



Explorando las dificultades de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería civil en la disciplina de hormigón estructural

Exploring learning difficulties of civil engineering students in the discipline of structural concrete.

Juan Navarro-Gregori^a, M.A. Fernández-Prada^b, Eduardo Cortés Moreno^c y Carlos Gisbert Doménech^d

^aUniversitat Politècnica de València, juanagre@cst.upv.es, ^bUniversitat Politècnica de València, mafernan@cst.upv.es, ^cUniversitat Politècnica de València, edcormo@cst.upv.es, y ^dUniversitat Politècnica de València, cargiso@cst.upv.es.

How to cite: Navarro-Gregori, J.; Fernández-Prada, M.A.; Cortés Moreno, E.; y Gisbert Doménech, C. (2024). Explorando las dificultades de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería civil en la disciplina de hormigón estructural. En libro de actas: *X Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 11 - 12 de julio de 2024. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2024.2024.18532>

Abstract

This paper presents a method designed for identifying learning difficulties among undergraduate Civil Engineering students at Universitat Politècnica de València (UPV) in the "Structural Concrete" course. This study is part of an Educational Innovation and Improvement Project (PIME) aimed at finding the threshold concepts that students in this discipline need to grasp to understand the deep learn concepts of structural concrete design. As a preliminary step, a specific method has been devised to detect and objectively measure the intensity of learning difficulties throughout an academic year. The method consists of three actions: (a) classroom question proposal; (b) official follow-up tests; and (c) focus group. This method has been implemented over two consecutive academic years, allowing for the assessment of the impact caused by intervention strategies following the identification of learning difficulties during the first academic year. The continued use of this method may enable the adaptation of teaching methodologies to the real needs of students enrolled in the course

Keywords: *learning difficulties; threshold concept; civil engineering; structural concrete*

Resumen

Se presenta una metodología de trabajo diseñada para la identificación de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes del Grado en Ingeniería Civil de la Universitat Politècnica de València (UPV) de la asignatura "Hormigón Estructural". Este estudio forma parte de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) que persigue identificar los conceptos umbrales que los estudiantes de esta disciplina tienen que superar para llegar a entender el significado profundo de la disciplina del diseño de estructuras de hormigón. Como paso previo, se ha diseñado una metodología específica con el que detectar y medir el grado de intensidad de las dificultades de aprendizaje de una forma objetiva a lo largo de

un curso académico. La metodología se desarrolla en tres acciones: (a) propuesta de cuestiones en clase; (b) pruebas de seguimiento oficiales; y (c) grupos de discusión. Esta metodología se ha empleado durante dos cursos consecutivos, lo que ha permitido valorar el efecto causado por las estrategias de intervención tras identificar las dificultades de aprendizaje detectadas durante el primer curso académico. El uso de esta estrategia docente de forma continuada puede permitir la adaptación de las metodologías docentes a las necesidades reales de los estudiantes de la asignatura

Palabras clave: *dificultades de aprendizaje; concepto umbral; ingeniería civil; hormigón estructural*

1. Introducción

En el ámbito de la ingeniería civil, el proceso de aprendizaje es fundamental para la formación de profesionales competentes y capaces de enfrentar los desafíos del mundo real. Sin embargo, no todos los estudiantes experimentan un camino fluido hacia la comprensión profunda de los conceptos clave.

Este artículo docente se adentra en dos aspectos cruciales: las dificultades de aprendizaje que enfrentan los estudiantes y los conceptos umbrales que marcan la transición entre el conocimiento superficial y la comprensión profunda. Es importante aclarar que en este trabajo, al hablar de dificultades de aprendizaje, nos referimos a todos los obstáculos que dificultan el aprendizaje de los estudiantes, y no a las necesidades educativas especiales que algunos puedan tener.

Los estudiantes de ingeniería civil a menudo se encuentran con obstáculos al asimilar conceptos teóricos y aplicarlos en la práctica. Las dificultades pueden surgir debido a la complejidad inherente de los temas, la falta de conexión con experiencias previas o la necesidad de profundizar en la comprensión. Identificar estas dificultades es crucial para diseñar estrategias de enseñanza efectivas y ayudar a los estudiantes a superar los obstáculos según Navarro-Gregori et al. (2023).

Los conceptos umbrales son ideas centrales de una disciplina que, una vez comprendidas, transforman la forma en que los estudiantes ven el mundo y abren nuevas perspectivas, Meyer y Land (2003). Estos conceptos son tan arraigados en la mente del experto que a menudo pasan desapercibidos como posibles causas de dificultades para los estudiantes. Identificar y abordar estos conceptos umbrales es esencial para facilitar el aprendizaje profundo y la aplicación efectiva de los conocimientos en la práctica. La identificación de las dificultades de aprendizaje es un paso previo necesario para detectar los conceptos umbrales de una determinada disciplina.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es establecer una metodología que permita evaluar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes del Grado en Ingeniería Civil en la disciplina del diseño de estructuras de hormigón y que permita evaluar el efecto de la incorporación de estrategias de intervención encaminadas a mejorar los resultados de aprendizaje de la materia.

3. Metodología propuesta

La metodología empleada en este trabajo se basa en la recopilación de evidencias en tres ámbitos distintos: (a) propuesta de cuestiones en clase, pruebas de seguimiento oficiales, y (c) grupos de discusión.

3.1 Propuesta de cuestiones en clase

La propuesta de cuestiones en clase tiene como objetivo evaluar conceptos teóricos relacionados con los temas evaluables en las pruebas oficiales de seguimiento. Se plantean a lo largo de un espacio de tiempo 10-15 minutos en la que se para el ritmo habitual de la clase con la finalidad de ceder el protagonismo a los estudiantes para que resuelvan cuestiones relacionadas con aspectos clave de la materia. Se realizan un promedio de 4 cuestiones repartidas en cada uno de los dos bloques en los que se divide la asignatura. Tras la entrega de las cuestiones por parte de los estudiantes, el profesor las corrige y les da el correspondiente feedback. Esto permite detectar los principales y más comunes fallos que cometen los estudiantes.

3.2 Pruebas de seguimiento oficiales

Las pruebas de seguimiento oficiales se rigen por la metodología de evaluación establecida en la Guía Docente. Cada prueba consta de una parte teórica y una parte práctica. En la parte teórica, se plantean un promedio de 5 cuestiones, que pueden ser puramente teóricas o teórico-prácticas. La parte práctica implica resolver 1 o 2 problemas basados en un supuesto práctico. El peso porcentual en la evaluación es del 30-40 % para la teoría y del 60-70 % para la práctica. Además, estas pruebas se repiten en el periodo de recuperación para aquellos estudiantes que no superaron la prueba en su primer intento durante el período lectivo del curso.

3.3 Grupo de discusión

Al concluir la asignatura, se forma un grupo de discusión en el que se reúne una muestra representativa de estudiantes. El objetivo es investigar de manera cualitativa las dificultades de aprendizaje que cada participante experimentó durante el desarrollo de la asignatura. Es una actividad que se realiza una vez finalizada la asignatura y cerrado el proceso de evaluación con el fin de no condicionar las respuestas voluntarias de los candidatos seleccionados. La actividad es abierta y con una duración aproximada de 1 hora, en la que los estudiantes participan en un debate guiado sobre la asignatura en la que el profesor toma notas y recoge las opiniones y los diferentes puntos de vista de los participantes.

4. Resultados

De las tres dimensiones consideradas en la metodología, este trabajo se enfoca principalmente en comparar y analizar los resultados de las pruebas de seguimiento a lo largo de los cursos académicos 2022-2023 y 2023-2024.

4.1 Curso 2022-2023

En este apartado se analizan los resultados en lo que respecta al primer curso 2022-2023 en la que ha estado vigente el PIME. En la Fig. 1 se muestran las calificaciones finales de la asignatura completadas todas las evaluaciones, así como la dispersión completa de calificaciones entre las partes prácticas y teóricas. En la Fig. 1a se muestra concretamente la pirámide de distribución de las notas finales donde se observa cómo hasta 27 estudiantes logran pasar el corte y aprobar la asignatura al situarse en el rango 5-6, otros 20 estudiantes en el rango 6-7, tan solo 4 estudiantes en rango 7-8 y el estudiante con mayor calificación en el

rango 8-9. El número de aprobados, aun no siendo muy elevado, se mantiene en un razonable 65% sobre alumnos presentados. Según las medias históricas éste ha sido uno de los cursos académicos con unos mejores resultados globales. Por lo tanto, parece que la foto final de las calificaciones de esta asignatura podría definirse como aceptable.

No obstante, tras esta foto final subyace un problema serio entre la relación entre las calificaciones de teoría y de problemas tal y como se observa con detenimiento la Fig. 1b dado que cuando se comparan las calificaciones de teoría y problemas se observa una correlación muy baja en estas dos dimensiones. En primer lugar, el coeficiente de correlación es realmente bajo ($R^2=0.0792$) y luego, la pendiente de la recta de correlación es muy tendida con un valor igual a 0.36 lo que denota que la relación entre ambas variables (teoría y problema) se podría definir como de inexistente. Además, el elevado valor de 3.0 en la ordenada en el origen denota que las calificaciones de problemas son muy superiores a las de teoría.

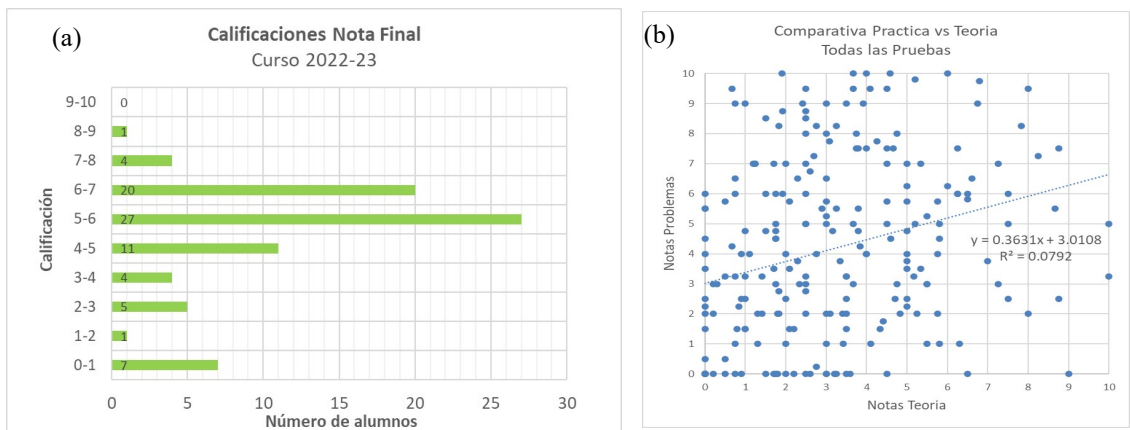


Fig. 1. Calificaciones finales de la asignatura. Curso 2022-2023

Por lo tanto, tras el análisis de estos aspectos se sacaron dos importantes conclusiones tras finalizar el curso 2022-2023:

- Los estudiantes tienen facilidad para resolver problemas de forma mecánica.
- Existe muy poca correlación entre las calificaciones de teoría y de problemas, lo cual no favorece el aprendizaje profundo.

Complementariamente y junto con el análisis de los resultados obtenidos del resto de aspectos de la metodología: cuestiones propuestas y grupos de discusión, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Los estudiantes responden con cierta facilidad las cuestiones teóricas que requieren comprensión o conocimiento básico. Sin embargo, los estudiantes encuentran grandes dificultades al responder cuestiones teóricas que requieren razonamiento y/o aplicación.
- No se observa una clara correlación entre las dificultades de aprendizaje y los resultados del aprendizaje.
- Los estudiantes demandan materiales que les permita estudiar mediante ejemplos más prácticos la parte teórica.
- La forma en que la asignatura está diseñada actualmente implica que los estudiantes deben "estudiar comprendiendo los conceptos", algo a lo que no están acostumbrados.

La información más detallada sobre el estudio que llevó a estas conclusiones se puede consultar en Navarro-Gregori et al. (2023)

4.2 Estrategias de intervención

Tras el estudio de las dificultades de aprendizaje realizadas a lo largo del primer curso académico se establecieron una serie de acciones encaminadas a paliar estas dificultades. A continuación, se enumeran las acciones concretas que se realizaron a lo largo del curso académico 2023-2024.

- Se revisaron las presentaciones de PowerPoint de la asignatura con el fin de aclarar su contenido presentándolo de un modo más directo, reduciendo la extensión de los procedimientos teóricos.
- Se preparó una amplia batería de cuestiones teóricas para favorecer el autoestudio por parte de los alumnos. Concretamente se realizó una batería correspondiente a las lecciones del primer bloque de la asignatura y otra para el segundo bloque.
- Se adaptaron las cuestiones teóricas a resolver en clase y se introdujo la herramienta “Wooclap” para facilitar la interrelación con los estudiantes en alguna de ellas.
- Se modificó la metodología de las prácticas informáticas con el fin de concatenar mejor las diferentes sesiones de trabajo mediante el uso de un software comercial de análisis estructural (SAP 2000) y se enfocó a los estudiantes a trabajar estas sesiones como si del desarrollo de un pequeño proyecto profesional se tratara.
- Los profesores de la asignatura hicieron un uso intensivo de la pizarra en detrimento de la tradicional presentación en PowerPoint, con el fin de activar a los estudiantes a lo largo de las clases de carácter práctico.

Se podría decir que se trata de acciones de presentar el material didáctico y la metodología de trabajo de una forma más sencilla, directa y mejor adaptada a las necesidades de los estudiantes.

4.3 Curso 2023-2024

Análogamente a lo realizado en el apartado 4.1, se analizan en esta sección los resultados en lo que respecta al segundo curso 2023-2024 en el que ha estado vigente el PIME. En la Fig. 2 se muestran nuevamente las calificaciones finales de la asignatura completadas todas las evaluaciones, así como la dispersión completa de calificaciones entre las partes prácticas y teóricas. En la Fig. 2a aparece la pirámide de distribución de las notas finales donde se observa cómo hasta 13 estudiantes logran pasar el corte y aprobar la asignatura al situarse en el rango 5-6, otros 7 estudiantes en el rango 6-7, 8 estudiantes en el rango 7-8 y dos estudiantes sobresalen con una mayor calificación en el rango 8-9. El número de aprobados, aun no siendo muy elevado, se mantiene en un 61% sobre alumnos presentados, algo inferior a los resultados obtenidos durante el curso académico anterior. Nuevamente, parece que la foto final de las calificaciones de esta asignatura podría definirse como aceptable y destaca la presencia de tan sólo 3 estudiantes en el rango 0-1 frente a los 7 en el mismo rango en el curso académico 2022-2023.

Al igual que se hizo para el curso anterior, se procede a analizar la foto final para el presente curso académico comparando las calificaciones de teoría y de problemas tal y como se observa con detalle la Fig. 2b, donde se comparan las calificaciones de teoría y problemas de todas las pruebas de seguimiento realizadas a lo largo del transcurso de la materia. En este caso, sorprende que existe una mejor correlación entre la teoría y los problemas con un coeficiente de correlación $R^2=0.81$, que es bajo, pero mucho mejor que en el curso académico anterior. La pendiente de la recta de correlación es prácticamente igual a 1, lo cual representaría una situación ideal si la dispersión fuese baja. Además, se observa un significativo valor de 1.45 en la

ordenada en el origen lo cual denota claramente que los estudiantes siguen obteniendo una mejor calificación en problemas que en teoría. Se podría decir que en promedio la nota de problemas supera a la de teoría en 1.45 puntos, pero parece que los estudiantes que tienen un mejor desempeño en teoría también lo tienen en la parte práctica. Estos datos avalan las estrategias de intervención basadas en el estudio de las dificultades de aprendizaje.

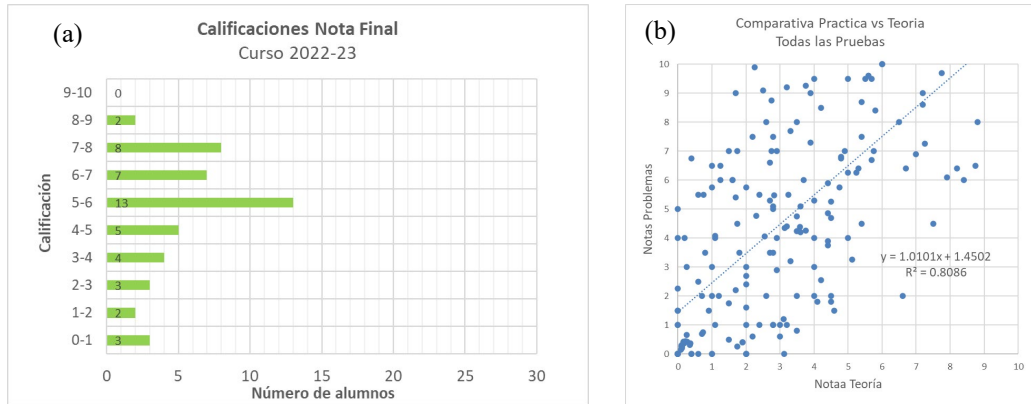


Fig. 2. Calificaciones finales de la asignatura. Curso 2023-2024

5. Conclusiones

En este trabajo se ha utilizado una metodología para la identificación de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería civil en la materia del diseño de estructuras de hormigón y se ha aplicado a lo largo de dos cursos académicos.

El análisis de los resultados tras el primer curso académico arrojó como principal conclusión una total falta de correlación entre el estudio práctico y teórico de la asignatura.

Esto permitió el establecimiento de estrategias de mejora basadas en las opiniones de los estudiantes en su contexto actual, enfocadas a simplificar el material didáctico a lo largo del segundo curso y facilitar el autoestudio de los conceptos teóricos de la materia.

Tras el análisis de los resultados a lo largo del segundo curso académico en lo que respecta a las pruebas de seguimiento se ha conseguido correlacionar de forma significativa los resultados teóricos y prácticos, por lo que parece que las intervenciones realizadas han sido positivas para el aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, tras este trabajo de detección de las dificultades de aprendizaje, en el futuro se deberá dirigir la investigación hacia una mayor profundización en las causas de estas dificultades para determinar en qué medida las estrategias de intervención permiten reducirlas efectivamente.

Se busca mantener esta metodología de trabajo a lo largo de los próximos cursos académicos con el objetivo de proporcionar a los estudiantes las mejores herramientas para facilitar su aprendizaje en los estudios de hormigón estructural dentro del Grado en Ingeniería Civil. Además, se destaca la necesidad y el desafío que esto implica, considerando la continua adaptación de las metodologías que los docentes universitarios empleamos para ajustarnos al rápido y constante cambio del perfil de nuestros estudiantes.

Referencias

- Meyer, J. H. F., & Land, R. (2003). Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkages to ways of thinking and practising within the disciplines. Edinburgh: ETL Project, University of Edinburgh.
- Navarro-Gregori Juan, Fernández-Prada M.A., Cortés Moreno Eduardo y Gisbert Doménech Carlos. 2023. Identificación de dificultades de aprendizaje en el diseño de estructuras de hormigón. En libro de actas: IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16654>