta Posterior.....	19
3.2 Fase 1. Conceptualización Estructural.....	21
3.2.1 Clase 1. Creación del modelo estructural y definición de propiedades en ETABS	21
3.2.1 Clase 2. Creación del modelo en REVIT	21
3.3 Fase 2. Diseño de vigas a flexión	22

3.3.1 Clase 3. Chequeo de derivas, análisis sísmico y extracción de fuerzas internas en ETABS	22
3.4 Fase 3. Diseño de vigas y despiece de acero	23
3.4.1 Clase 4. Despiece de vigas en REVIT	23
3.5 Fase 4. Diseño de columnas y despiece de acero	23
3.5.1 Clase 5. Diagrama de interacción en ETABS.....	23
3.5.2 Clase 6. Despiece de columnas en REVIT	24
4. Desarrollo de la experiencia docente y resultados	24
5. Conclusiones.....	39
6. Reflexión pedagógica	41
7. Recomendaciones.....	42
Referencias bibliográficas	44
Apéndices	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Preguntas - Encuesta previa.</i>	19
Tabla 2 <i>Preguntas - Encuesta posterior.</i>	20
Tabla 3 <i>Sesiones - Microcompetencias a desarrollar.</i>	26

Lista de Figuras

	Pág.
Figura. 1 <i>Esquema - Fases y sesiones.</i>	18
Figura. 2 <i>Despiece de una viga.</i>	27
Figura. 3 <i>Impacto en la comprensión de conceptos estructurales.</i>	28
Figura. 4 <i>Impacto del uso de herramientas tecnológicas (ETABS y REVIT)</i>	34
Figura. 5 <i>Impacto de la metodología basada en proyectos.</i>	35
Figura. 6 <i>Impacto en la formación profesional.</i>	36
Figura. 7 <i>Recursos digitales y entorno virtual.</i>	37
Figura. 8 <i>Recopilación de vídeos en la plataforma virtual.</i>	39

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Enlaces a las sesiones de clase.....	47

Resumen

Título: Desarrollo de un módulo de aprendizaje basado en proyectos con integración de herramientas digitales para la asignatura Diseño de Hormigón Armado 1 *

Autor: Cristian Camilo Moreno Daza**

Palabras Clave: Diseño de hormigón armado, REVIT, ETABS, pedagogía.

Descripción: Este trabajo se desarrolló en el marco de una práctica docente realizada en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I (código 24100), con el propósito de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la implementación de una estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr). La propuesta surgió de la necesidad de fortalecer la comprensión de los conceptos de diseño estructural a través de actividades que permitieran a los estudiantes relacionar la teoría vista en clase con situaciones prácticas propias de la ingeniería civil.

Durante el semestre se desarrolló un proyecto de aula en el que los estudiantes trabajaron en el modelado, análisis y diseño de elementos estructurales de hormigón armado utilizando herramientas como ETABS (Computers and Structures, 2024) y REVIT (Autodesk, 2023). Adicionalmente, se creó un módulo de apoyo en el aula virtual que incluyó recursos audiovisuales para complementar las actividades desarrolladas en clase y promover el aprendizaje autónomo. Con el fin de conocer el impacto de la estrategia implementada, se aplicaron encuestas al inicio y al final del semestre utilizando una escala de Likert. Los resultados permitieron evidenciar cambios favorables en la percepción de los estudiantes respecto al uso de herramientas tecnológicas, la aplicación práctica de los conocimientos y el desarrollo de habilidades relacionadas con el diseño estructural. Asimismo, se observó una valoración positiva de la metodología utilizada, destacando su contribución al fortalecimiento de competencias técnicas, digitales y del criterio ingenieril. La experiencia permitió evidenciar que la integración de proyectos, recursos digitales y software especializado constituye una alternativa valiosa para enriquecer la formación de los estudiantes y acercarlos a contextos más próximos al ejercicio profesional de la ingeniería civil.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil.

Director: Laura Andrea Vargas Carvajal, Doctor en Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Development of a Project-Based Learning Module with Integrated Digital Tools for the Reinforced Concrete Design I Course*

Author: Cristian Camilo Moreno Daza**

Keywords: Reinforced concrete design, REVIT, ETABS, pedagogy.

Description: This work was carried out within the framework of a teaching internship conducted in the Reinforced Concrete Design I course (Code 24100), with the aim of supporting the teaching–learning process through the implementation of a Project-Based Learning (PBL) strategy. The proposal emerged from the need to strengthen students’ understanding of structural design concepts through activities that allowed them to connect the theoretical knowledge acquired in class with practical situations commonly encountered in civil engineering.

Throughout the semester, a classroom project was developed in which students worked on the modeling, analysis, and design of reinforced concrete structural elements using software tools such as ETABS (Computers and Structures, 2024) and REVIT (Autodesk, 2023). In addition, a support module was created in the virtual learning environment, incorporating audiovisual resources to complement classroom activities and promote autonomous learning.

To evaluate the impact of the implemented strategy, surveys were administered at the beginning and at the end of the semester using a Likert scale. The results revealed positive changes in students’ perceptions regarding the use of technological tools, the practical application of knowledge, and the development of skills related to structural design. Likewise, students expressed a favorable evaluation of the methodology, highlighting its contribution to the strengthening of technical and digital competencies, as well as engineering judgment.

The experience demonstrated that the integration of projects, digital resources, and specialized software constitutes a valuable alternative for enhancing student learning and bringing them closer to professional civil engineering practice.

* Degree Work

**Faculty of Physical and mechanical Engineering. School of Civil Engineering.
Director: Laura Andrea Vargas Carvajal, Civil Engineering Doctor.

1. Introducción

La formación de ingenieros civiles requiere integrar los fundamentos teóricos con su aplicación práctica en contextos propios del ejercicio profesional. Sin embargo, en asignaturas de carácter práctico, como Diseño de Hormigón Armado I, los estudiantes suelen presentar dificultades para relacionar los conceptos estudiados con situaciones reales de diseño estructural, lo que puede limitar el desarrollo de competencias necesarias para la toma de decisiones en proyectos de ingeniería. En este contexto, las metodologías activas, particularmente el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr), han demostrado ser una alternativa para fortalecer el aprendizaje al promover la participación de los estudiantes, la resolución de problemas y la aplicación práctica de los conocimientos (Guo et al., 2020; Zhang & Ma, 2023). Asimismo, la incorporación de herramientas digitales como ETABS (Computers and Structures, 2024) y REVIT (Autodesk, 2023), ampliamente utilizadas en el ámbito profesional, permite acercar los procesos de enseñanza a las dinámicas actuales de la ingeniería civil.

A partir de esta necesidad, el presente trabajo tuvo como propósito diseñar e implementar una estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos apoyada en herramientas digitales para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I. La estrategia se desarrolló en el marco de una práctica docente e incluyó un proyecto de aula, la elaboración de recursos de apoyo para el aula virtual y la aplicación de encuestas antes y después de su implementación, con el fin de evaluar la percepción de los estudiantes frente a la metodología. Los resultados evidenciaron una valoración positiva de la estrategia implementada, destacando su contribución a la comprensión de los conceptos de diseño estructural, el desarrollo de competencias técnicas y digitales, y una mayor articulación entre la teoría y la práctica. De esta

manera, el trabajo constituye un aporte para la incorporación de metodologías activas y herramientas tecnológicas en la formación de futuros ingenieros civiles.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Desarrollar un módulo de aprendizaje basado en proyectos (ABPr) con integración de herramientas digitales (ETABS y REVIT) para la asignatura Diseño de Hormigón Armado I (código 24100).

2.2 Objetivos Específicos

- Integrar los conceptos teóricos del curso de Diseño de Hormigón Armado I (código 24100) en un proyecto de aula a través de herramientas tecnológicas (ETABS y REVIT).
- Conocer el grado de conformidad de los estudiantes, mediante una escala de Likert, respecto a la utilización de la estrategia de aprendizaje basada en proyectos para el desarrollo de una mejor experiencia en la asignatura.
- Recopilar el material didáctico en un módulo en el aula virtual para disponer de una colección digital de recursos que sirvan de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura.

3. Marco Pedagógico

3.1 Formación en Ingeniería Civil y desarrollo de competencias

La formación de ingenieros civiles no solo implica la adquisición de conocimientos técnicos relacionados con el análisis y diseño de estructuras, sino también el desarrollo de habilidades para interpretar problemas, evaluar alternativas de solución y tomar decisiones fundamentadas en

criterios de ingeniería. En este contexto, la capacidad para integrar aspectos técnicos, normativos y constructivos constituye una competencia esencial durante el proceso formativo.

En respuesta a estas necesidades, los programas de ingeniería han incorporado enfoques educativos orientados al desarrollo de competencias. De acuerdo con ABET (2024), los futuros ingenieros deben ser capaces de identificar y resolver problemas complejos, aplicar principios de ingeniería y utilizar herramientas modernas para el desarrollo de proyectos. Esto implica que el aprendizaje debe trascender la comprensión teórica e incorporar actividades que permitan aplicar los conocimientos en contextos cercanos al ejercicio profesional. En asignaturas como Diseño de Hormigón Armado I, esta necesidad cobra especial importancia, ya que la comprensión de los procesos de modelado, análisis y diseño estructural requiere experiencias que articulen los contenidos académicos con situaciones propias de la ingeniería civil.

3.2 Metodologías activas de aprendizaje

En los últimos años, las metodologías activas han adquirido una mayor relevancia en la educación superior al promover procesos de aprendizaje centrados en el estudiante y orientados a su participación activa en la construcción del conocimiento. A diferencia de los enfoques tradicionales, estas estrategias favorecen el análisis, la resolución de problemas y la aplicación de los conceptos en contextos reales, contribuyendo al desarrollo de competencias necesarias para el ejercicio profesional (Prince, 2004).

En la formación en ingeniería, su implementación resulta especialmente pertinente debido a que los futuros profesionales deben afrontar problemas complejos que requieren integrar conocimientos de diferentes áreas. En este sentido, Felder y Brent (2016) señalan que los procesos

de aprendizaje son más efectivos cuando los estudiantes participan activamente en actividades que les permiten aplicar y relacionar los conceptos estudiados. De igual manera, Freeman et al. (2014) evidenciaron que las estrategias de aprendizaje activo favorecen un mejor desempeño académico y una mayor apropiación de los contenidos frente a los modelos tradicionales de enseñanza. Por ello, metodologías como el Aprendizaje Basado en Proyectos representan una alternativa adecuada para la formación en ingeniería civil, al facilitar la integración entre la teoría y la práctica y fortalecer competencias requeridas en el contexto profesional.

3.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) ha adquirido relevancia por su capacidad para vincular los contenidos académicos con situaciones de aplicación práctica. Bajo este enfoque, el aprendizaje se organiza alrededor de un proyecto que integra conocimientos y exige procesos de investigación, planificación, análisis y toma de decisiones para resolver un problema o necesidad específica (Thomas, 2000). De esta manera, el estudiante asume un papel activo en su proceso de formación, mientras que el docente orienta y acompaña el desarrollo de las actividades.

La literatura reporta resultados favorables asociados a la implementación de esta metodología. Guo et al. (2020) identificaron mejoras en la motivación, la participación y el compromiso de los estudiantes, mientras que Zhang y Ma (2023) encontraron efectos positivos en el rendimiento académico y la resolución de problemas. En programas de ingeniería, estos resultados respaldan el uso del ABPr como una estrategia que favorece la integración entre la teoría y la práctica. En el caso de la ingeniería civil, el desarrollo de proyectos académicos permite aproximar a los estudiantes a situaciones similares a las que enfrentarán en su ejercicio profesional, fortaleciendo la aplicación de los conocimientos y la toma de decisiones técnicas.

3.3 Integración de herramientas digitales en la enseñanza de la ingeniería

La incorporación de herramientas digitales ha transformado significativamente la forma en que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje en ingeniería. El avance de las tecnologías de la información ha permitido complementar los métodos tradicionales de enseñanza mediante el uso de software especializado, simulaciones y entornos virtuales que facilitan la comprensión de conceptos técnicos y la visualización de fenómenos complejos. En el ámbito de la ingeniería civil, estas herramientas han adquirido una importancia creciente, ya que gran parte de los procesos de análisis, diseño y documentación de proyectos se realizan actualmente mediante plataformas digitales. Como consecuencia, las universidades han comenzado a integrar este tipo de recursos en sus asignaturas con el propósito de acercar a los estudiantes a las dinámicas y procedimientos utilizados en el ejercicio profesional.

Diferentes investigaciones han señalado que el uso de herramientas digitales contribuye a fortalecer la comprensión conceptual, favorece la participación de los estudiantes y mejora la capacidad para aplicar conocimientos en situaciones prácticas (Bond et al., 2020). Además, su implementación permite desarrollar competencias digitales cada vez más valoradas en los sectores de la construcción y la ingeniería. En asignaturas relacionadas con el diseño estructural, el uso de software especializado facilita la interpretación de resultados, la evaluación de alternativas de diseño y la comprensión del comportamiento de los elementos estructurales ante diferentes condiciones de carga. De esta manera, las herramientas tecnológicas se convierten en un complemento importante para el desarrollo de competencias técnicas y profesionales.

3.4 Modelado de información

En las últimas décadas, la industria de la arquitectura, la ingeniería y la construcción ha experimentado una transformación impulsada por la adopción de metodologías digitales que

buscan mejorar la coordinación y gestión de los proyectos. Entre ellas, Building Information Modelling (BIM) se ha consolidado como una metodología de trabajo colaborativa que permite integrar y gestionar la información técnica, geométrica y documental de una infraestructura a lo largo de su ciclo de vida. De acuerdo con el National Institute of Building Sciences (NIBS, 2015), BIM constituye una representación digital de las características físicas y funcionales de un proyecto, facilitando la toma de decisiones durante las diferentes etapas de su desarrollo.

En este contexto, herramientas como REVIT (Autodesk, 2023) y ETABS (Computers and Structures, 2024) son ampliamente utilizadas en el ámbito de la ingeniería civil para el modelado, análisis y diseño estructural de edificaciones. Su incorporación en los procesos de formación permite acercar a los estudiantes a herramientas utilizadas en el ejercicio profesional y fortalecer competencias relacionadas con el modelado estructural, la interpretación de resultados y la elaboración de documentación técnica.

3.5 Modelo pedagógico de la Universidad Industrial de Santander y desarrollo de microcompetencias

El Modelo Pedagógico de la Universidad Industrial de Santander (Universidad Industrial de Santander, 2021) concibe la formación desde un enfoque centrado en el estudiante, orientado al desarrollo progresivo de competencias que permitan a los estudiantes integrar conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para su desempeño profesional. En este contexto, las competencias se concretan mediante microcompetencias de carácter cognitivo, procedimental y actitudinal, las cuales constituyen metas formativas que se desarrollan a través de las diferentes asignaturas del plan de estudios.

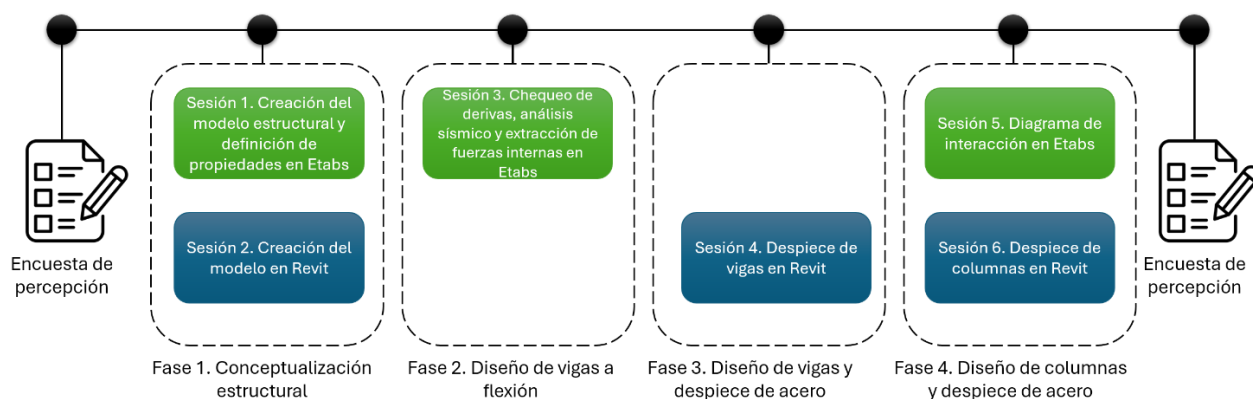
Asimismo, el modelo promueve la articulación entre los contenidos académicos y las necesidades del entorno, favoreciendo experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes aplicar sus conocimientos en contextos cercanos a la práctica profesional. Desde esta perspectiva, las estrategias pedagógicas deben propiciar el desarrollo de competencias mediante actividades que involucren la resolución de problemas y la formulación de soluciones asociadas a situaciones reales de la disciplina. De igual manera, la Universidad reconoce la importancia de los recursos tecnológicos como apoyo a los procesos formativos, promoviendo la incorporación de herramientas digitales que contribuyan al fortalecimiento de las competencias profesionales y a la generación de experiencias de aprendizaje acordes con las necesidades actuales del entorno.

4. Metodología

La implementación del módulo de aprendizaje se estructuró en cuatro fases, siguiendo las etapas del diseño estructural desarrolladas en la práctica profesional. Estas se llevaron a cabo de forma secuencial durante el semestre e incluyeron la revisión de los contenidos de la asignatura, la recopilación de información para el desarrollo del proyecto, el diseño y aplicación de encuestas al inicio y al final del semestre, y la elaboración de recursos de apoyo como videos y espacios de consulta para los estudiantes. Cada fase se desarrolló mediante sesiones adicionales a las clases programadas de la asignatura, orientadas a la aplicación progresiva de los conceptos teóricos a través del Aprendizaje Basado en Proyectos, con el apoyo de herramientas digitales que favorecieron el desarrollo del proyecto de aula. Para el desarrollo de las actividades se utilizaron licencias educativas de los programas ETABS y REVIT, disponibles para fines académicos, lo que permitió a los estudiantes trabajar con herramientas empleadas en el ámbito profesional de la ingeniería civil.

Figura. 1

Esquema - Fases y sesiones.



4.1 Encuestas de percepción.

Con el propósito de evaluar el impacto de la estrategia ABPr implementada en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I, se diseñó y aplicó un instrumento de recolección de información basado en una escala de Likert de cinco niveles de respuesta. La aplicación del instrumento se realizó en dos momentos del proceso académico: una medición inicial (PRE), efectuada antes del desarrollo del proyecto de aula, y una medición final (POS), aplicada una vez culminadas las actividades académicas asociadas al proyecto.

4.1.1 Encuesta Previa

La encuesta inicial tuvo como finalidad identificar los conocimientos previos, las expectativas y las percepciones de los estudiantes respecto al diseño de elementos de hormigón armado, el uso de herramientas tecnológicas como ETABS y REVIT, y la implementación de metodologías activas de aprendizaje. La Tabla 1 presenta las preguntas incluidas en la encuesta previa, organizadas de acuerdo con los aspectos evaluados en el instrumento.

Tabla 1

Preguntas - Encuesta previa.

Preguntas tipo Likert - Encuesta Previa -
1. Tengo conocimientos previos sobre el diseño de elementos estructurales de hormigón armado.
2. Comprendo los conceptos básicos de flexión, cortante y compresión.
3. He utilizado software de modelado estructural ETABS
4. Conozco la metodología basada en proyectos
5. He utilizado software de modelado estructural Revit
6. Me siento cómodo(a) trabajando con herramientas digitales para el análisis estructural.
7. Considero que el uso de software facilita la comprensión de los conceptos teóricos.
8. Me interesa aprender mediante proyectos prácticos aplicados a la ingeniería civil.
9. Prefiero las actividades prácticas antes que las clases teóricas.
10. Considero que la asignatura contribuirá significativamente a mi formación profesional.
11. Tengo expectativas altas respecto a la asignatura Diseño de Hormigón Armado I.
12. Me gustaría que se integraran más herramientas digitales en las clases.

4.1.2 Encuesta Posterior

Por su parte, la encuesta final permitió evaluar la percepción de los participantes sobre la experiencia desarrollada, considerando aspectos relacionados con la comprensión de los conceptos estructurales, la aplicación práctica de los conocimientos, el uso de software especializado, el desarrollo de competencias técnicas y digitales, así como la valoración general de la estrategia pedagógica implementada. La Tabla 2 presenta las preguntas incluidas en la encuesta posterior, organizadas de acuerdo con los aspectos evaluados en el instrumento.

Tabla 2

Preguntas - Encuesta posterior.

Preguntas tipo Likert - Encuesta Posterior
1. El módulo de apoyo en la plataforma virtual facilitó mi aprendizaje.
2. Los recursos digitales (videos, guías, talleres) fueron claros y útiles.
3. El uso de ETABS fortaleció mi comprensión de los conceptos de diseño estructural.
4. El uso de Revit fortaleció mi comprensión de los conceptos de diseño estructural.
5. La metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos me permitió aplicar los conocimientos teóricos a casos reales
6. Me sentí motivado(a) durante las actividades prácticas del proyecto.
7. El trabajo en equipo favoreció mi proceso de aprendizaje.
8. Considero que desarrollé habilidades técnicas y digitales relevantes para mi futuro profesional.
9. El acompañamiento durante las sesiones fue adecuado durante el desarrollo del módulo.
10. Estoy satisfecho(a) con los resultados obtenidos en la asignatura.
11. Recomendaría la metodología utilizada a futuros cursos de la carrera.

Adicionalmente, junto con las preguntas estructuradas bajo escala de Likert, se incluyó una pregunta abierta orientada a identificar oportunidades de mejora en la estrategia implementada. Para ello, se solicitó a los estudiantes responder la pregunta: “¿Qué aspectos cree que podrían mejorarse?”, con el propósito de recopilar apreciaciones, comentarios y sugerencias que complementaran la información obtenida mediante las preguntas cerradas.

4.2 Fase 1. Conceptualización Estructural

4.2.1 Clase 1. Creación del modelo estructural y definición de propiedades en ETABS

En la primera sesión se presentó la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr), explicando la dinámica de trabajo, las actividades previstas y los productos esperados durante el semestre. Además, se realizó una introducción al software ETABS (Computers and Structures, 2024), utilizado para el modelado y análisis estructural de la edificación. Posteriormente, se inició la construcción del modelo estructural, configurando las unidades de trabajo, las propiedades de los materiales y las secciones preliminares de los elementos estructurales, de acuerdo con los criterios establecidos en la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010). A continuación, se definieron la geometría de la edificación, los ejes, niveles y elementos estructurales, verificando su correspondencia con la distribución arquitectónica. Finalmente, se asignaron las cargas gravitacionales consideradas para el análisis, incluyendo cargas muertas y vivas conforme al Título B de la NSR-10, dejando configurado el modelo que serviría como base para las etapas posteriores de análisis y diseño estructural.

4.2.1 Clase 2. Creación del modelo en REVIT

En la segunda sesión se realizó una introducción al software REVIT (Autodesk, 2023) con el propósito de familiarizar a los estudiantes con el entorno de trabajo, las herramientas básicas de modelado y las principales funciones utilizadas en el desarrollo de proyectos estructurales. Inicialmente, se presentó la interfaz del programa, explicando la organización de vistas, niveles, familias y parámetros necesarios para la construcción del modelo tridimensional de la edificación.

Posteriormente, se realizó el modelado arquitectónico de la edificación en REVIT (Autodesk, 2023), definiendo los niveles, las dimensiones generales del proyecto y los principales elementos constructivos, así como los espesores de las placas de entrepiso de acuerdo con los criterios planteados para el desarrollo de la actividad. Adicionalmente, se incorporaron elementos complementarios, como escaleras y otros componentes arquitectónicos, necesarios para representar adecuadamente la geometría de la edificación. Durante esta etapa se verificó la ubicación de los elementos, la alineación entre niveles y la definición de las dimensiones, garantizando la consistencia geométrica del modelo. Finalmente, se generaron las vistas, cortes y demás representaciones requeridas para la revisión del proyecto, obteniendo un modelo arquitectónico que sirvió de base para las actividades posteriores de análisis, modelado estructural y diseño de los diferentes elementos de la edificación.

4.3 Fase 2. Diseño De Vigas A Flexión

4.3.1 Clase 3. Chequeo de derivas, análisis sísmico y extracción de fuerzas internas en ETABS

En la tercera sesión se continuó con el trabajo desarrollado en ETABS (Computers and Structures, 2024) a partir del modelo estructural previamente elaborado. Durante esta etapa se definió e incorporó el espectro de diseño sísmico de acuerdo con la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010), con el propósito de que los estudiantes identificaran la influencia de las acciones sísmicas sobre la respuesta estructural de la edificación, cabe resaltar que cada proceso del proyecto se auditó mediante cálculos manuales realizados por los mismos estudiantes. Aunque el diseño sísmico no hace parte de los contenidos específicos de la asignatura, se abordaron conceptos básicos de dinámica estructural y el procedimiento para incorporar la acción sísmica en el modelo, aclarando que estos temas se desarrollan con mayor profundidad en

asignaturas posteriores como Diseño de Hormigón Armado II y Dinámica Estructural. Más adelante, se configuraron las combinaciones de carga que incluían acciones gravitacionales y sísmicas, y se ejecutó el análisis estructural para obtener los desplazamientos y fuerzas internas de la edificación. Con los resultados obtenidos, se verificaron las derivas de entrepiso de acuerdo con los límites establecidos en la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010) y se revisaron los diagramas de momentos y fuerzas internas en vigas y columnas, seleccionando los momentos de diseño que posteriormente sirvieron como base para el dimensionamiento y detallado del refuerzo de los elementos estructurales.

4.4 Fase 3. Diseño De Vigas Y Despiece De Acero

4.4.1 Clase 4. Despiece de vigas en REVIT

En esta sesión se desarrolló el diseño de vigas y viguetas sometidas a flexión y cortante, siguiendo los lineamientos establecidos en la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010). A partir de los esfuerzos obtenidos en el análisis estructural, se determinó el refuerzo requerido y se verificó el cumplimiento de los criterios de resistencia, cuantías y requisitos de detallado definidos por la normativa. Seguidamente, se realizó el despiece de los elementos estructurales en REVIT (Autodesk, 2023), incorporando el refuerzo longitudinal y transversal de acuerdo con las condiciones de diseño. Finalmente, se elaboraron los detalles constructivos y los planos correspondientes, incluyendo la información necesaria para la correcta representación e identificación del refuerzo conforme al diseño estructural.

4.5 Fase 4. Diseño De Columnas Y Despiece De Acero

4.5.1 Clase 5. Diagrama de interacción en ETABS

En la quinta sesión se abordó el diseño de columnas de hormigón armado de acuerdo con los criterios establecidos en la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente,

2010). Para ello, se revisaron las solicitaciones obtenidas del análisis estructural realizado en ETABS (Computers and Structures, 2024), identificando las combinaciones de carga más críticas y extrayendo los valores de carga axial factorizada (P_u) y momento último (M_u) para cada elemento. Con esta información se realizó el análisis de los diagramas de interacción, verificando la capacidad de las secciones frente a la acción combinada de carga axial y flexión, e identificando las condiciones de diseño más exigentes. Finalmente, se seleccionó y verificó el refuerzo longitudinal de las columnas de acuerdo con las dimensiones previamente definidas y los requisitos establecidos en la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010), dejando definidos los parámetros necesarios para su posterior detallado y modelado.

4.5.2 Clase 6. Despiece de columnas en REVIT

En la sexta sesión se desarrolló el detallado estructural de las columnas previamente diseñadas. A partir de las dimensiones de la sección y del refuerzo definido durante la etapa de diseño, se realizó el despiece de cada elemento, verificando su disposición de acuerdo con los criterios establecidos en la NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010) y definiendo el refuerzo transversal correspondiente. Seguidamente, se incorporó la información necesaria para el detallado de las columnas, incluyendo las especificaciones del refuerzo y los requisitos constructivos establecidos por la normativa. Finalmente, se elaboraron los planos y cuadros de despiece correspondientes, dejando definida la representación completa del refuerzo de las columnas para el proyecto estructural.

5. Desarrollo de la Experiencia Docente y Resultados

La presentación de los resultados se realiza de acuerdo con los objetivos específicos definidos para este trabajo. De esta manera, cada apartado expone los productos y hallazgos

obtenidos durante el desarrollo de la estrategia implementada en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I, permitiendo evidenciar el cumplimiento de los objetivos propuestos y el aporte de las actividades desarrolladas al proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.1 Integrar los conceptos teóricos del curso de Diseño de Hormigón Armado I (código 24100) en un proyecto de aula a través de herramientas tecnológicas (ETABS y REVIT).

Con el propósito de fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I, se desarrolló un proyecto de aula enfocado en la aplicación práctica de los conceptos teóricos abordados durante el curso. La estrategia implementada permitió que los estudiantes participaran activamente en el análisis, diseño y detallado de elementos estructurales de concreto reforzado mediante el uso de herramientas tecnológicas especializadas como ETABS y REVIT, a través de un curso impartido por sesiones. La Tabla 3 presenta la distribución de las sesiones desarrolladas y las microcompetencias propuestas para cada una de ellas, de acuerdo con la planificación de la estrategia pedagógica.

Tabla 3

Sesiones - Microcompetencias a desarrollar.

Fase	Sesión	Contenidos integrados	Herramienta digital	Microcompetencias a desarrollar	
1	1. Creación del modelo y definición de algunas especificaciones y propiedades en ETABS.	Predimensionamiento y materiales	Etabs	(P)Dimensiona obras de infraestructura civil con base en la comprensión de los fundamentos conceptuales y de las restricciones del contexto para satisfacer necesidades de la sociedad.	(C)Abstrae las características relevantes de un problema para su implantación en modelos computacionales aplicados a la ingeniería civil
	2. Creación del modelo y plano arquitectónico de acuerdo a las especificaciones y lineamientos en REVIT.		Revit		
2	3. Chequeo de derivas y análisis sísmico, resultados de momentos últimos en ETABS.	Flexión y Cortante	Etabs	(C)Explica los principios del diseño en ingeniería civil que son aplicables a las soluciones de diseño estructural.	
3	4. Diseño de plano estructural: Despiece de Vigas en REVIT	Adherencia y longitud de desarrollo	Revit		
4	5. Diagrama de interacción - Diseño de Columnas en ETABS	Flexo-compresión	Etabs		
	6. Diseño de plano estructural: Despiece de columnas en REVIT	Adherencia y longitud de desarrollo	Revit		

Siendo: P: Procedimental; C: Cognitiva.

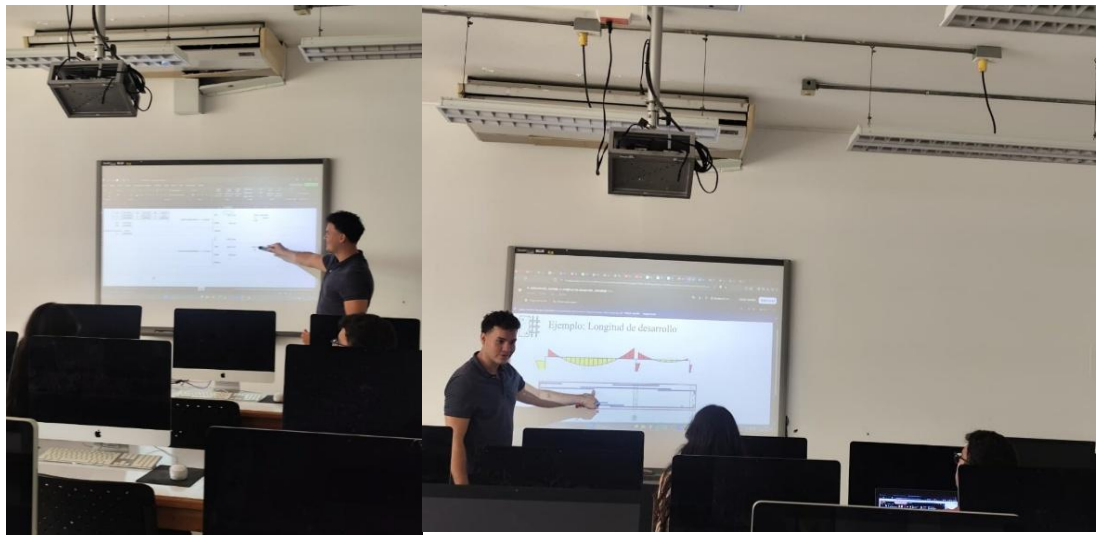
Durante el desarrollo del proyecto se aplicaron conocimientos relacionados con el comportamiento estructural de elementos sometidos a flexión, compresión y cortante, así como criterios de diseño establecidos en la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010). Los estudiantes realizaron la definición de cargas, el modelado estructural de la edificación, el análisis de esfuerzos internos y el dimensionamiento de vigas y columnas, verificando el cumplimiento de los requisitos de resistencia y servicio.

La utilización de ETABS (Computers and Structures, 2024) permitió modelar la estructura y obtener resultados asociados a desplazamientos, fuerzas internas y combinaciones de carga, facilitando la comprensión del comportamiento global de la edificación. Posteriormente, mediante REVIT (Autodesk, 2023) se desarrolló el modelado detallado de los elementos estructurales y la

representación gráfica de los planos constructivos, integrando aspectos relacionados con el detallado del acero de refuerzo y la documentación técnica del proyecto. La Figura 2 muestra la sesión de clase relacionada con el diseño y despiece de una viga.

Figura. 2

Sesión de clase relacionada al despiece de una viga.



Uno de los principales aportes de la estrategia basada en proyectos fue facilitar la aplicación de los conceptos teóricos en un contexto práctico de diseño estructural. Mientras que los procedimientos de cálculo y los criterios normativos suelen abordarse de forma aislada en el aula, el desarrollo del proyecto permitió a los estudiantes comprender su aplicación dentro de un proceso de diseño similar al que enfrentarán en el ejercicio profesional.

Asimismo, la estrategia favoreció el desarrollo de competencias técnicas relacionadas con el análisis estructural, la interpretación de resultados obtenidos mediante software especializado, la toma de decisiones fundamentadas en criterios técnicos y normativos y la elaboración de documentación estructural. Estas capacidades se articulan con el desarrollo de microcompetencias cognitivas, procedimentales y actitudinales propuestas en el Modelo Pedagógico de la Universidad

Industrial de Santander, al promover la comprensión de los conceptos, el uso de herramientas digitales y el fortalecimiento de la autonomía, la responsabilidad y el compromiso durante el desarrollo del proyecto (Universidad Industrial de Santander, 2021).

De igual manera, la experiencia contribuyó al fortalecimiento del criterio ingenieril de los estudiantes, entendido como la capacidad de analizar e interpretar los resultados obtenidos, evaluar alternativas de diseño y seleccionar soluciones técnicamente viables de acuerdo con la normativa. En este sentido, el uso de herramientas computacionales trascendió la obtención automática de resultados, promoviendo su análisis crítico y validación dentro del proceso de diseño estructural.

Finalmente, la integración de herramientas como ETABS (Computers and Structures, 2024) y REVIT (Autodesk, 2023) permitió acercar a los estudiantes a metodologías y tecnologías ampliamente utilizadas en el ámbito profesional, promoviendo el desarrollo de competencias digitales asociadas al modelado estructural y a la metodología BIM. En consecuencia, el proyecto de aula no solo facilitó la apropiación de los conceptos propios de la asignatura, sino que también fortaleció habilidades prácticas que contribuyen a una formación más integral y acorde con las necesidades actuales del ejercicio de la ingeniería civil.

2.2 Conocer el grado de conformidad de los estudiantes, mediante una escala de Likert, respecto a la utilización de la estrategia de aprendizaje basada en proyectos para el desarrollo de una mejor experiencia en la asignatura.

Una vez recopilada y procesada la información obtenida mediante las encuestas aplicadas al inicio y al final del semestre académico, se realizó el análisis de los resultados con el fin de identificar posibles cambios en la percepción de los estudiantes frente a la estrategia de

Aprendizaje Basado en Proyectos implementada en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I (código 24100).

Dado que los instrumentos de recolección de información fueron estructurados mediante una escala de Likert de cinco niveles de respuesta, donde 1 corresponde a "Totalmente en desacuerdo" y 5 a "Totalmente de acuerdo", el análisis de los datos se realizó utilizando medidas de tendencia central apropiadas para variables de naturaleza ordinal, específicamente la mediana y la moda. Estas medidas se complementaron con el análisis de frecuencias de cada una de las preguntas incluidas en las encuestas. La moda permitió identificar la categoría de respuesta predominante entre los participantes, mientras que la mediana facilitó la determinación de la tendencia general de las percepciones estudiantiles. Por su parte, el análisis de frecuencias permitió examinar la distribución de las respuestas y comparar los resultados obtenidos antes y después de la implementación de la estrategia pedagógica. Los resultados evidenciaron una evolución positiva en la percepción de los estudiantes frente a los diferentes componentes de la estrategia implementada.

La Figura 3 presenta los resultados relacionados con el impacto de la estrategia en la comprensión de los conceptos estructurales, mientras que la Figura 4 muestra la percepción de los estudiantes sobre el uso de herramientas tecnológicas como ETABS y REVIT. En la encuesta inicial se observó un conocimiento limitado sobre el uso de software especializado para el análisis y modelado estructural. Las preguntas relacionadas con ETABS y REVIT presentaron medianas entre 1 y 2, mientras que el 60 % de los estudiantes manifestó no haber utilizado previamente ETABS y el 36 % indicó una experiencia igualmente limitada con REVIT. Estos resultados reflejan una baja familiaridad inicial con herramientas ampliamente utilizadas en el ámbito profesional de la ingeniería estructural.

Por su parte, la Figura 5 presenta los resultados asociados al impacto de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. De manera similar, la pregunta relacionada con el conocimiento del Aprendizaje Basado en Proyectos registró una mediana de 3 y un 36 % de respuestas en la categoría "Ni de acuerdo ni en desacuerdo", lo que evidencia una familiaridad moderada con esta metodología antes de su implementación. No obstante, desde el inicio del semestre los estudiantes manifestaron una actitud favorable hacia el desarrollo de proyectos prácticos y reconocieron la importancia de la asignatura para su formación profesional. Las preguntas asociadas a estos aspectos alcanzaron medianas y modas de 5, y el 64 % y el 68 % de los participantes, respectivamente, seleccionaron la opción "Totalmente de acuerdo", reflejando expectativas positivas frente a la posibilidad de relacionar los contenidos teóricos con situaciones propias de la ingeniería civil.

Al finalizar el desarrollo del proyecto de aula, los resultados mostraron un incremento significativo en la percepción de los estudiantes frente a la utilidad de las herramientas tecnológicas y la metodología implementada. En todas las preguntas de la encuesta final se obtuvo una mediana de 5 y una moda de 5, indicando que la respuesta predominante fue "Totalmente de acuerdo". Este comportamiento refleja una alta aceptación de la estrategia implementada y una valoración positiva de la experiencia académica desarrollada durante el semestre. Uno de los cambios más representativos se observó en las preguntas relacionadas con el uso de ETABS y REVIT. Mientras que en la medición inicial predominó un bajo nivel de experiencia en el manejo de estas herramientas, al finalizar el semestre los estudiantes reconocieron su aporte a la comprensión de los conceptos de diseño estructural. Estos resultados sugieren que la incorporación de software especializado fortaleció tanto las competencias digitales como la comprensión de contenidos propios del análisis y diseño estructural.

La comparación de las preguntas relacionadas con el Aprendizaje Basado en Proyectos también muestra una evolución favorable en la percepción de los estudiantes sobre esta metodología. Mientras que al inicio un 40 % manifestó un conocimiento limitado del enfoque, al finalizar el semestre el 94,1 % estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el proyecto desarrollado les permitió aplicar los conceptos teóricos a situaciones de diseño estructural. Asimismo, los participantes señalaron que la estrategia incrementó su motivación y participación durante las actividades del curso, lo que confirma el aporte del Aprendizaje Basado en Proyectos para fortalecer la integración entre la teoría y la práctica en asignaturas de carácter técnico.

La Figura 6 presenta los resultados relacionados con el impacto de la estrategia en la formación profesional de los estudiantes. Otro aspecto relevante corresponde al desarrollo de competencias profesionales. Las respuestas obtenidas muestran que los estudiantes percibieron un fortalecimiento de habilidades técnicas y digitales relacionadas con el análisis estructural, el modelado computacional y la interpretación de resultados. Además, la experiencia favoreció el desarrollo del criterio ingenieril para analizar información, evaluar alternativas de diseño y tomar decisiones fundamentadas en criterios técnicos y normativos, competencias esenciales para el ejercicio profesional del ingeniero civil.

Finalmente, la Figura 7 muestra la percepción de los estudiantes sobre los recursos digitales y el entorno virtual utilizados como apoyo al desarrollo de la asignatura. Los altos niveles de satisfacción registrados en la encuesta final, junto con la disposición de los estudiantes a recomendar la metodología para futuros semestres de la asignatura, permiten concluir que la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos contribuyó significativamente al proceso de enseñanza-aprendizaje de Diseño de Hormigón Armado I. La integración de actividades prácticas, herramientas tecnológicas y recursos digitales favoreció una mayor apropiación de los contenidos,

fortaleció competencias profesionales y propició una experiencia académica más cercana a las condiciones reales del ejercicio de la ingeniería civil. En conjunto, estos resultados permiten inferir que la estrategia implementada no solo favoreció la comprensión de los contenidos propios del diseño estructural, sino que también contribuyó al desarrollo de microcompetencias cognitivas, procedimentales y actitudinales, al promover la aplicación de conocimientos técnicos, el uso de herramientas digitales y la toma de decisiones en contextos similares a la práctica profesional, en concordancia con el Modelo Pedagógico de la Universidad Industrial de Santander.

Figura. 3

Impacto en la comprensión de conceptos estructurales.

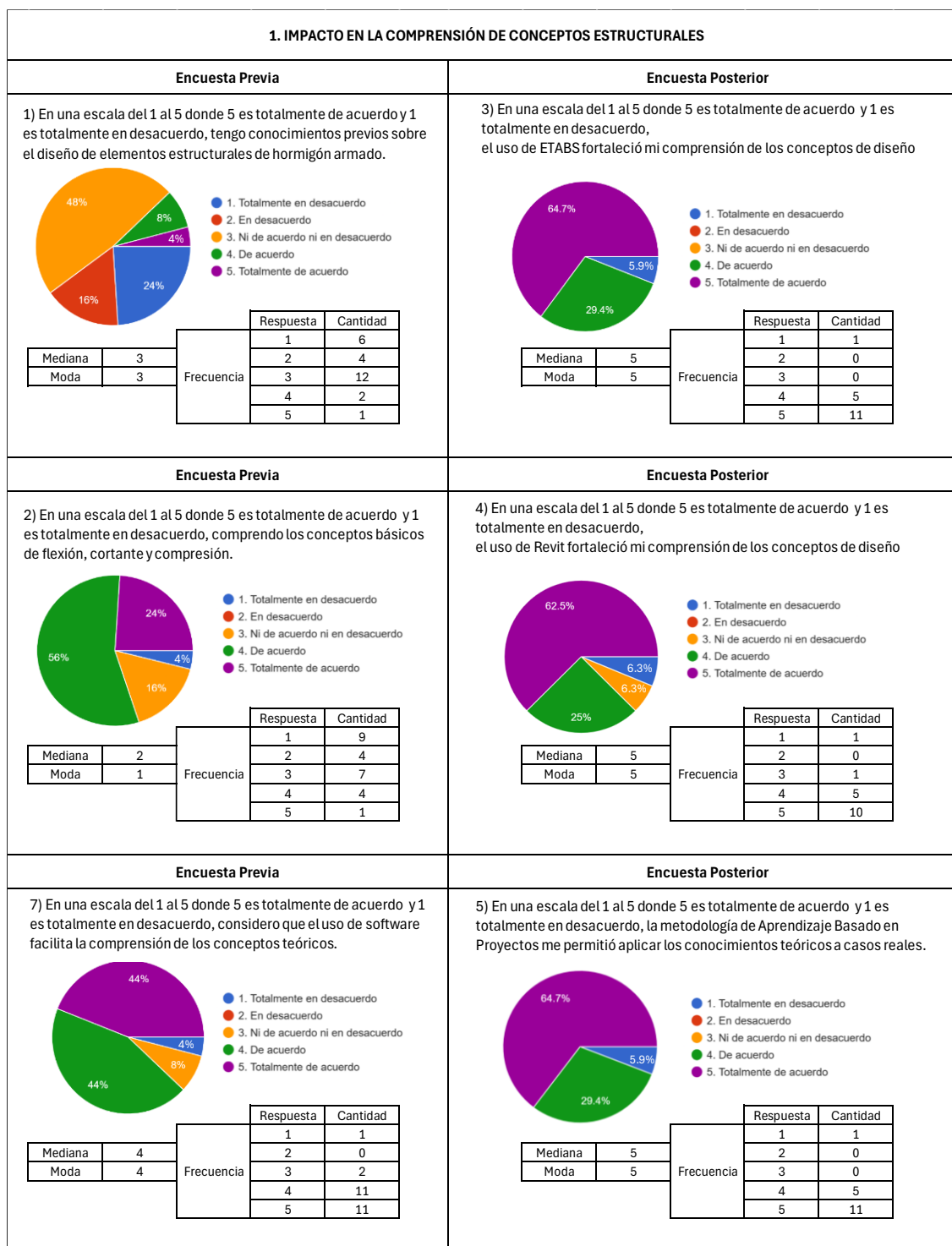


Figura. 4

Impacto del uso de herramientas tecnológicas (ETABS y REVIT)

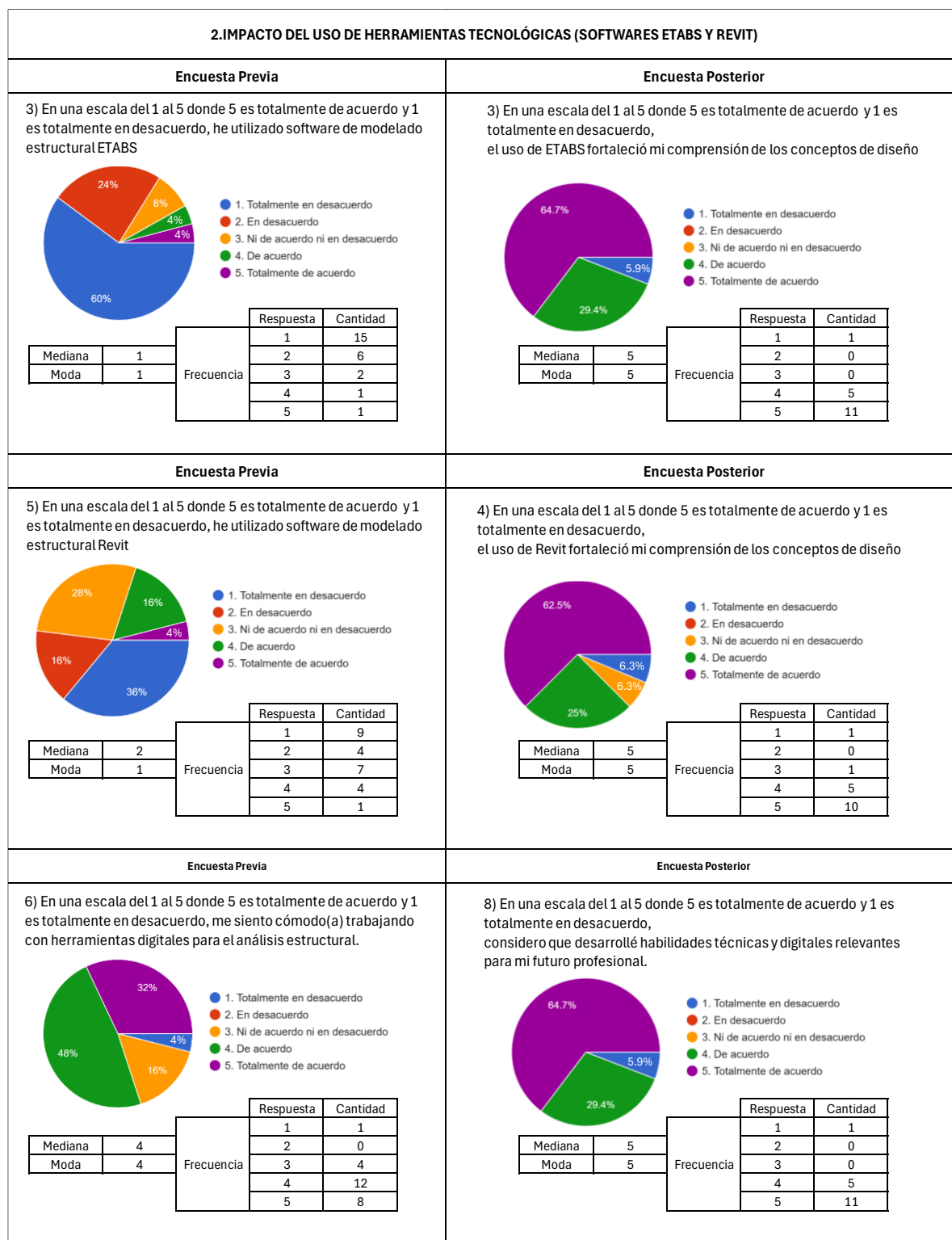


Figura. 5

Impacto de la metodología basada en proyectos.

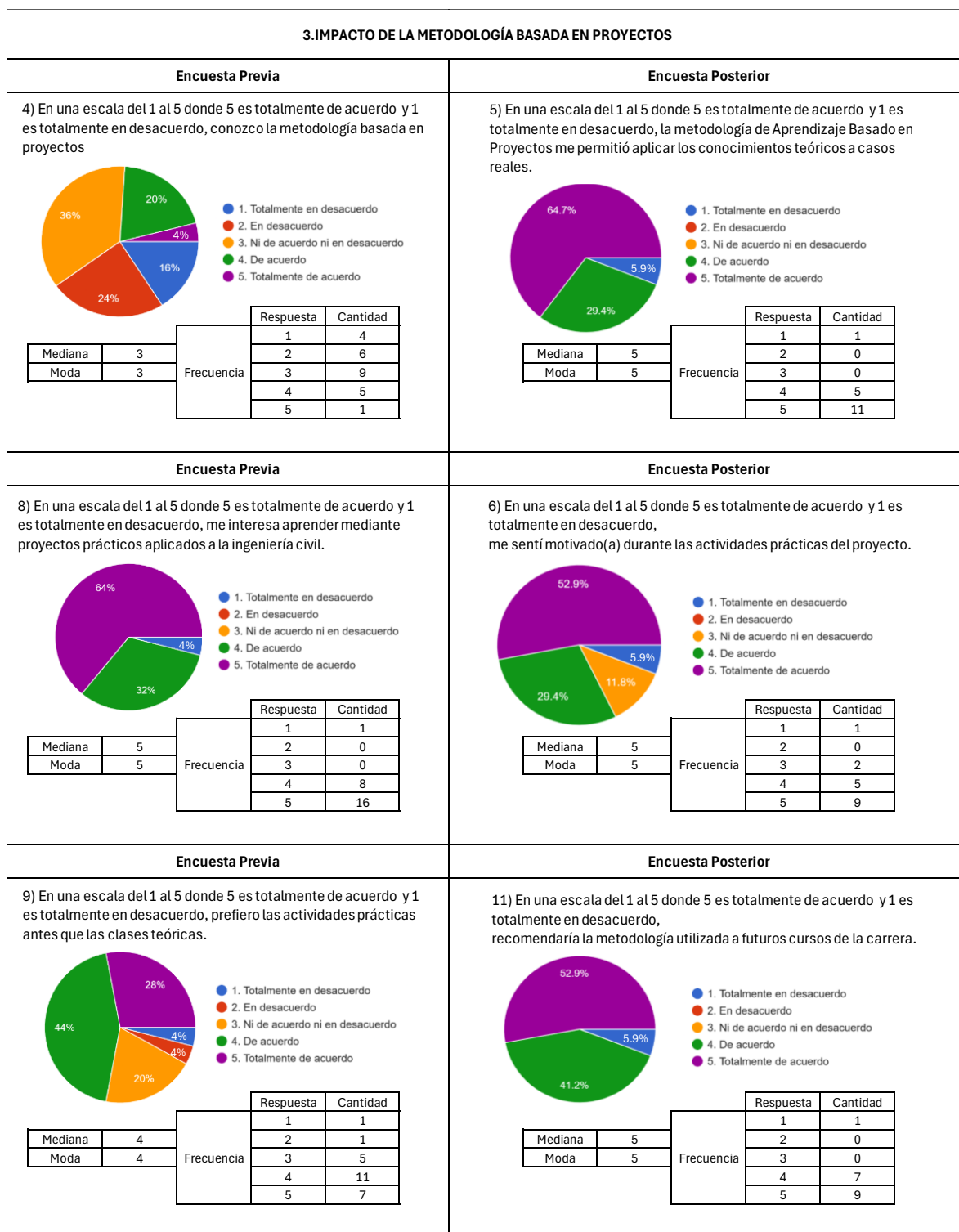


Figura. 6

Impacto en la formación profesional.

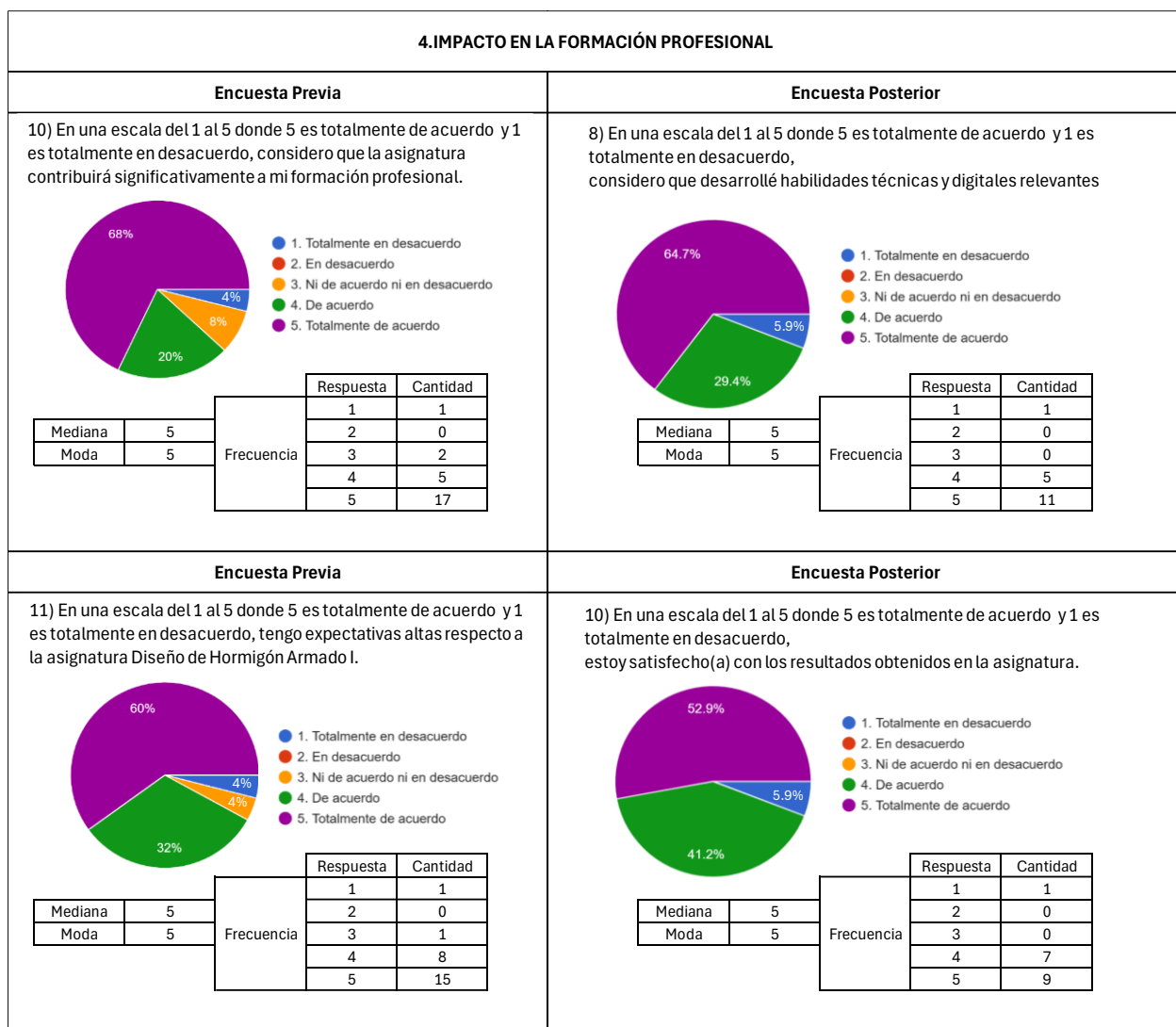
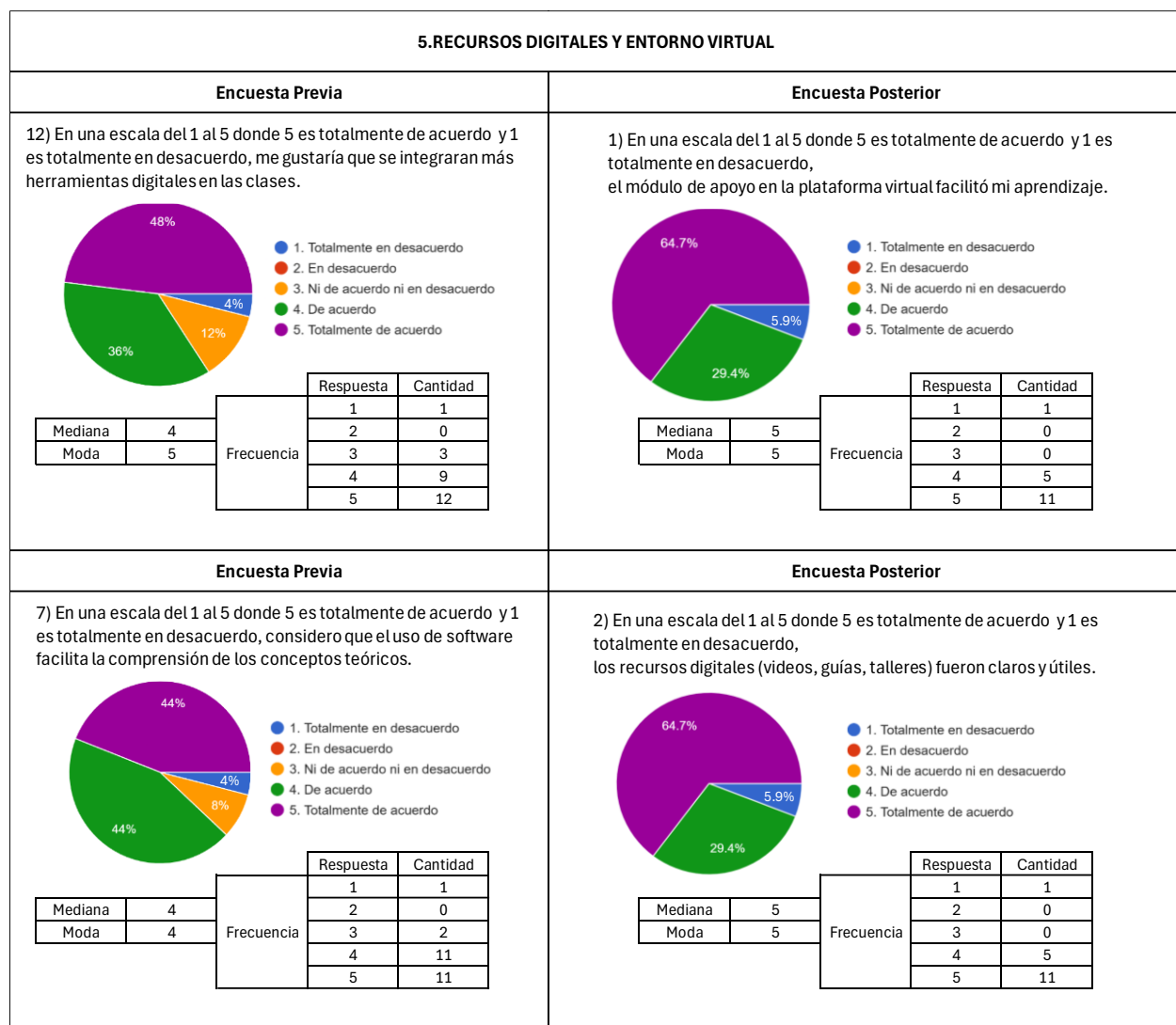


Figura. 7

Recursos digitales y entorno virtual.

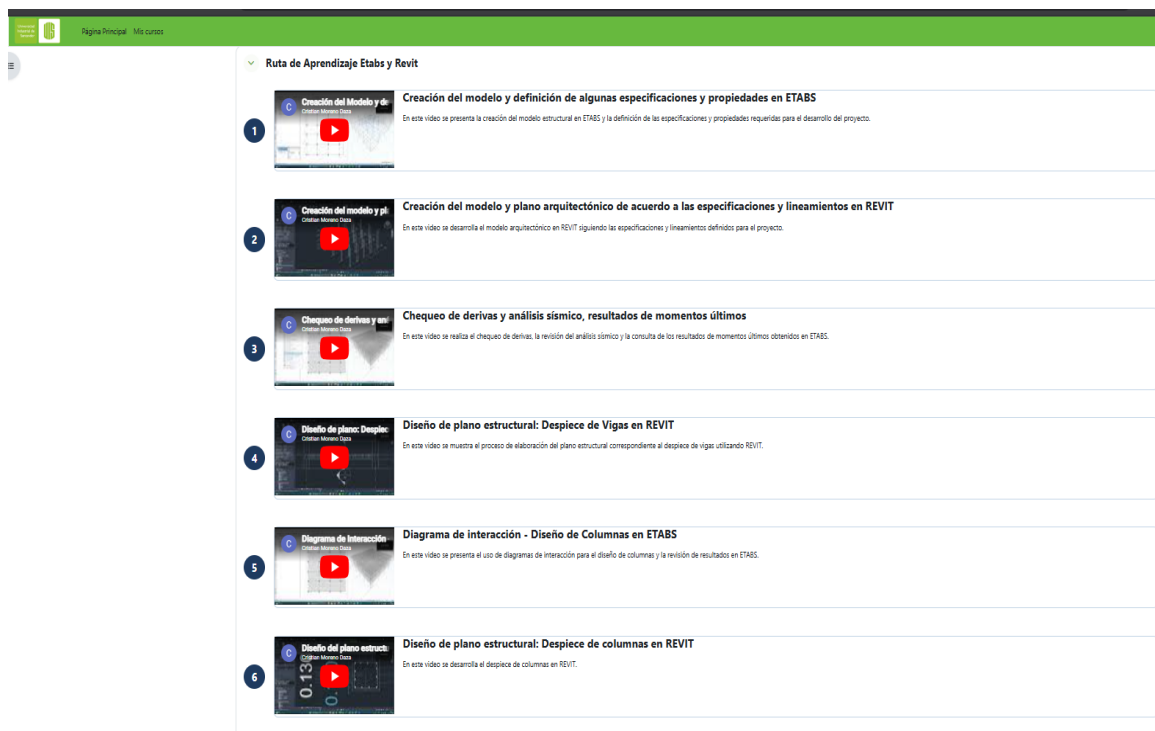


2.3 Recopilar el material didáctico en un módulo en el aula virtual para disponer de una colección digital de recursos que sirvan de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura.

Como parte del material de apoyo para la asignatura, se diseñó un módulo en el aula virtual institucional que reunió recursos audiovisuales y material complementario relacionados con el análisis y diseño de elementos de hormigón armado. En la Figura 8 se presenta la recopilación de los videos publicados en la plataforma virtual, organizados de acuerdo con las temáticas desarrolladas durante el curso. Estos recursos, elaborados durante la práctica docente, complementaron los contenidos de clase mediante la explicación de procedimientos de modelado, análisis y diseño estructural con ETABS (Computers and Structures, 2024) y REVIT (Autodesk, 2023). El módulo conformó un repositorio digital que facilitó el acceso permanente al material de apoyo, promovió el aprendizaje autónomo y quedó disponible para su uso y actualización en futuros semestres de la asignatura.

Figura. 8

Recopilación de videos en la plataforma virtual.



6. Conclusiones

- La implementación de una estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPr) en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I (código 24100) permitió integrar los conceptos teóricos con su aplicación práctica mediante el uso de ETABS y REVIT. Esta estrategia fortaleció la comprensión de los procesos de análisis, diseño y modelado estructural, acercando a los estudiantes a situaciones propias del ejercicio profesional de la ingeniería civil.
- Los resultados de las encuestas aplicadas antes y después de la implementación de la estrategia evidenciaron una percepción favorable por parte de los estudiantes. Se observó una mayor valoración del uso de herramientas tecnológicas, la aplicación

práctica de los contenidos y el fortalecimiento de competencias técnicas, digitales y del criterio ingenieril, confirmando el impacto positivo de la metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- La incorporación de software especializado dentro de las actividades académicas contribuyó a acercar a los estudiantes a herramientas ampliamente utilizadas en el ámbito profesional, permitiéndoles complementar los procedimientos tradicionales de diseño con procesos de modelado y análisis computacional. Esta integración favoreció una visión más completa del comportamiento estructural y de los criterios involucrados en el diseño de elementos de hormigón armado.
- La creación y organización de un módulo de apoyo en el aula virtual permitió consolidar una colección de recursos didácticos conformada por recursos audiovisuales asociados a los contenidos de la asignatura. Este material constituye un apoyo para futuras ofertas del curso y representa una herramienta que puede contribuir al fortalecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- La experiencia desarrollada durante la práctica permitió evidenciar el potencial de las metodologías activas de aprendizaje para enriquecer la formación en ingeniería civil. La combinación de actividades prácticas, recursos digitales y herramientas tecnológicas favoreció una experiencia académica más dinámica, participativa y orientada al desarrollo de competencias necesarias para el desempeño profesional de los futuros ingenieros.
- Finalmente, se concluye que la integración de estrategias pedagógicas innovadoras en asignaturas de carácter práctico representa una alternativa viable para fortalecer los procesos de formación en ingeniería civil, ya que promueve una participación

más activa de los estudiantes, facilita la apropiación de conocimientos y contribuye al desarrollo de competencias que trascienden el ámbito académico y se proyectan hacia el ejercicio profesional.

7. Reflexión Pedagógica

La experiencia desarrollada durante la práctica docente en la asignatura Diseño de Hormigón Armado I representó una de las etapas más enriquecedoras de mi proceso de formación profesional y personal. Más allá de los conocimientos técnicos adquiridos a lo largo de la carrera, esta experiencia me permitió comprender la importancia de la enseñanza como una herramienta para transformar la manera en que los estudiantes construyen y apropian el conocimiento. Participar activamente en el desarrollo de la asignatura me brindó la oportunidad de aportar al fortalecimiento del curso mediante la implementación de estrategias orientadas a facilitar la comprensión de los conceptos de diseño estructural. Resultó especialmente gratificante observar cómo los estudiantes lograban relacionar los fundamentos teóricos vistos en clase con situaciones prácticas desarrolladas a través del proyecto de aula. Ver la evolución de su aprendizaje, la manera en que resolvían problemas y la confianza que adquirían en el uso de herramientas tecnológicas como ETABS y REVIT constituyó una de las mayores satisfacciones obtenidas durante esta experiencia.

Asimismo, la interacción constante con los estudiantes fortaleció mis habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo. Atender sus inquietudes, orientar actividades y acompañar su proceso de aprendizaje me permitió comprender que la enseñanza exige no solo conocimientos técnicos, sino también empatía, paciencia y la capacidad de adaptar las explicaciones a las necesidades de cada estudiante. La práctica docente me permitió reconocer el

valor de la pedagogía como un proceso que promueve la participación, la reflexión y la construcción conjunta del conocimiento, favoreciendo aprendizajes más significativos al relacionar los contenidos con situaciones propias del ejercicio profesional. Finalmente, esta experiencia reafirmó mi interés por contribuir a la formación de futuros ingenieros civiles y fortaleció mis competencias profesionales, humanas y pedagógicas, convirtiéndose en una experiencia que marcará positivamente mi desarrollo profesional.

8. Recomendaciones

- Se recomienda continuar promoviendo la implementación de metodologías activas de aprendizaje en asignaturas de carácter práctico del programa de Ingeniería Civil, debido a que estas favorecen una participación más activa de los estudiantes, fortalecen la apropiación de conocimientos y contribuyen al desarrollo de competencias necesarias para el ejercicio profesional.
- Se sugiere mantener y actualizar periódicamente el módulo virtual desarrollado durante esta práctica, incorporando nuevos recursos didácticos, ejercicios y material audiovisual que complementen los contenidos de la asignatura y sirvan de apoyo para futuras cohortes.
- Se recomienda fortalecer la integración de herramientas tecnológicas como ETABS y REVIT dentro de las actividades académicas, con el fin de acercar a los estudiantes a entornos de trabajo similares a los utilizados en la práctica profesional de la ingeniería estructural.
- Para futuras experiencias académicas, se sugiere ampliar el alcance de la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos mediante el desarrollo de proyectos

interdisciplinarios que permitan integrar conocimientos de otras áreas de la ingeniería civil, fortaleciendo así la capacidad de análisis y la resolución de problemas complejos.

- Fortalecer, en futuras implementaciones del módulo de aprendizaje, las orientaciones relacionadas con el uso ético y responsable de herramientas de Inteligencia Artificial en el desarrollo del trabajo autónomo. Dado que la estrategia implementada contempla la sustentación de los procesos de diseño mediante hojas de cálculo, anexos y demás evidencias del procedimiento desarrollado, se recomienda establecer directrices que orienten a los estudiantes a utilizar la Inteligencia Artificial como una herramienta de apoyo para la consulta, comprensión y revisión de los contenidos, sin que esta sustituya el razonamiento analítico ni el desarrollo autónomo de los cálculos y decisiones propias del diseño estructural. De esta manera, la documentación y sustentación de los procedimientos mediante hojas de cálculo y anexos puede contribuir a promover un uso responsable de estas tecnologías, favoreciendo la transparencia del proceso de aprendizaje y la apropiación de las competencias desarrolladas en la asignatura.

9. Referencias Bibliográficas

- ABET. (2024). Criteria for Accrediting Engineering Programs.
- Autodesk. (2023). Revit para ingeniería estructural: Guía de inicio rápido. Autodesk Knowledge Network. <https://www.autodesk.com>
- Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2015). Mechanics of materials (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V. I., & Händel, M. (2020). Emergency remote teaching in higher education: Mapping the first global online semester. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*.
- Brunhaver, S. R., Gilmartin, S. K., Grau, M. M., Sheppard, S. D., Chen, H. L., & Toye, G. (2018). Bridging the Gaps between Engineering Education and Practice. National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/books-and-chapters/usengineering-global-economy/bridging-gaps-between-engineering-education-andpractice>
- Campos Arenas, A. (2017). Enfoques de enseñanza basados en el aprendizaje: ABP, ABPr, ABI y otros métodos basados en el aprendizaje. Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-664-3
- Chung, C. K. (2012). Diseño de estructuras de concreto reforzado (8.^a ed.). McGrawHill.
- Computers and Structures, Inc. (2024). ETABS: Integrated Analysis, Design and Drafting of Building Systems (Versión 21) [Software]. <https://www.csiamerica.com/products/etabs>
- Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Bogotá: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- Da Silva, D. (2024, 14 de septiembre). Qué es escala de Likert y cómo aplicarla. Zendesk. <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-escala-de-likert/>

- Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. Jossey-Bass.
- Freeman, S., et al. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.
- Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo. (s. f.). Guía para la estructuración de proyectos de aula [Archivo PDF].
<https://www.unitecnar.edu.co/sites/default/files/cictar/GUIA%20PARA%20LA%20ESTRUCTURACION%20DE%20PROYECTOS%20DE%20AULA-1.pdf>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). *A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures*. International Journal of Educational Research, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hibbeler, R. C. (2017). *Mechanics of materials* (10th ed.). Pearson.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- National Institute of Building Sciences (NIBS). (2015). *National BIM Standard–United States*.
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2010). *Design of concrete structures* (14th ed.). McGraw-Hill.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.
- Sociedad Colombiana de Ingenieros. (2025). *Formación flexible, ciencia aplicada y visión integral: retos de las ingenierías en el siglo XXI*. Bogotá: SCI. <https://sci.org.co/formacion-flexible-ciencia-aplicada-y-vision-integral-retos-de-lasingenierias-en-el-siglo-xx>.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation. <https://www.bie.org/files/researchreviewPBL.pdf>

Universidad Industrial de Santander. (2021). *Modelo Pedagógico de la Universidad Industrial de Santander* (Acuerdo No. 233 del 10 de agosto de 2021). Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander.

Villa, A., & Poblete, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias*. Universidad de Deusto.

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). *A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study*. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>

10. Apéndices

Apéndice A. Enlaces a las sesiones de clase

- Sesión 1: creación del modelo estructural y definición de propiedades en ETABS:
<https://www.youtube.com/watch?v=mkqkjjOzLu8>
- Sesión 2: creación del modelo en Revit:
<https://www.youtube.com/watch?v=60llxqsXX00&t=2330s>
- Sesión 3: chequeo de derivas, análisis sísmico y extracción de fuerzas internas en ETABS: <https://www.youtube.com/watch?v=3sjBHxejQqo>
- Sesión 4: despiece de vigas en Revit:
<https://www.youtube.com/watch?v=4cgyycy6Dts>
- Sesión 5: diagrama de interacción en ETABS:
<https://www.youtube.com/watch?v=QinJemCaatU>
- Sesión 6: despiece de columnas en Revit:
<https://www.youtube.com/watch?v=WCblbviy1HI>