

Identificación de dificultades de aprendizaje en el diseño de estructuras de hormigón

Identifying learning difficulties in the design of concrete structures

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, cargisdo@cst.upv.es.

How to cite: 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>

Abstract

A study is presented to identify the main learning difficulties that undergraduate students of the Civil Engineering Degree at Universitat Politècnica de València (UPV) are experiencing in the course of design of concrete structures. This study is contextualised within an innovation and educational improvement UPV project in the topic of disciplinary innovation, in order to identify the causes of the increasing difficulty students have in assimilating theoretical concepts and in their ability to deeply understand their meaning. A detailed and critical analysis of the results of the evaluations is carried out, with an emphasis on those specific aspects that prevent students from making progress in the understanding of the basic concepts of the course. At the same time, the results of these assessments are complemented with the feedback obtained from a representative sample of students, which has made it possible to focus on the key aspects that should be improved in future academic years in order for undergraduate students to achieve the desired learning outcomes in the discipline of concrete structures design.

Keywords: *learning difficulties, civil engineering, concrete structures, theoretical concepts, deep learning*

Resumen

Se presenta un estudio con el fin de identificar las principales dificultades de aprendizaje que los estudiantes de Grado en Ingeniería Civil de la Universitat Politècnica de València (UPV) están experimentando en la disciplina del diseño de estructuras de hormigón. Este estudio se contextualiza dentro de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa de la UPV en el ámbito de la Innovación Disciplinar, con el objetivo de identificar las causas de la creciente dificultad de los estudiantes en asimilar los conceptos teóricos y en su capacidad para entender profundamente su significado. En este trabajo se lleva a cabo un análisis

detallado y crítico de los resultados de las evaluaciones haciendo un hincapié en aquellos aspectos concretos que impiden a los estudiantes avanzar en la comprensión de los conceptos básicos de la materia. Se complementan los resultados de estas evaluaciones con el feedback obtenido por parte de una muestra representativa de alumnos, que ha permitido poner el foco en los aspectos clave que deberían mejorarse en futuros cursos académicos con el fin de que los estudiantes de grado alcancen los resultados de aprendizaje deseados en la disciplina del diseño de las estructuras de hormigón.

Palabras clave: *dificultades de aprendizaje, ingeniería civil, hormigón, conceptos teóricos, aprendizaje profundo*

1. Introducción

En el ámbito de los estudios universitarios se está evidenciando una creciente dificultad por parte de los estudiantes en el aprendizaje profundo de las distintas materias que cursan. Parece que la tendencia de los últimos años está virando cada vez más hacia un aprendizaje muy directo y aplicado, en el que la parte de conocimientos teóricos está quedando relegado a un segundo plano o a un simple plano de consulta. El aprendizaje basado en la práctica puede ser enormemente positivo y enriquecedor, siempre y cuando las herramientas y técnicas, que se empleen en la resolución de problemas, no se utilicen exclusiva y repetidamente de una forma mecánica y sin tener un conocimiento profundo de las mismas y de su significado. Este diagnóstico está en la línea de lo que Meyer y Land ya en (2003) subrayaron acerca de que *“los estudiantes saben cómo hacer las cosas, pero no tienen el feeling por el gran cuadro”*. En definitiva, se debería trabajar en la mejora la calidad del aprendizaje de los estudiantes y según indica Zabalza (2003-2004) ser capaces de hacer cosas mejores de las que estamos haciendo.

El artículo de Meyer y Land (2003) se centra en los denominados *"conceptos umbral"* y cómo éstos pueden ser utilizados para entender y abordar la dificultad que los estudiantes tienen al aprender ciertos temas. Los autores argumentan que los conceptos umbral son aquellos que son cruciales para la comprensión de una disciplina, pero que también son difíciles de entender y pueden ser problemáticos para los estudiantes.

Los *"conceptos umbral"* se han convertido en un tema importante de investigación en la educación tal y como se muestra en los estudios de Meyer y Land (2003, 2005 y 2006) ó Hill (2020). En este último caso, se analiza y comparan dos conceptos: el *"conocimiento problemático"* (*troublesome knowledge*) y el de *"conceptos umbral"* (*threshold concepts*). Aunque ambos conceptos se centran en la dificultad que los estudiantes en su aprendizaje, Hill argumenta que hay diferencias importantes entre ellos. En particular, el autor sostiene que el conocimiento problemático se refiere a cualquier conocimiento que los estudiantes encuentran difícil o desafiante de aprender, mientras que los conceptos umbral son conceptos específicos que son cruciales para la comprensión de una disciplina y que, una vez comprendidos, pueden transformar la forma en que los estudiantes piensan y practican en esa disciplina.

Parece lógico pensar que los estudiantes que estamos formando en nuestras universidades, y en el caso particular de las escuelas de ingeniería civil, deben ser profesionales que en el futuro puedan tomar decisiones basadas en un criterio bien asentado y fundamentado en el conocimiento profundo de sus respectivas disciplinas donde tanto el conocimiento problemático como sobre todo los conceptos umbrales requeridas para esa disciplina se hayan alcanzado. *¿Se dejaría usted operar por un cirujano que realizara perfectas operaciones quirúrgicas, basadas en protocolos bien establecidos, pero que no tuviera capacidad*

de tomar decisiones en una intervención en la que surgiera cualquier tipo de complicación? La respuesta parece lógica.

Este trabajo forma parte de los primeros pasos realizados dentro de un Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) de la UPV. Este proyecto se circunscribe a la asignatura obligatoria de tercer curso (primer semestre) “Hormigón Estructural” del Grado en Ingeniería Civil (GIC) de la Universitat Politècnica de València (Módulo: asignaturas comunes a la Ingeniería Civil; Materia: Bases de la Ingeniería Estructural). Es la primera asignatura que sobre esta materia cursan los alumnos. La asignatura tiene 6 créditos (teoría, 3; prácticas aula 1.4; laboratorio 0.6; informática 1.0). En esta asignatura se sientan las bases para que se adquieran los conceptos básicos del diseño de estructuras de hormigón. El número de estudiantes matriculados en los últimos cursos ha sido de 100 alumnos aproximadamente.

Sería conveniente que los estudiantes al final de la asignatura pudieran adquirir un conocimiento bien asentado de los conceptos teóricos necesarios para el correcto desempeño del diseño de las estructuras de hormigón, haciendo hincapié en resolver todo tipo de concepciones erróneas y dificultades de aprendizaje. Con esta innovación se podría conseguir que los estudiantes pudieran adquirir un dominio en el diseño de estructuras de hormigón equilibrado, tanto a nivel teórico como práctico.

Por otra parte, la correcta asimilación de estos conceptos de base es esencial para el correcto desempeño en posteriores asignaturas de la titulación de GIC y para la adquisición de las competencias profesionales requeridas en el ámbito de la ingeniería civil, dada la enorme responsabilidad que conlleva el diseño de las estructuras de hormigón (puentes de carretera y ferrocarril, pasarelas, estructuras de edificación, grandes obras portuarias e hidráulicas, ...).

Los objetivos generales del PIME en el que se contextualiza este trabajo son dos: (a) Detectar e identificar los conceptos umbrales y las dificultades de aprendizaje de la materia; y (b) Diseñar estrategias de intervención para superar los conceptos umbrales y las dificultades de aprendizaje de la materia.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo se enmarca dentro del cuadro de los objetivos del PIME. Concretamente, el objetivo general de este trabajo es: “*Detectar dificultades en el aprendizaje de la asignatura de Hormigón Estructural de tercer curso del Grado en Ingeniería Civil*”.

3. Resultados del aprendizaje esperables

Dado que en este trabajo se pretenden detectar las dificultades en el aprendizaje de la disciplina de Hormigón Estructural, resulta esencial establecer en primer lugar, cuáles son los resultados del aprendizaje esperables por parte de los estudiantes.

En la Tabla 1 se presenta el listado de los 12 resultados del aprendizaje esperables en la asignatura de Hormigón Estructural (Navarro-Gregori 2018). Estos resultados están alineados con las unidades temáticas de la asignatura y de las lecciones que componen cada unidad según la Guía Docente de la asignatura.

Tabla 1. Resultados del aprendizaje Hormigón Estructural

Resultados del aprendizaje
RA1. Identificar los principios básicos del comportamiento de las estructuras de hormigón.
RA2. Determinar los esfuerzos de diseño en estructuras de hormigón.

- RA3.** Conocer la tipificación y las características de proyecto de los hormigones y las armaduras.
- RA4.** Aplicar distintas estrategias para asegurar la durabilidad de las estructuras de hormigón. **RA5.** Determinar el efecto del pretensado en estructuras de hormigón pretensado isostáticas **RA6.**
- Verificar el comportamiento en servicio de vigas de hormigón: fisuración y deformaciones. **RA7.**
- Diseñar o verificar en rotura elementos lineales sometidos a esfuerzos de axil y flexión. **RA8.**
- Diseñar o verificar soportes esbeltos de hormigón y armado.
- RA9.** Diseñar o verificar en rotura elementos lineales sometidos a esfuerzo cortante.
- RA10.** Diseñar o verificar en rotura elementos lineales sometidos a esfuerzo rasante y torsión
- RA11.** Aplicar los requisitos relativos a la disposición de las armaduras en vigas y soportes. **RA12.** Elaborar el anejo de cálculo de una estructura de hormigón.
-

4. Metodología de identificación de las dificultades de aprendizaje

La metodología seguida en este trabajo se basa en la recopilación de evidencias en tres ámbitos diferentes: (a) pruebas del minuto, (b) pruebas de seguimiento oficiales y (c) grupo de discusión.

4.1 Pruebas del minuto

Con el fin de observar la evolución en el aprendizaje de los estudiantes, se plantearon en los minutos finales de algunas sesiones de clase cuestiones teórico-prácticas en la línea de las potencialmente evaluables en las pruebas de seguimiento oficiales. Se realizaron tres pruebas a lo largo del cuatrimestre. La duración de cada prueba fue de 10-15 minutos. Los estudiantes entregaron sus contestaciones y se les devolvieron corregidas a los pocos días con el fin de que tenga su feedback de cara a la preparación de las pruebas oficiales de la asignatura. Mediante el análisis de las respuestas es posible identificar aquellos aspectos donde los estudiantes encuentran mayores dificultades.

4.2 Pruebas de seguimiento oficiales

Las pruebas de seguimiento oficiales siguen la metodología de evaluación de la Guía Docente aprobada. Éstas consisten en la realización de dos pruebas correspondientes cada una de ellas a la mitad de las unidades didácticas de la asignatura y siguiendo un sistema de evaluación que podríamos denominar tradicional o estándar. Cada prueba incluye una parte de teoría y una parte de práctica. En la parte de teoría se plantean entre 4 y 6 cuestiones, bien puramente teóricas o teórico prácticas. La parte de teoría consiste en la resolución de 1 o 2 problemas de un supuesto práctico planteado. El porcentaje de peso en la evaluación de la prueba de seguimiento es del 30/40 % para la teoría y del 70/60 % para la práctica. Estas pruebas se repiten en las pruebas de recuperación para aquellos estudiantes que no logran superarlas en su primer intento durante el periodo lectivo del curso.

4.3 Grupo de discusión

Al finalizar la asignatura se generó un grupo de discusión en el que se reunió una muestra representativa de estudiantes de la asignatura con el fin de poder investigar de forma cualitativa sobre las dificultades de aprendizaje que experimentó cada participante en el transcurso de la asignatura.

El grupo de discusión estuvo formado por seis estudiantes (tres alumnas y tres alumnos) elegidos aleatoriamente entre los siguientes 6 perfiles:

- Estudiante con nota final “Sobresaliente”
- Estudiante con nota final “Notable”
- Estudiante con nota final “Aprobado por curso”
- Estudiante con nota final “Aprobado tras las pruebas de recuperación”
- Estudiante con nota final “No apto tras las pruebas de recuperación”
- Delegada de la asignatura

La reunión tuvo lugar una vez finalizada la asignatura y publicadas las actas oficiales para que los estudiantes que formaron parte del grupo de discusión no estuvieran coaccionadas frente a las cuestiones que se pudieran plantear. La duración de la reunión fue de unos 90 minutos y se grabó en audio con el fin de extraer información a posteriori. Se plantearon cuestiones abiertas en distintos bloques para que los estudiantes se expresaran libremente. Los bloques tratados fueron los siguientes: (a) Al comenzar la asignatura, (b) El día a día en clase, (c) ¿Cómo habéis estudiado? y (d) Tras acabar la asignatura.

5. Análisis y discusión de resultados

5.1 Pruebas del minuto

En la Tabla 2 aparecen de forma resumida para cada una de las 3 cuestiones planteadas, el número de respuestas obtenidas, los RAs involucrados en cada cuestión y los principales fallos observados en la corrección por parte de los profesores de la asignatura.

Tabla 2. Identificación de problemas de aprendizaje en las pruebas del minuto

Cuestión	Núm.	RA	Dificultades de aprendizaje observadas
1	57	1	Errores en la representación de las leyes de esuferzos Errores en la colocación de las armaduras a causa de (a) Desconocimiento generalizado del comportamiento del pretensado
2	42	6	El 50% de los estudiantes deja la cuestión en blanco al ser un supuesto práctico pero planteado de forma analítica Dificultad para enfrentarse a utilizar formas de sección distintas a la rectangular→Dificultad cálculo características mecánicas. Resolución por métodos generales. Los estudiantes optan por el camino largo, no se dan cuenta de la conveniencia del uso de vías directas de resolución→Conocen los conceptos pero no los aplican eficazmente.
3	57	7	En general, los estudiantes contestan la cuestión sin razonar la respuesta y un buen porcentaje acierta la respuesta por simple imitación de otros supuestos teóricos o prácticos resueltos en clase→Se deduce que no están siguiendo la clase y que todavía no han estudiado y trabajado la unidad temática objeto de la cuestión.

5.2 Pruebas de seguimiento oficiales

A continuación, se presentan los resultados más significativos de los resultados de las pruebas de seguimiento y de recuperación de la asignatura en este primer curso de vigencia del PIME. Se pretende hacer una foto fija del estado de la evaluación que pueda ser comparada en futuros cursos académicos en los que se hayan podido implementar estrategias de intervención para mitigar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. El análisis se realiza para cada una de las dos pruebas de seguimiento y para las calificaciones finales de la asignatura. Finalmente, se incluye un apartado donde se realiza un análisis más detallado para identificar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y la relación entre éstas y los resultados del aprendizaje.

5.2.1 Primera prueba de seguimiento

En la Fig. 1 se muestra la distribución de notas obtenidas por parte de los estudiantes en la prueba de seguimiento 1. Se incluye el desglose entre las calificaciones de la parte de teoría (Fig. 1a) como de la parte de problemas (Fig. 1b), así como de la calificación media (Fig. 1c). Además, se muestra en un gráfico de puntos las posiciones de calificación de cada estudiante (Fig. 1d) comparando la calificación de teoría en el eje de las abscisas con la calificación de problemas en el eje de las ordenadas.

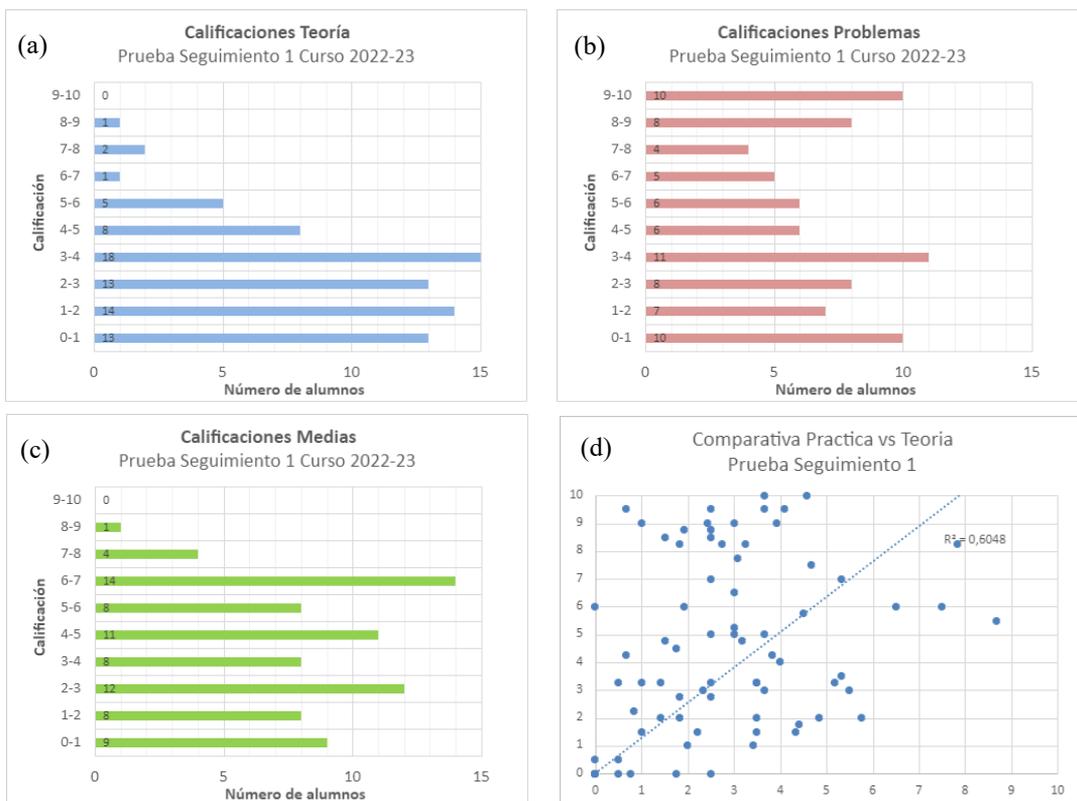


Fig. 1 Calificaciones de la primera prueba de seguimiento

Si se comparan las Fig. 1a y 1b entre sí se observa que la distribución de notas es mucho más baja en teoría que en problemas. Concretamente la moda de las notas de teoría se sitúa en el rango 3-4 con un total de 18

estudiantes, mientras que la moda de las notas de problemas se coloca en 3-4 con 11 estudiantes, pero seguido muy de cerca por los niveles 0-1 y 9-10 con 10 estudiantes. Si se observa la distribución de notas medias en la Fig. 1c se aprecia un perfil totalmente diferente a los dos anteriores y la moda de la nota final se sitúa en el rango 6-7 con 14 estudiantes.

Llama la atención que la foto final del perfil de notas es muy diferente a las fotos parciales de cada una de las dos partes que la componen. Esto nos hizo indagar un poco más en profundidad para encontrarle un significado. Es por ello, que se planteó la distribución total de calificaciones de la prueba de seguimiento en la Fig. 1d. En esta se observa que no existe la más mínima correlación entre las calificaciones de teoría y problemas con un valor de correlación R^2 paupérrimo igual a 0.60. Esto viene a indicar que detrás del tipo de prueba de seguimiento que se plantea debe existir una estrategia particular de los estudiantes para superar la prueba de seguimiento. Se observa que en el triángulo superior en la Fig. 1d existe una mayor densidad de puntos, lo que sugiere que la estrategia general de los estudiantes es preparar la parte de los problemas a costa de la parte de teoría.

5.2.2 Segunda prueba de seguimiento

En la Fig. 2 se hace lo propio en cuanto a las calificaciones de los estudiantes para la segunda prueba de seguimiento. Al comparar ahora las Fig. 2a y 2b se observa que la distribución de notas sigue siendo significativamente más baja en teoría que en problemas. En este caso, la moda de las notas de teoría se sitúa en un sorprendente rango 0-1 con un total de 22 estudiantes, mientras que la moda de las notas de problemas se coloca en el mismo rango 0-1 con 21 estudiantes. Además, en el caso de la teoría no hay ningún estudiante capaz de haber alcanzado una nota de 7 puntos, siendo 9 el número de estudiantes que obtienen una calificación superior a 7 puntos en problemas. Se observa nuevamente que la pirámide de distribución de notas media es bastante diferente a la obtenida en teoría y problemas. Finalmente, en la Fig. 2d se vuelve a observar que la distribución de calificaciones tiende a ser más hacia el lado de la parte de problemas, aunque de una forma algo menos acusada que en la primera prueba de seguimiento. También llama la atención la bajísima densidad de calificaciones en los valores superior a la calificación 7.0 en comparación con la primera prueba de seguimiento. La explicación que se le puede dar a este resultado, en principio anómalo, se puede deber a varios motivos: (a) mayores contenidos teóricos en las lecciones que forman parte de esta prueba de seguimiento y (b) la fecha de celebración del examen, que se realizó el último día justo antes de las vacaciones de navidad y precedido de otras dos asignaturas con exámenes muy cercanos. Parece que hubo bastantes estudiantes que se presentaron al examen a modo de prueba, lo que explicaría la veintena de estudiantes que no puntuaron en el rango 0-1 tanto de la parte de teoría como de problemas. Por lo tanto, se observa nuevamente, la estrategia de los estudiantes para superar la asignatura, en la que ya cuentan en el proceso de superación de la misma en el apoyo de las pruebas de recuperación.

5.2.3 Calificaciones finales

Finalmente, en la Fig. 3a se muestra las calificaciones finales de la asignatura completadas todas las evaluaciones y la dispersión completa de calificaciones entre las partes prácticas y teóricas. En la Fig. 3a se muestra la pirámide de distribución de las notas finales donde se observa como 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, siendo éste uno de los cursos académicos con una foto final más favorable.

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 en la Fig. 3b. Sería más lógico que la nube de puntos tendiera a situarse más cerca de la diagonal y con un coeficiente de correlación más cercano a 1 en posteriores cursos.

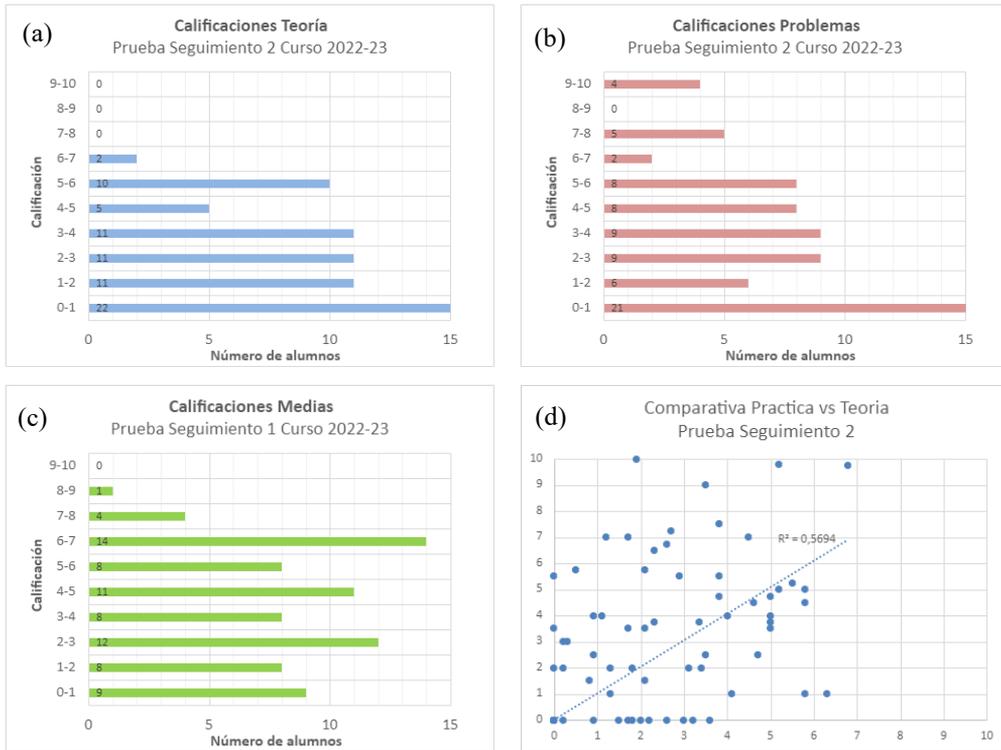


Fig. 2 Calificaciones de la segunda prueba de seguimiento

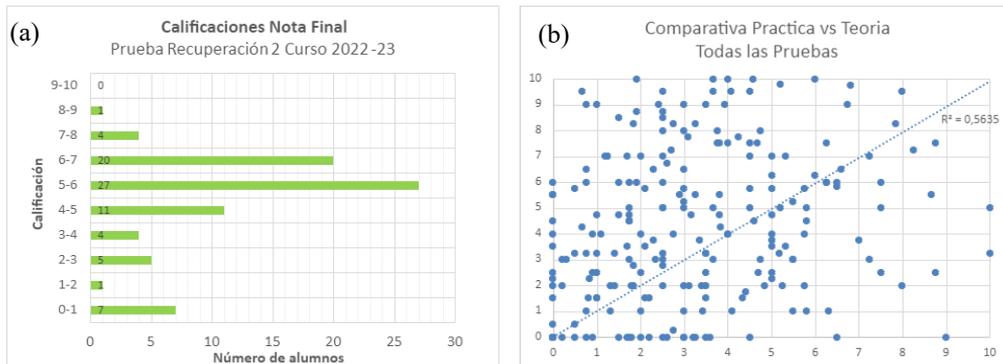


Fig. 3 Calificaciones finales de la asignatura

5.2.4 Identificación de dificultades de aprendizaje

A continuación, se realiza un estudio de mayor profundidad con el fin de detectar mejor dónde se observan las principales dificultades de aprendizaje. Para ello, se ha realizado un tratamiento de las calificaciones parciales de cada una de las pruebas de seguimiento, incluidas las pruebas de recuperación. Se han evaluado un total de 23 ítems con un identificador (Id) designado con las siglas PXY Z, siendo: X= “S” cuando se trata de una calificación parcial de la prueba de seguimiento ordinaria o “R” cuando corresponde a la

recuperación; Y= “1” ó “2” en función de si es un Id de la primera o de la segunda parte de la asignatura, respectivamente; Z = “Ci” ó “P” en función de si se trata de una cuestión teórica (siendo i=1,2,3,4,5 el número de cuestión) o de un problema, respectivamente. Para cada ítem se reporta en la Tabla 3 la Nota Media obtenida por parte de todos los estudiantes y el porcentaje de alumnos con una calificación superior a 4. Finalmente, en la columna situada más a la derecha de la Tabla 3 se indica de manera orientativa el resultado del aprendizaje principal que se vería implicado en el ítem a evaluar. Ya por último, las 23 filas de la tabla se han ordenado de menor a mayor en función del criterio de la Nota Media, y con una gradación de colores, entre el rojo y el verde, con el fin de poder visualizar los ítems en los que se han detectado mayores dificultades de aprendizaje principales en las primeras filas de la Tabla 3.

Tabla 3. Identificación de dificultades de aprendizaje en las pruebas de seguimiento

Pos	Id	Nota Media	% > 4	RAs
1	PS1 C5	0.79	7	6
2	PS1 C4	1.21	16	5
3	PS2 C2	1.57	19	7
4	PS2 C3	1.67	11	9
5	PS2 C4	2.33	26	10
6	PR2 C3	2.77	33	10
7	PS1 C6	2.77	32	6
8	PR2 C2	2.90	40	9
9	PS1 C3	3.08	36	4
10	PS2 P	3.10	38	7 y 8
11	PS2 C1	3.14	44	8
12	PR1 C4	3.22	46	6
13	PS2 C5	3.38	40	11
14	PR1 C2	3.97	51	2
15	PR2 C4	3.98	48	10
16	PS1 C2	4.23	39	1
17	PR2 P	4.53	58	7 y 8
18	PR1 C3	4.54	57	4
19	PS1 P	4.57	52	6
20	PR1 C1	4.62	54	1
21	PS1 C1	4.89	64	1 y 2
22	PR1 P	5.27	65	6
23	PR2 C1	6.29	65	8

Se pueden observar varios resultados objetivos de la lectura de la Tabla 3. En primer lugar, las posiciones que ocupan las pruebas de problemas se sitúan en la parte mitad/baja de la Tabla 3 lo cual indica que los mejores resultados se obtienen en la parte de problemas como se había constatado anteriormente. Resulta curioso que la cuestión 1 “PX_C1” de ciertas pruebas de seguimiento se sitúan en las posiciones más favorables y con mejores resultados. Si se analiza el RA de estas pruebas se observa que es diverso. Sin embargo, es destacable que la cuestión C1 se reserva en las pruebas como pregunta sobre definiciones de términos directos en los que se necesita solamente un nivel de memorizar nivel 1, o tal vez comprender nivel 2 siendo generosos, según la pirámide de la taxonomía de Bloom (1956).

Tras este análisis se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- No se observa una clara correlación entre las dificultades de aprendizaje y los resultados del aprendizaje. Por ejemplo, el RA 6 comprende las posiciones de dificultad: 1, 7, 12, 19 y 22. Por lo tanto, parece que el RA no es un parámetro representativo de la dificultad del aprendizaje.
- Al parecer, existe una relación entre la dificultad de aprendizaje y la profundidad del conocimiento que se está evaluando. Es posible que las preguntas que corresponden al nivel 3 según la taxonomía de Bloom, donde se evalúa la aplicación del conocimiento, resulten más complejas.
- Las dificultades observadas en la aplicación del conocimiento no se correlacionan paradójicamente con los resultados de las pruebas de problemas de carácter totalmente aplicado. En las pruebas de problemas, la aplicación del conocimiento no se basa necesariamente en un entendimiento claro de los conceptos, sino en la capacidad de completar una serie de pasos mecánicos preestablecidos.

5.3 Grupo de discusión

A continuación, se esbozan las principales evidencias (Tabla 4) del grupo de discusión realizado según lo previamente indicado en el apartado 4.2. Cabe destacar que la sesión fue muy productiva y se pudieron tratar de forma libre los principales aspectos que preocupan a los estudiantes seleccionados y a los profesores de la asignatura.

Tabla 4. Evidencias extraídas del grupo de discusión

Bloque	Dificultades de aprendizaje observadas
Al comenzar la asignatura	Se encuentran poco preparados frente al cálculo de esfuerzos.
	Les cuesta seguir al profesor cuando realiza cálculos de estructuras sencillas.
	Dificultad de dibujar “ <i>a estima</i> ” una ley de esfuerzos.
El día a día en clase	Destacan que el contenido de la asignatura es muy denso dentro de un semestre muy denso.
	Echan de menos que no se profundice en el hormigón pretensado. Preferirían tener una asignatura de hormigón armado y a continuación otra de hormigón pretensado.
	Respecto a las diapositivas piensan que el contenido es difícil de seguir y que deberían tenerlo todo más desarrollado para poder repasar en casa.
¿Cómo habéis estudiado?	Parece que la idea de hacer videos les gusta más que el disponer de un texto, pero los videos deben ser muy cortos (no de dos horas). Indican que se podrían recomendar videos de otros profesores que estén en youtube.
	Coinciden en el hecho de que la teoría la estudian el “ <i>último día</i> ”. Respecto a los problemas indican que tratan de seguirlos semanalmente y que los comentan entre ellos.
	Coinciden en que juntarse en grupos de estudio de más de dos es contraproducente.
	En relación con recibir clases particulares de la asignatura, los que las reciben lo hacen por el miedo generado por las indicaciones que reciben de compañeros que ya han cursado la asignatura y para obligarse a realizar un seguimiento continuo de la asignatura.
	Piensan que en el material del que disponen faltan más problemas y más desarrollados.
	Cuando se les pregunta sobre si van agobiados responden afirmativamente.

Tras acabar la asignatura	Indican que la forma de estudiar hormigón es diferente a la que tienen que seguir en el resto de las asignaturas y especifican que es porque “ <i>tienen que entender las cosas</i> ”.
	Sin embargo, no ven ningún problema en la resolución de los problemas desde el punto numérico, ya que la calculadora les permite resolverlo.

En cuanto al primer bloque, coincide lo detectado en las pruebas del minuto con lo comunicado por los estudiantes. Por lo que respecta al bloque “*el día a día en clase*” parece que el ritmo de las clases no está adaptado para el alumno medio y el material que se les proporciona no está suficientemente desarrollado, por lo que demandan unos materiales de trabajo más desarrollados. En el tercer bloque, es evidente que estudian desde la parte práctica hacia la teoría, que suelen relegar para estudiar en último lugar. Esto explicaría la falta de correlación entre las calificaciones de teoría y de prácticas observada en el apartado 5.2. Tras finalizar la asignatura, resulta de interés la afirmación por parte de los estudiantes de que en esta asignatura han tenido que “*estudiar entendiendo las cosas*”.

6. Conclusiones

En esta investigación se ha abordado el tema de las dificultades de aprendizaje en la disciplina del diseño de las estructuras de hormigón. Los resultados obtenidos han permitido identificar los principales aspectos en los que los estudiantes encuentran dificultades en dicha materia. A partir de estas conclusiones, se podrán establecer estrategias de intervención para mejorar la calidad de la educación y el éxito académico de los estudiantes. Las principales conclusiones extraídas en esta investigación se enumeran a continuación:

- La falta de habilidad en el manejo de las leyes de esfuerzos es un concepto umbral, que impide el correcto aprendizaje al iniciarse la asignatura.
- 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.
- 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.
- 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.

Referencias

- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company.
- Hill, S. (2020). The difference between troublesome knowledge and threshold concepts. *Studies in higher education*, 45(3), pp. 665-676
- 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.
- Meyer, J.H.F. & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher Education*, 77(1), 21-35.

- Meyer, J. H. F., & Land, R. Editors (2006). *Overcoming Barriers to Student Understanding. Threshold concepts and troublesome knowledge*. Taylor and Francis (240pp.)
- Navarro-Gregori J. (2018). *Proyecto Docente. Concurso de Acceso 030/18. Cuerpo de profesores Titulares de Universidad*.