

Enrique de Justo Moscardó

Diseño y evaluación de un programa para el aprendizaje de Estructuras de Edificación mediante ABP

Tesis doctoral

presentada en el

Departamento de Mecánica de Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Universidad de Sevilla

Directores:

Antonio Delgado Trujillo

Departamento de Mecánica de Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno.

Universidad de Sevilla.

Víctor Álvarez Rojo

Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación.

Universidad de Sevilla.

Ser profesor es algo más que afirmar que tal cosa es de cierta manera o dar una clase. No, ser profesor es, en sentido verdadero, ser alumno. La educación comienza cuando tú, el profesor, aprendes del alumno, te pones en su lugar de manera que puedas entender lo que él entiende, y la forma en que lo entiende.

Soren Kierkegaard

Un espíritu libre no puede aprender como esclavo.

Roberto Rosellini

Resumen

Este trabajo de investigación es un estudio de caso que explora el diseño e implementación de un programa para aprender Estructuras en Arquitectura mediante el método de aprendizaje basado en problemas. Se trata de un estudio en profundidad cuyo objetivo principal es comprender el proceso de ABP en toda su complejidad, que incluye una evaluación sistemática del programa en todas las fases, siguiendo un modelo de la teoría de evaluación de programas, y apoyada en gran medida en técnicas cualitativas de recogida y análisis de datos.

La revisión de la literatura sobre docencia de Estructuras y aprendizaje basado en problemas permitió establecer un marco teórico en el que fundamentar el diseño del programa y su evaluación.

El diseño del programa se realizó a partir de una serie de principios básicos, en coherencia con las directrices del espacio europeo y el nuevo plan de estudios de grado en Arquitectura: docencia por competencias, con un enfoque práctico, centrado en el proyecto de Estructuras reales, introduciendo el uso del ordenador y con énfasis en el diseño estructural. El enfoque de la asignatura condujo de forma natural a la adopción del ABP como metodología docente.

La evaluación realizada ha permitido detectar puntos fuertes y puntos débiles del programa, y establecer un plan de mejora.

La metodología de investigación sigue un enfoque mixto, que incluye métodos cualitativos, más útiles de cara a explicar la realidad compleja del programa, y métodos cuantitativos, que permiten considerar un rango de datos más representativo y contrastar la percepción de los distintos agentes implicados, aplicando una estrategia de triangulación en el análisis de datos.

Los resultados obtenidos permiten establecer implicaciones sobre la validez del ABP como metodología de aprendizaje en disciplinas técnicas, aportando información útil para la adaptación del ABP a este tipo de materias, que incluye un análisis de las principales dificultades encontradas y de los mecanismos que pueden permitir superarlas.

Agradecimientos

En los cuatro años y medio que ha durado esta investigación, varias personas se han hecho acreedoras de mi gratitud. Gracias a ellas, en mayor o menor medida, este trabajo ha sido posible. Por ello, me gustaría mostrarles a todos ellos mi agradecimiento.

En primer lugar, a mis directores de tesis.

Tengo que agradecer a Antonio Delgado su ánimo, su espíritu eternamente positivo, que siempre me ha motivado, incluso cuando las cosas se pusieron difíciles. El ABP tiene mucho de fe, y él me ha ayudado a tener la fe necesaria para llevar a término este proyecto. También he de agradecerle su dedicación al proyecto, un proyecto común, en el que ha trabajado tanto como yo, formando un verdadero equipo.

Gracias a Víctor Álvarez Rojo, nuestro director experto en educación, pues sin él no hubiera sido posible adentrarnos en un campo de investigación que inicialmente nos era ajeno. Gracias por guiarnos tan bien, por facilitarnos el aprendizaje respetando nuestra autonomía, por decirnos siempre que sí a todo y por tener siempre tiempo para orientarnos. Gracias, Víctor, sobre todo, por ser tan accesible siempre.

Mi agradecimiento, también, al excelente equipo de profesores de la asignatura Estructuras 1, que se mostró siempre dispuesto al cambio. En sus manos, el ABP se convirtió en algo tangible. Gracias a Manolo Manzano, Paco Segovia, Marta Molina, Antonio Lara, Marisa Segovia, Esperanza Ruiz, Antonio Herencia, Cristina Alba, Ignacio Hinojosa y Enrique Vázquez. Su compromiso con la mejora se plasma en su participación activa en todo el proceso de evaluación llevado a cabo en esta tesis.

Gracias especialmente a Manolo Vázquez, por su aparición providencial, que nunca olvidaré, y por creer en el ABP desde el primer momento.

Un agradecimiento especial merecen los casi 900 estudiantes que han cursado la asignatura con la metodología ABP en estos tres últimos años. Su implicación, y su actitud positiva hacia el programa ha sido siempre nuestra principal motivación, especialmente en los momentos difíciles. Ellos siempre aceptaron el ABP de forma natural, y sus voces forman el alma de esta tesis.

A todos los becarios que han participado en este proyecto, por su ayuda inestimable en la elaboración del magnífico material de apoyo de la asignatura: José Luis García del Castillo (programa kilo), Javier Lozano (apuntes, videos), Concepción Bascón (apuntes, videos), Antonia Fernández (apuntes) y Purificación Alarcón (apuntes).

A Robert Brufau, por sus apuntes, por su inspiración, y por mostrarse siempre dispuesto a hablar de Estructuras con nosotros.

A Luis Branda, Miguel Valero y Enric Martí, que fueron nuestros maestros en esto del ABP.

A Fernando Valderrama, por su inestimable ayuda a la hora de definir las competencias.

A Luis Pérez-Lombard, con el que aprendí a aprender cuando estudiamos la carrera, por sus buenas ideas sobre el aprendizaje en disciplinas técnicas.

A Juan Cascales, por todo lo que aprendí de él sobre Arquitectura.

A Bárbara Larrañeta, por su tesis, que me sirvió de guía, y por su inquebrantable amistad.

A Tere, por su apoyo, tan necesario.

A mi madre, que me ha dado tanto, y nunca me ha pedido nada.

A mis hermanos, Guino, Pati y Miguel, por estar ahí desde el principio.

A mi padre, por todo lo que ha hecho para que llegara este momento.

A Teresa, por su amor y su maravillosa comprensión.

Y, por supuesto, a Miguel y Violeta.

Sevilla, Abril de 2013

Tabla de contenidos

CAPÍTULO 1: Introducción	15
1.1. Antecedentes	15
1.2 Objetivos de la investigación.....	19
1.3 Preguntas de investigación.....	20
1. 4 Alcance de la investigación	21
1.5 Metodología de la investigación.....	23
1.6 Consideraciones éticas	25
1.7 Contenido de la tesis.....	26
CAPÍTULO 2: La docencia de Estructuras	29
2.1 La docencia tradicional de Estructuras	29
2.2 El nuevo paradigma en la docencia de Estructuras	31
2.2.1 La universalización del análisis de estructuras por ordenador	31
2.2.2 La docencia por competencias en el EEES.....	34
2.3 Características que debe tener un programa para aprender estructuras	35
2.3.1 Deficiencias en la formación actual.....	36
2.3.2 Objetivo: la comprensión del comportamiento estructural.....	41
2.3.3 Contenidos	44
2.3.4 El uso del ordenador.....	44
2.3.5 El papel del cálculo manual.....	51
2.3.6 Metodología docente	53
2.4 La docencia de Estructuras en Arquitectura	55
2.4.1 El modelo de Berkeley.....	55
2.4.2. El ordenador como pieza clave.....	57
2.5 Panorama breve del estado actual de la docencia de Estructuras en escuelas de Arquitectura en España.	59
2.6 El modelo de la Escuela del Vallés.....	61

CAPÍTULO 3: El aprendizaje basado en problemas	63
3.1 Definición	63
3.2 Objetivos del ABP	63
3.3 Fundamentos teóricos del ABP	65
3.4 Características del ABP	66
3.5 Los problemas.....	70
3.6 La sesión tutorial.....	73
3.7 Aprendizaje basado en problemas o aprendizaje basado en proyectos	78
3.8 Eficacia del ABP	81
3.9 Dificultades que pueden surgir en ABP	82
3.10 Factores que impulsan el cambio a ABP	88
3.11 El ABP en disciplinas técnicas	89
3.12 El conocimiento en disciplinas técnicas	89
3.12.1 La estructura del conocimiento en disciplinas técnicas.....	89
3.12.2 Conceptos “umbral” (threshold concepts)	93
3.13 Dificultades/oportunidades para implementar ABP en disciplinas técnicas.....	94
3.13.1 Dificultades.....	94
3.13.2 Oportunidades	96
3.14 Casos de aplicación del ABP en disciplinas técnicas	98
3.15 El ABP para aprender Estructuras en Arquitectura	99
3.15.1 La experiencia de Newcastle	99
3.15.2 El plan de estudios de la Escuela de Arquitectura de Sevilla.....	102
CAPÍTULO 4: Análisis del contexto-necesidades	103
4.1 Contexto institucional.....	104
4.1.1 La Universidad de Sevilla.....	104
4.1.2 La Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.....	106
4.1.3 El Departamento de Mecánica de Medios Continuos	107
4.2 Contexto curricular	107

4.2.1 Antecedentes: la docencia de Estructuras en el plan de estudios del 98	107
4.2.2 El plan de estudios del 2010	113
4.3 Contexto humano	116
4.3.1 Perfil de los estudiantes.....	116
4.3.2 Perfil del profesorado.....	117
4.4 Identificación de necesidades por los expertos de la organización.....	118
4.4.1 El Espacio Europeo de Educación Superior	118
4.4.2 El libro blanco de Arquitectura.....	119
4.4.3 El plan de estudios 2010 del grado en Arquitectura de la Univ. de Sevilla ...	119
4.4.4. La comisión de trabajo del Dpto de Mecánica de Medios Continuos	121
4.5 Identificación de necesidades de los destinatarios	124
4.5.1 Carencias detectadas	124
4.5.2 Expectativas de los alumnos.....	125
CAPÍTULO 5: Diseño del programa	131
5.1 Bases de partida para el diseño del programa.....	131
5.1.1 Bases teóricas	131
5.1.2 Bases metodológicas	133
5.1.3 Bases de contenidos	135
5.2 Objetivos del programa.....	137
5.2.1 Objetivos respecto al alumno	138
5.2.2 Objetivos respecto al profesor	140
5.3 Metodología docente	142
5.3.1 Criterios para elegir ABP.....	142
5.3.2 Características del ABP propuesto.....	143
5.4. Contenidos y actividades formativas	146
5.5 Evaluación del aprendizaje.....	152
5.6 Medios y recursos	154
5.7 Temporalización	156

CAPÍTULO 6: Diseño de la evaluación del programa	159
6.1 La evaluación de programas educativos.....	159
6.2 Modelo para la evaluación del programa.....	159
6.2.1 Características de la evaluación realizada	159
6.2.2 Modelo en que se basa la evaluación	160
6.3 Plan de evaluación.....	162
6.3.1 Momento, objeto y finalidad.....	162
6.3.2 Criterios y referencias.....	164
6.3.3 Evaluadores.....	164
6.3.4 Metodología.....	164
6.4 Evaluación inicial.....	167
6.4.1 Objeto.....	167
6.4.2 Finalidad.....	167
6.4.3 Criterios.....	167
6.4.4 Evaluadores.....	167
6.4.5 Técnicas e instrumentos.....	167
6.5 Evaluación durante el desarrollo	168
6.5.1 Objeto.....	168
6.5.2 Finalidad.....	168
6.5.3 Criterios.....	168
6.5.4 Evaluadores.....	169
6.5.5 Técnicas e instrumentos.....	169
6.6 Evaluación final	169
6.6.1 Objeto.....	169
6.6.2 Finalidad.....	169
6.6.3 Criterios.....	170
6.6.4 Referencias.....	170
6.6.5 Evaluadores.....	172

6.6.6 Técnicas e instrumentos.....	172
CAPÍTULO 7: Evaluación inicial del programa.....	173
7.1 Actuaciones	173
7.1.1 Selección de expertos	173
7.1.2 Elaboración del cuestionario	174
7.1.3 Documentación enviada a los expertos.....	174
7.2 Resultados obtenidos	175
7.2.1 Valoración en las distintas variables	175
7.2.2 Aspectos positivos.....	176
7.2.3 Aspectos negativos.....	177
7.2.4 Propuestas de mejora	183
CAPÍTULO 8: Evaluación durante el desarrollo del programa	185
8.1 La evaluación del proceso	185
8.2 Cuestionarios de observación del módulo	186
8.2.1 Descripción.....	186
8.2.2 Resultados obtenidos	187
8.3 Actas de las sesiones tutoriales.....	192
8.3.1 Descripción.....	192
8.3.2 Resultados obtenidos	193
CAPÍTULO 9: Evaluación final del programa	197
9.1 Introducción	197
9.2 Encuesta a alumnos. Descripción	197
9.3 Encuesta a alumnos. Resultados obtenidos en las cuestiones cerradas	200
9.3.1 Dimensiones correspondientes a la evaluación del diseño	201
9.3.2 Dimensiones correspondientes a la evaluación del proceso	207
9.3.3 Dimensiones correspondientes a la evaluación de resultados	217
9.4 Encuesta a alumnos. Resultados obtenidos en las cuestiones abiertas.	220

9.4.1 Análisis de datos	220
9.4.2 Sistema de categorías de respuesta. Puntos fuertes.....	221
9.4.3 Sistema de categorías de respuesta. Puntos débiles	227
9.4.4 Sistema de categorías de respuesta. Propuestas de mejora.....	233
9.5 Grupo de discusión de alumnos	236
9.5.1 Descripción	236
9.5.2 Resultados obtenidos: puntos fuertes	239
9.5.3 Resultados obtenidos: puntos débiles	245
9.5.4 Resultados obtenidos: propuestas de mejora	249
9.6. Encuesta a profesores	251
9.6.1 Descripción	251
9.6.2 Resultados obtenidos	253
9.7. Grupo de discusión de profesores.	257
9.7.1 Descripción	257
9.7.2 Resultados obtenidos: puntos fuertes	258
9.7.3 Resultados obtenidos: puntos débiles	261
9.7.4 Resultados obtenidos: propuestas de mejora	266
9.8. Resultados académicos	268
CAPÍTULO 10: Conclusiones de la evaluación.....	271
10.1 Evaluación del diseño.....	271
10.1.1 Adecuación de los contenidos	272
10.1.2 Adecuación de la metodología docente y actividades	273
10.1.3 Adecuación del sistema de evaluación	273
10.1.4 Adecuación de los medios y recursos.....	275
10.2 Evaluación del proceso	275
10.2.1 Respuesta del contexto	276
10.2.2 Fidelidad	278
10.2.3 Obstáculos.....	284

10.2.4 Asistencia.....	285
10.2.5 Implicación	285
10.3 Evaluación de resultados.....	286
10.3.1 Eficacia del programa	287
10.4 Puntos fuertes	292
10.5 Puntos débiles.....	294
10.6. Análisis de los principales puntos débiles.....	297
10.6.1 Priorización.....	297
10.6.2 Posibles causas	298
10.7. Plan de mejora	300
CAPÍTULO 11: Conclusiones e implicaciones	307
11.1 Conclusiones sobre la docencia de Estructuras	307
11.2 Conclusiones sobre el programa.....	311
11.3 Conclusiones sobre el ABP.....	316
11. 4. Limitaciones del estudio	329
11. 5. Investigaciones futuras	329
Bibliografía	333

Anexos

Anexo 1: Test diagnóstico sobre destrezas de Física	349
Anexo 2: Enunciados de los problemas del curso 2011-12	351
Anexo 3: Rúbricas de evaluación de los problemas del curso 2011-12	377
Anexo 4: Cuestionario de evaluación para los expertos	383
Anexo 5: Respuestas de los expertos al cuestionario de evaluación	387
Anexo 6: Cuestionario de observación del módulo para los profesores	403
Anexo 7: Objetivos de aprendizaje recopilados en las actas de sesión tutorial.....	405
Anexo 8: Cuestionario para la encuesta a profesores.....	409
Anexo 9: Respuestas de los profesores al cuestionario de evaluación	411
Anexo 10: Cuestionario para la encuesta a alumnos	429
Anexo 11: Respuestas de los alumnos en las cuestiones abiertas	433
Anexo 12: Transcripción seleccionada de los grupos de discusión de alumnos	469
Anexo 13: Modelo de informe de la sesión tutorial	485
Anexo 14: Rubricas de evaluación del informe de la sesión tutorial y del informe individual al grupo	487
Anexo 15: Guías de ABP del alumno y del profesor.....	491

1. Introducción

1.1. Antecedentes

A principios del año 2008, un pequeño grupo de profesores de Estructuras, descontentos con la forma en que se impartía docencia en las asignaturas del departamento, y conscientes de la oportunidad que para plantear un cambio suponía la puesta en marcha en 2010 del Espacio Europeo de Educación Superior, iniciamos un proceso de reflexión sobre la forma de enseñar Estructuras en la escuela, que en aquel momento generó cierta resistencia por parte de algunos sectores del departamento. No obstante, el impulso renovador, favorecido por las circunstancias, fraguó finalmente, propiciando el inicio formal de un proyecto de investigación que ha dado lugar a esta tesis doctoral.

Las razones de nuestro descontento con la docencia clásica de Estructuras eran, principalmente, académicas: aprendizaje fragmentado y superficial, incapacidad para aplicar la teoría a la práctica, falta de integración con otras materias, baja motivación, alto índice de fracaso académico y bajo porcentaje de asistencia. No obstante, fueron también razones de tipo ideológico las que nos impulsaron a buscar nuevas formas de enseñar, más acordes con nuestros valores y principios, que nos llevaban a rechazar una enseñanza basada en el principio de autoridad y la desconfianza hacia los estudiantes.

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) establece un nuevo modelo para la educación universitaria que supone un cambio copernicano con respecto al anterior. Es un modelo centrado en lo que hacen los alumnos (aprendizaje activo, centrado en el estudiante), en el que la función del profesor pasa a ser la de facilitador del aprendizaje. Un modelo en el que el profesor se responsabiliza de que sus alumnos aprendan, donde ya no es posible decir: “les enseñé, pero no aprendieron” (Biggs & Tang, 2007).

Con este nuevo enfoque, el principal objetivo de la educación pasa a ser la adquisición de competencias, que implican conocimientos asociados a la acción. Los nuevos perfiles académicos deben estar orientados a la aplicación de conocimientos y a la práctica profesional. Además de las competencias específicas, propias de cada materia, los planes de estudio contemplan también el aprendizaje de competencias transversales, como el

trabajo en equipo o la resolución de problemas. La apuesta por el nuevo modelo se materializa con la adopción del sistema de créditos ECTS, que mide el trabajo del estudiante en lugar del número de horas lectivas impartidas por el profesor (Ministerio de Educación, 2003).

Con el horizonte de la puesta en marcha del nuevo plan de estudios de grado en Arquitectura en el curso 2010-11 comenzamos a concebir el programa de la asignatura Estructuras 1, que debía impartirse en primer curso, a partir de una serie de principios básicos: docencia por competencias, con un enfoque práctico, centrado en el proyecto de Estructuras reales, introduciendo el uso del ordenador y con énfasis en el diseño estructural. Las características de la nueva asignatura nos indujeron, de forma natural, a la adopción del ABP como metodología docente.

Creado a finales de los años 60 en la facultad de medicina de McMaster (Canadá), el aprendizaje basado en problemas (ABP) es un método de enseñanza que se basa en el principio de usar un problema como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos (Barrows & Tamblyn, 1980). El ABP se desarrolló a partir de las investigaciones llevadas a cabo por Barrows y Tamblyn sobre el proceso de razonamiento clínico, por lo que su concepción está íntimamente ligada a la enseñanza de la medicina. Su adopción en otros contextos, aunque se ha realizado en muchos casos con éxito (Kolmos et al., 2009; Savin-Baden, 2007; De Graaff & Kolmos, 2007), requiere una adaptación de la metodología a las características propias de la disciplina en que se vaya a aplicar. En el caso concreto de disciplinas técnicas, como Estructuras, con una base importante de Física y Matemáticas, la implementación del ABP está sujeta a una serie de dificultades, relacionadas fundamentalmente con la complejidad de la materia, que en opinión de algunos autores comprometen su viabilidad (Perrenet et al., 2000; Van Barneveld & Strobel, 2009). En todo caso, la eficacia de la metodología en otras disciplinas no ha sido probada suficientemente aún debido a la escasez de estudios sobre el ABP en campos distintos de la medicina (Walker & Leary, 2009; Van Barneveld & Strobel, 2009).

Establecidas las bases de partida, emprendimos la tarea de diseñar el programa. La revisión de la literatura sobre docencia de Estructuras nos permitió establecer un marco

teórico sobre el que apoyar nuestros planteamientos. La mayoría de los autores abogaban por un cambio de paradigma en la enseñanza de Estructuras motivado por el auge del ordenador como herramienta de análisis, que obligaba a replantearse los planes de estudio, pasando del énfasis actual en los métodos manuales de análisis a una comprensión más conceptual, fomentando el uso inteligente de los programas de cálculo.

La necesidad de afrontar de forma rigurosa y sistemática el proceso de diseño y puesta en marcha del programa de la asignatura nos obligó a elaborar un plan sistemático de evaluación del programa en todas sus fases, basado en modelos de la teoría de evaluación de programas. La complejidad del programa y la necesidad de comprender su funcionamiento así lo aconsejaban (Fernandes, 2010). Como afirma Pérez Juste (1995), la gran cantidad de elementos no controlables del proceso educativo hace impensable una planificación sin fallos. Por ello, nos planteamos desde un principio el desarrollo del programa en un esquema de ciclos sucesivos de evaluación-mejora que permitirían ir refinando el diseño a partir de la experiencia obtenida.

La implementación del programa se hizo gradualmente, evolucionando a partir de lo existente (Abdullah, 2006). En el curso 2009-10 se puso en marcha un proyecto piloto en un solo grupo, coincidiendo con la extinción del plan 98, que arrojó resultados muy positivos. En el curso 2010-11 se implementó una versión previa del programa en todos los grupos de la asignatura, si bien la adaptación del equipo de profesores al ABP fue gradual. En el curso 2011-12 se puso en marcha una versión mejorada del programa, cuyo diseño y evaluación, planificada a partir del modelo de Tejada (Tejada et al., 2007a) será discutido con detalle en las páginas de esta tesis.

ESTRUCTURAS

studio sobre equilibrio estructuras

$N_B \rightarrow Pd_1 = R_2(d_1+d_2) \rightarrow R_2 = \frac{Pd_1}{d_1+d_2}$

$P_a R_1+R_2 \rightarrow R_1 = P - \frac{Pd_1}{d_1+d_2}$

$R_1 = \frac{P(d_1+d_2) - Pd_1}{d_1+d_2} = \frac{Pd_2 - Pd_1}{d_1+d_2}$

$R_1 = \frac{Pd_2}{d_1+d_2}$

como $d_2 > d_1 \rightarrow R_1 > R_2$

$M_A \rightarrow R_1 \cdot d_1 = P_p \cdot d_3 + R_2 \cdot d_2$

$R_2 = R_1 + R_2 + P_p$

por tanto:

$R_3 > R_2 > R_1 > P_p$

cuando se coloca el peso hacia la izquierda se consigue el equilibrio:

$M_A \rightarrow P_p \cdot d_1 = P_p \cdot d_2$

añadiendo donde se encuentra el C.G. el peso incluido ya el peso propio de la estructura, podemos determinar d_1 y d_2 sabiendo donde está el C.G. para conseguirlo en equilibrio.

$d_1 = P_p \cdot d_2 / P_p$

d_1 , PÉNDULO MUY AMPLIADO, SE DISTINGUE EL PESO INCLUIDO, YA QUE $P_p \cdot d_2$ SON MENORES.

ANOTA SE (C), INCLUIDO EL PESO, YA NO EXISTE EQUILIBRIO.

A PESAR DEL PUNTO (C) INCLUIDO EL PESO, YA NO EXISTE EQUILIBRIO.

cuando $C.G. = PUNTO (C)$

$P_p \cdot d_3 \neq 0$

cuando $C.G. = PUNTO (C)$ ANOTA A LA DCHA...

$P_p \cdot d_3 + P_p \cdot d_4 \neq 0$

En definitiva, en lo relativo al equilibrio estático, remarcar cómo durante el proceso hemos

GRUPO de NOV 09.

Figura 1.1. Experiencia piloto de ABP en 2º D (plan 98) en el curso 2009-10. Cartel realizado por los estudiantes para la exposición sobre el problema 2: estudio sobre el equilibrio.



Figura 1.2. Estudiantes del curso 2010-11 rompiendo el prototipo de una viga. Problema 7: diseña y destruye.

1.2 Objetivos de la investigación

Esta investigación está dirigida a la mejora del proceso educativo. Para ello, se requiere una comprensión detallada del proceso de aprendizaje que se lleva a cabo mediante el programa. El objetivo general de la investigación se puede descomponer en una serie de objetivos específicos, más detallados:

Objetivo general:

Diseñar y evaluar un programa para aprender Estructuras en Arquitectura con la metodología ABP.

Objetivos específicos:

1. Diseñar un programa para aprender Estructuras con la metodología ABP.
2. Diseñar un plan de evaluación del programa.
3. Evaluar el programa en sus tres objetos fundamentales: diseño, proceso y resultados.
4. Obtener conclusiones que permitan elaborar un plan de mejora del programa.

5. Analizar el funcionamiento del proceso de aprendizaje mediante ABP en el contexto de una asignatura introductoria de Estructuras en Arquitectura.

1.3 Preguntas de investigación

Con el fin de delimitar el objeto de estudio de forma más precisa, se han planteado una serie de preguntas a las que tratará de responder esta investigación, clasificadas según el área de estudio al que pertenecen.

1.3.1 Sobre la docencia de Estructuras

- ¿Cuáles deben ser los principios básicos de un programa para aprender Estructuras?
- ¿Qué conclusiones se extraen al llevar a la práctica un curso basado en esos principios?

1.3.2 Sobre el programa:

- ¿Es eficaz el programa para los objetivos educativos planteados? ¿A qué se debe la alta (o baja) eficacia del programa?
- ¿Cuáles son los principales puntos fuertes del programa?
- ¿Cuáles son sus principales puntos débiles?
- ¿Dónde debe incidirse prioritariamente para promover mejoras?

1.3.3 Sobre el proceso de ABP

- ¿Qué conclusiones generales se pueden extraer de la aplicación del ABP para el aprendizaje de Estructuras?
- ¿Cuáles son las dificultades que aparecen al poner en práctica el ABP? ¿Qué mecanismos se han puesto en marcha para superarlas?
- ¿Es el ABP una metodología adecuada para el aprendizaje en disciplinas técnicas como Estructuras?
- ¿Cómo funciona el proceso de aprendizaje mediante ABP en nuestro contexto concreto? ¿Qué factores afectan al proceso de aprendizaje?

1. 4 Alcance de la investigación

Para determinar el alcance de esta tesis es necesario situarla en los contextos de investigación a los que pertenece. Este estudio se encuadra en dos áreas de investigación del ámbito educativo: la docencia de Estructuras y el aprendizaje basado en problemas.

Docencia de Estructuras

En la investigación sobre enseñanza de Estructuras existen numerosas publicaciones en las que se expone, a nivel teórico, cuáles deberían ser el enfoque y los contenidos de un curso de Estructuras adaptado a las condiciones actuales de la profesión (Black & Duff, 1994; May et al., 2003; Johnson & May, 2008). Sin embargo, no existe ningún precedente de evaluación sistemática de un programa de Estructuras. Muchas de las conclusiones presentadas en la literatura han sido extraídas de impresiones subjetivas de sus autores (Morreau, 1990; May et al., 2003), habitualmente expertos en la materia de reconocido prestigio profesional. A pesar del interés innegable de este tipo de análisis más conceptuales, resulta evidente la necesidad de complementarlos con estudios de caso más exhaustivos y con mayor rigor metodológico, como el que se ha llevado a cabo en esta tesis.

Morreau, por ejemplo, en un artículo publicado en la prestigiosa revista “The Structural Engineer” titulado “Understanding structural behaviour” afirma, en este sentido:

“Tengo que reconocer que esta es una visión subjetiva, basada en mis observaciones subjetivas, pero influenciada por mis valoraciones de cómo los recién graduados abordan los problemas de análisis estructural, que no es un mal criterio”.

Por otra parte, la aplicación de una metodología docente formal, como el ABP, a la docencia de Estructuras constituye un elemento de interés en este área, al tratarse una disciplina dominada aún por la metodología tradicional. La mayor parte de las contribuciones sobre docencia hacen referencia a contenidos o al enfoque general del curso, obviando la opción metodológica. Algunos autores, como Johnson y May (2008), destacan la necesidad de investigar en metodologías que aumenten la motivación:

“Los enfoques docentes (clases teóricas y de problemas, por ejemplo) que favorecen los sistemas de evaluación empleados actualmente no son bien valorados en términos de motivación de los

estudiantes. Habría que darles más peso a otras técnicas docentes que generen mayor interés (trabajo con maquetas y estudios de caso, por ejemplo), y sería necesario explorar modos innovadores de motivar a los estudiantes”.

Aunque la disciplina de Estructuras se imparte por igual en escuelas de Ingeniería y Arquitectura, la mayor parte de las publicaciones pertenecen al ámbito de la Ingeniería, y por tanto, no abordan la problemática específica de la docencia en las escuelas de Arquitectura. Una excepción notable es el artículo de Black y Duff (1994) titulado “A model for teaching Structures: Finite Element analysis in architectural education”, que establece los principios básicos de un curso de Estructuras con un enfoque práctico, basado en el uso del ordenador como herramienta de aprendizaje. La propuesta de Black y Duff tiene muchos puntos comunes con el enfoque adoptado en el programa objeto de esta tesis, aunque carece de una metodología formal, como el ABP. Por otra parte, Black y Duff se limitan a describir el programa propuesto y a constatar su eficacia, sin documentar el tipo de evaluación que les permite llegar a esa conclusión.

Existe un solo precedente en la literatura de aplicación del ABP a Estructuras, llevado a cabo por Banerjee (1994) en la Escuela de Arquitectura de Newcastle. Sin embargo, en Newcastle, debido a las dificultades iniciales para integrar la docencia de Estructuras en un planteamiento multidisciplinar, el modelo evolucionó hacia un ABP centrado en la *aplicación e integración* del conocimiento, mientras que la *adquisición* del conocimiento se realiza en asignaturas de Estructuras independientes con un enfoque docente tradicional.

Aprendizaje basado en problemas

En la investigación sobre ABP, centrada inicialmente en demostrar la eficacia de la metodología en comparación con la docencia tradicional (Albanese & Mitchell, 1986; Vernon & Blake, 1993), el interés se ha desplazado actualmente a lograr una mejor comprensión del ABP en toda su complejidad, con el fin de identificar mecanismos que permitan mejorar su eficacia (Dolmans et al., 2005). Es decir, ya no se trata de averiguar si el ABP funciona o no, sino *cómo* funciona. En este contexto, se formulan las siguientes preguntas de investigación, que coinciden con las planteadas en esta tesis doctoral (Svinicki, 2007; Van Barneveld & Strobel, 2009):

- ¿Qué factores influyen en el proceso de aprendizaje en ABP, y de qué forma puede mejorarse? ¿En qué circunstancias funciona mejor el ABP?
- ¿Qué dificultades encuentran los estudiantes cuando hacen ABP? ¿Qué mecanismos podrían ayudar a superar esas dificultades?

La necesidad de contar con estudios sistemáticos que aporten datos sobre el funcionamiento del ABP en un contexto real ha sido apuntada por varios autores (Savin-Baden, 2000; Svinicki, 2007), especialmente en campos distintos de la medicina, en el que se concentran la mayor parte de los estudios. Walker y Leary (2009), por ejemplo, subrayan la conveniencia de llevar a cabo estudios sobre la eficacia del ABP en disciplinas “poco representadas”.

Este estudio se encuadra particularmente en la línea de investigación sobre la aplicación del ABP a disciplinas técnicas, abordando la problemática establecida por distintos autores en estas áreas (Perrenet et al., 2000; Mitchell & Smith, 2008; Van Barneveld & Strobel, 2009), especialmente la relacionada con la complejidad de la materia y su estructura jerárquica.

Por último, en el contexto del proceso de transformación del modelo universitario abierto con la puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior, este trabajo contribuye aportando el desarrollo práctico de una experiencia innovadora. Este tipo de *narrativas* es, según Rué (2009), uno de los requisitos necesarios para construir una fundamentación del cambio de modelo:

“Dicha fundamentación requiere de narrativas, es decir, relatos colectivos, de carácter local, elaborados a partir de expectativas, de intereses, de experiencias y elaboraciones sobre el cambio, provenientes de los diversos agentes involucrados en el mismo. La función de dichas narrativas es la de contrastar los discursos y validarlos en un contexto específico, ejerciendo un papel estabilizador de aquél cambio”.

1.5 Metodología de la investigación

Esta investigación sigue el método del estudio de casos, que se caracteriza por “el examen detallado, comprensivo, sistemático y en profundidad del caso objeto de estudio” (Sandín-Esteban, 2003). El caso en estudio engloba el diseño y la implementación del

programa de la asignatura Estructuras 1 durante el curso 2011-12 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

La evaluación del programa se ha realizado siguiendo un modelo de evaluación de programas basado en el modelo de Tejada (2007a), que incluye la evaluación del diseño, proceso y resultados del programa.

Aunque el planteamiento general de la investigación se ha llevado a cabo desde una perspectiva cualitativa, con objeto de conseguir una descripción “lo más rica y densa posible del fenómeno objeto de estudio” (Sandín-Esteban, 2003), se han empleado también instrumentos y métodos cuantitativos de recogida y análisis de datos, que permiten considerar un rango de datos más representativo y contrastar la percepción de los distintos agentes implicados.

Se aplica, por tanto, el “principio de complementariedad metodológica” (Pérez Juste, 2000), como forma de acercamiento a la realidad compleja objeto de estudio.

El enfoque mixto (cualitativo + cuantitativo) y la triangulación en el análisis de datos contribuyen a reforzar la validez del análisis y las conclusiones obtenidas. La *triangulación* ha sido definida por Enríquez (2002) como “la confluencia de distintas estrategias con el fin de aumentar la credibilidad del estudio, lo que obliga al investigador a evaluar el grado de congruencia entre los datos recogidos por varios métodos”.

En conjunto, se han empleado las siguientes estrategias e instrumentos de recogida de información:

- Juicio de expertos
- Encuestas
- Grupos de discusión
- Análisis de documentos
- Entrevistas

La estrategia con la que se ha aborda el estudio de caso en esta investigación sigue las pautas propuestas por Flyvbjerg (2006), que defiende el tipo de conocimiento ligado al

contexto que produce el estudio de casos frente al conocimiento basado en reglas y principios generales, con aplicabilidad limitada en el ámbito de la educación.

“Es imposible hallar teorías predictivas y universales en el estudio de las ciencias humanas. El conocimiento concreto y dependiente del contexto es, por tanto, más valioso que la búsqueda en vano de teorías predictivas y universales”.

Una de las principales limitaciones que se atribuye al método del estudio de casos es la imposibilidad de generalizar los resultados. Flyvbjerg (ibíd.), sin embargo, argumenta que la síntesis y generalización de resultados no siempre es deseable, pues precisamente la principal virtud del estudio de casos radica en producir una narrativa rica y variada que represente de forma realista la verdadera complejidad del fenómeno en estudio. La exposición detallada de un caso como el que ocupa esta investigación, en que la opinión de sus protagonistas está representada con su propia voz en lugar de resumida en una serie de conclusiones “verdaderas”, puede ser de gran utilidad a la hora de extrapolar resultados a otros contextos. Según Stenhouse (1987):

“La investigación sólo puede perfeccionar notablemente el arte de enseñar si ofrece descripciones de casos (...) lo suficientemente ricas en detalles como para proporcionar un contexto comparativo en el que juzgar el propio caso”.

La evaluación del programa realizada sigue una perspectiva pragmática e interpretativa. Pragmática, por su orientación a la toma de decisiones. Interpretativa, porque busca la comprensión contextualizada del programa desde el punto de vista de sus participantes (Sandín-Esteban, 2003).

1.6 Consideraciones éticas

La realización de este estudio ha implicado la consideración de una serie de cuestiones de índole ética, que afectan, en mayor o menor medida, al diseño de la investigación:

- No inclusión de un grupo de control: la obligación ética de proporcionar a todos los estudiantes matriculados en la asignatura la mejor formación posible según nuestro criterio ha imposibilitado la inclusión de un grupo de control con docencia por la metodología tradicional, que hubiera permitido una comparación más directa entre ambos métodos.

- Interferencia mínima con el programa: el proceso de evaluación se ha planificado de forma que su interferencia con el desarrollo del programa fuera la mínima posible, y que la obtención de información no resultara una carga excesiva para estudiantes y profesores.
- Respeto a la confidencialidad: la grabación en audio de entrevistas y grupos de discusión se ha realizado con el consentimiento de los afectados. Las opiniones de los participantes se reproducen en esta tesis preservando su identidad.
- Objetividad: los investigadores que se han encargado de moderar los grupos de discusión han actuado con la máxima objetividad posible con objeto de no influir en las opinión de los participantes.

1.7 Contenido de la tesis

Esta tesis doctoral está estructurada en tres bloques: estado del conocimiento, diseño de la investigación y resultados, tal y como se muestra en la figura 1.3.

En el primer capítulo se presenta el problema de investigación, se identifican los objetivos y el alcance de la investigación, y se expone la metodología seguida en el proceso general de investigación.

En los capítulos segundo y tercero se presenta el estado del conocimiento en las principales áreas de investigación a las que apunta esta tesis: docencia de Estructuras y aprendizaje basado en problemas, lo que permite establecer un marco teórico en el que fundamentar la investigación.

En el capítulo cuarto se analiza el contexto en el que se va a desarrollar el programa, así como las necesidades a las que este debe hacer frente. En el capítulo 5 se documenta el diseño del programa, estableciendo las bases de partida en las que se apoya, los objetivos educativos que debe cubrir, la metodología docente empleada, sus contenidos y actividades, su sistema de evaluación y los medios y recursos movilizados.

En el capítulo 6 se presenta el plan de evaluación del programa. En primer lugar, se justifica la elección de un modelo de evaluación de programas. En segundo lugar, se describe la evaluación en sus distintas fases, especificando el momento, objeto y criterios de evaluación, los evaluadores y los instrumentos empleados para obtener la información.

En los capítulos 7, 8 y 9 se exponen los resultados obtenidos en la evaluación en sus distintas fases: evaluación inicial, evaluación durante el desarrollo y evaluación final. Se hace una breve descripción de las técnicas e instrumentos empleados para obtener la información, así como de la estrategia aplicada para analizar los datos, y se presentan los resultados para cada instrumento.

En el capítulo 10 se presentan las conclusiones que resultan de la evaluación del programa en los tres objetos considerados: diseño, proceso y resultados. Se identifican y se analizan los puntos fuertes y débiles del programa, y se presenta el plan de mejora.

En el capítulo 11 se discuten las conclusiones de la investigación y sus implicaciones en las áreas de investigación relevantes, se identifican las limitaciones del estudio y se esbozan las líneas de investigación futuras.

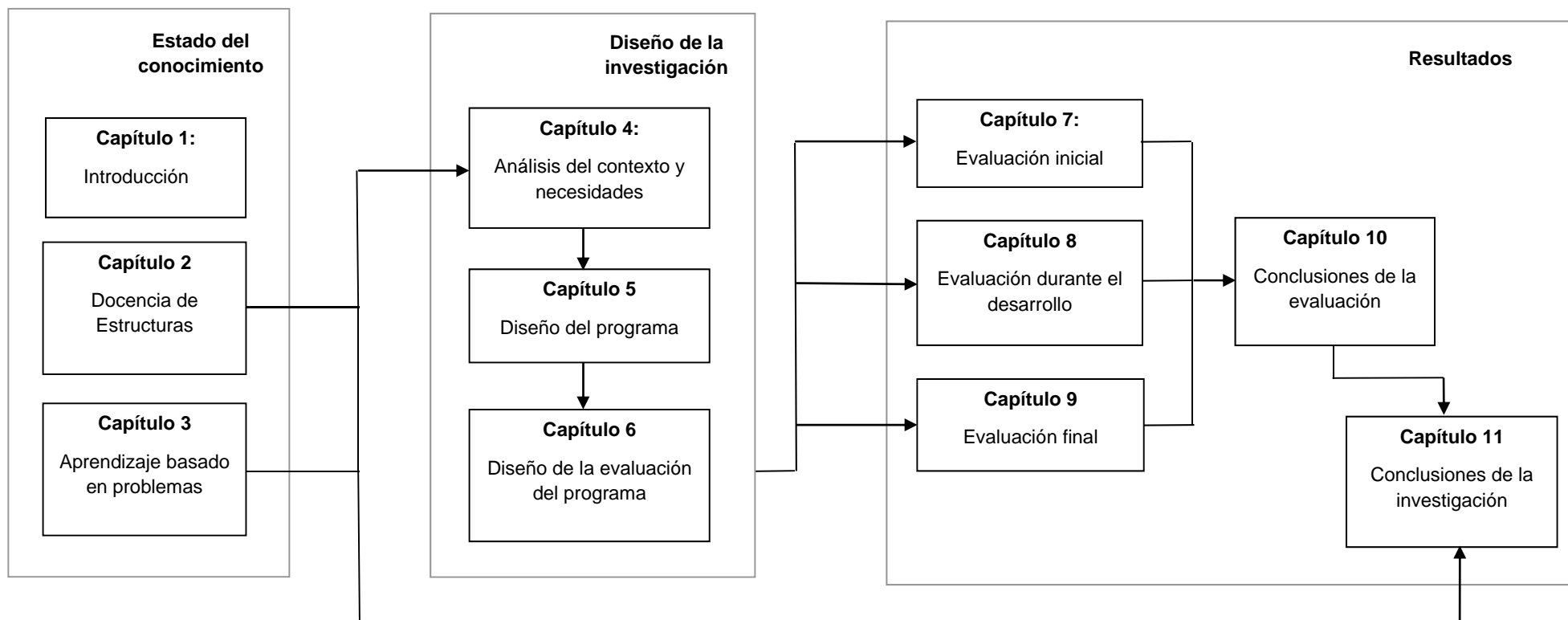


Figura 1.3. Estructura de la tesis

2. La docencia de Estructuras

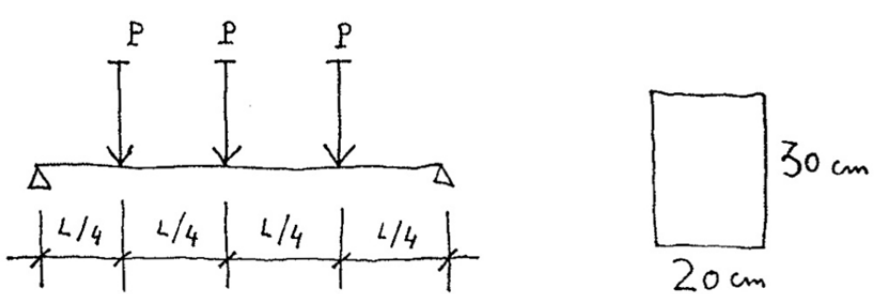
2.1 La docencia tradicional de Estructuras

La docencia tradicional en las asignaturas introductorias de Estructuras en las escuelas de Ingeniería y Arquitectura es una docencia basada en contenidos. Aunque con variantes, según la escuela de que se trate, consiste básicamente en un curso de Resistencia de Materiales, con clases teóricas y clases prácticas.

- En las clases teóricas se explican los métodos de cálculo de la disciplina.
- En las clases prácticas, se resuelven problemas de cálculo en modelos simplificados de estructuras sencillas.

En un problema clásico de Resistencia de materiales, los estudiantes deben obtener los valores de las reacciones, esfuerzos, tensiones y deformaciones en la estructura, aplicando alguno de los métodos de cálculo de la disciplina.

B) En la viga de la figura la tensión tangencial máxima que se produce es $\tau = 13.5 \text{ kp/cm}^2$, y el radio de curvatura mínimo es $\rho = 500 \text{ m}$. Calcular la luz de la viga y el valor de las cargas P .
 $E = 10^6 \text{ kp/cm}^2$



El diagrama muestra una viga horizontal simplemente apoyada en ambos extremos. Se aplican tres cargas puntuales P dirigidas hacia abajo, espaciadas equidistantemente. Las distancias entre los apoyos y las cargas se indican como $L/4$. A la derecha del diagrama se muestra un rectángulo que representa la sección transversal de la viga, con una altura de 30 cm y un ancho de 20 cm .

Figura 2.1. Enunciado de un ejercicio de examen de Resistencia de Materiales (curso 1992-93).

La metodología docente clásica en las asignaturas de Estructuras es de clases expositivas y evaluación por exámenes. En los exámenes, los estudiantes deben resolver una serie de problemas de Resistencia de materiales en un tiempo acotado.

Tal y como está planteada, la docencia clásica tiene algunas limitaciones importantes:

- La poca relevancia de los ejemplos que son objeto de estudio: debido a la complejidad de los métodos de cálculo en la disciplina, el repertorio de estructuras que pueden

calcularse a mano es muy reducido y, en cualquier caso, excluye prácticamente a la totalidad de las tipologías reales que se emplean en edificación.

- La concepción del análisis como un fin en sí mismo: los estudiantes realizan cálculos en modelos simplificados de estructuras, obteniendo –tras un proceso más o menos laborioso– un resultado, que remarcan sin tener en cuenta las implicaciones que tiene el resultado obtenido en el proceso de diseño o comprobación de la estructura (De Miguel, 1997).

A pesar de sus limitaciones en cuanto al alcance y variedad de casos que pueden analizarse, la Resistencia de materiales es una disciplina compleja, con un alto contenido técnico, que los estudiantes encuentran en general difícil de aprender.

Como consecuencia de ello, en las carreras técnicas, las asignaturas de Resistencia de materiales se asocian tradicionalmente con un elevado porcentaje de suspensos (Ortega, 2006).

Algunas de las causas de la complejidad inherente a la materia son:

- Una gran cantidad de conceptos abstractos, de difícil comprensión, con una base importante Matemática y Física.
- Los contenidos se organizan de forma secuencial: unos conceptos se apoyan sobre otros, de forma que, la no asimilación de algún concepto previo dificulta enormemente la comprensión de conceptos posteriores (Banerjee, 1994).

En la práctica, el proceso de análisis de una estructura tiene tres fases:

1. Modelado
2. Cálculo
3. Verificación e interpretación de resultados

La docencia tradicional en los cursos de Estructuras se centra en la fase de cálculo, que es precisamente la que realiza el ordenador, olvidando por completo las fases 1 y 3, que son las más importantes en la práctica.

Para obtener los resultados por medio del cálculo manual, los estudiantes realizan un gran esfuerzo destinado a comprender y aplicar los métodos de cálculo de la Resistencia de

materiales, con la hipótesis de que la repetición de cálculos sobre estructuras sencillas dará como resultado la comprensión de las pautas que rigen el comportamiento estructural (May, 2009).

2.2 El nuevo paradigma en la docencia de Estructuras

Existen dos causas principales que han inducido a cuestionar el enfoque tradicional de la docencia de Estructuras en las escuelas técnicas:

- La universalización absoluta del ordenador como herramienta de análisis estructural en todos los ámbitos de la práctica profesional (Jennings & Gilbert, 1988; Johnson, 1989; Brohn 1992; May et al. 2003; Johnson & May, 2008)
- El nuevo enfoque de la docencia por competencias contemplado en los nuevos planes de estudios de grado en el Espacio Europeo de Educación Superior (Ministerio de Educación, 2007).

2.2.1 La universalización del análisis de estructuras por ordenador

En las últimas décadas, la universalización del uso del ordenador ha supuesto una verdadera revolución en la forma en que se calculan las estructuras. Como consecuencia de ello, en medios académicos y profesionales, ha surgido la necesidad de replantearse la enseñanza de Estructuras en las escuelas.

A finales de los años 80, Jennings y Gilbert (1988), Johnson (1989) y Brohn (1992) inician el debate sobre qué debe enseñarse en las asignaturas de Estructuras a la luz de los progresos realizados en los métodos de análisis. El título del artículo de David Johnson (1989) *“Why not teach computer analysis?”* es ilustrativo del desafío que plantean los autores.

Brohn (1992), en su artículo *“A new paradigm for Structural Engineering”*, afirmaba:

“Creo que el nuevo paradigma es el creciente y definitivo dominio del uso del ordenador en todas las fases del análisis y el diseño, lo cual demandará un enfoque radicalmente nuevo en la enseñanza de Estructuras”.

Sin embargo, pese al hecho incontestable, constatado por Brohn (1996), de que “ninguno de los métodos de análisis estructural que se enseñan será usado jamás para

resolver estructuras reales, por la sencilla razón de que estas son demasiado complicadas para ser calculadas a mano”, el cambio se resistía a producirse.

Prueba de ello es que, una década más tarde, May et al. (2003) reactivan el debate, haciendo hincapié en que el asunto lleva ya diez años de retraso, y que “si entonces era pertinente, ahora es tal vez de vital importancia”. En su artículo, “*The future of structural analysis teaching*”, los autores así lo reclaman:

"El análisis de estructuras por ordenador ha alcanzado un nivel de madurez suficiente como para replantearse el contenido de los cursos de análisis estructural".

Sin realizar ninguna propuesta definitiva, exploran los distintos enfoques posibles que podrían tener los futuros cursos de Estructuras, dejando abierto a la comunidad académica el reto de actualizar los planes de estudios, y advirtiendo, en sus conclusiones, de las posibles consecuencias negativas de no llevar a cabo esta tarea:

"Cuando un joven ingeniero se gradúa, se le pondrá inevitablemente en las manos un programa de ordenador para analizar estructuras. Si en la Universidad no somos capaces de enseñarle el material relevante para esa tarea, el resultado será como conducir un Ferrari sin carnet: una más que probable catástrofe".

A raíz de la publicación de “The future of structural analysis teaching” se reactivó el interés y, simultáneamente, se puso de manifiesto que existían muchas dudas acerca de lo que se estaba enseñando actualmente en las Universidades. Pocos años más tarde, la prestigiosa consultora de ingeniería Ove Arup & Partners financió un estudio sobre la enseñanza de Estructuras en las Universidades del Reino Unido (Johnson & May, 2008), con un triple objetivo:

- Conocer el estado actual de la docencia de Estructuras en las Universidades británicas.
- Recoger opiniones de los distintos sectores implicados (profesores, estudiantes y profesionales) acerca de *qué* y *cómo* debería enseñarse en las asignaturas de Estructuras.
- Elaborar una serie de recomendaciones sobre el enfoque y contenidos que deberían tener los futuros cursos de Estructuras.

Las conclusiones iniciales del estudio –que incluían reducir el tiempo dedicado al cálculo a mano de estructuras hiperestáticas, y fomentar en su lugar el uso educativo del

ordenador–, se publicaron en la revista “The Structural Engineer” en 2008, generando bastante interés en el seno de la profesión. En 2009, la conferencia anual de la Institución de Ingenieros Estructurales británicos (IStructE) trató sobre el tema de la enseñanza de Estructuras, con el título “Structural Engineering Education in the 21st Century” (IStructE, 2009; Owens, 2010).



Figura 2.2. Informe encargado por la consultora Arup & Partners sobre la enseñanza de Estructuras.

A raíz de las propuestas y recomendaciones recogidas en la conferencia de 2009, la Institución inició un proyecto para esbozar el enfoque y contenidos en Estructuras de un plan de estudios moderno, cuyo primer borrador se publicó en 2011. El espíritu de la propuesta supone un cambio importante con respecto a la docencia tradicional de Estructuras.

Según el planteamiento desarrollado, los nuevos planes de estudios deben tener, como objetivos globales, asegurar que los graduados (Owens, 2011):

- “Comprendan la respuesta estructural, al menos cualitativamente y, cuando sea posible, cuantitativamente, de las formas y materiales estructurales más comunes, a acciones estáticas y dinámicas.
- Desarrollen el hábito de aprender y un entusiasmo por las estructuras, para favorecer el desarrollo de las habilidades adquiridas a lo largo de toda su vida profesional”.

Los cambios más importantes que se incluyen en la nueva propuesta, con respecto al enfoque tradicional, son (ibíd.):

- “Un mayor énfasis en promover la comprensión del comportamiento de las estructuras y sus materiales.
- Un énfasis significativo en la importancia fundamental de revisar y verificar los resultados del análisis por ordenador.
- Una reducción sustancial de la atención dedicada a los métodos tradicionales (manuales) de análisis. Esto es esencial para que los dos primeros cambios puedan llevarse a cabo. Los métodos tradicionales solo se deberían mantener si colaboran a desarrollar la comprensión del comportamiento estructural.
- El reconocimiento de que no todos los graduados necesitan poseer un conocimiento detallado de cómo funcionan los programas de análisis estructural. El escaso tiempo disponible está mejor empleado en dominar su aplicación práctica”.

Casi 25 años después del inicio de un debate sobre el cambio necesario en la docencia de Estructuras, cuyo principal catalizador ha sido el fulgurante avance tecnológico en los métodos de análisis, el cambio no se ha producido aún. A pesar de los argumentos desarrollados en la literatura científica y de contar con el beneplácito de la industria, la evolución hacia un nuevo modelo de enseñanza se produce con gran lentitud, en gran parte debido a la inercia de las instituciones académicas.

2.2.2 La docencia por competencias en el EEES

La puesta en marcha al final de esta década del Espacio Europeo de Educación Superior podría ser el catalizador necesario que impulse un cambio definitivo del modelo de enseñanza. Uno de sus objetivos fundamentales es acercar la docencia universitaria a la práctica profesional, para lo cual los nuevos títulos de grado deben implementar una docencia por competencias.

En España, el documento legal que define cómo deben ser las titulaciones de grado en el Espacio Europeo es el Real Decreto 1393/2007 (Ministerio de Educación, 2007) que, en este sentido, especifica:

“Los planes de estudios conducentes a la obtención de un título deberán, por tanto, tener en el centro de sus objetivos la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, ampliando, sin excluir, el tradicional enfoque basado en contenidos y horas lectivas.

Se debe hacer énfasis en los métodos de aprendizaje de dichas competencias así como en los procedimientos para evaluar su adquisición”.

La docencia por competencias obliga a un rediseño de los planes de estudio, centrándose ahora, no solo en los conocimientos que adquiere el estudiante, sino en la acción que es capaz de realizar con esos conocimientos. El nuevo perfil académico debe estar más orientado a la aplicación de conocimientos, y a la práctica profesional (González & Wagenaar, 2003).

En el campo de la docencia de Estructuras, la elaboración de los planes de estudio de los nuevos grados coincide con el momento en que la necesidad de cambio está calando en la profesión. En una verdadera docencia por competencias, esto debería influir de forma determinante en las características y el contenido de los programas.

2.3 Características que debe tener un programa para aprender estructuras

En el proceso de debate y construcción de un nuevo modelo para la docencia de Estructuras, materializado en una serie de artículos a lo largo de 25 años, se ha ido acumulando un cierto corpus teórico que permite reconstruir cuáles son, según los distintos autores, las características que debería tener un programa para aprender estructuras “actual y profesionalmente relevante” (Owens, 2011). Aunque hay posiciones dispares en algunos temas, el consenso existente en la mayor parte de ellos permite sintetizar una propuesta, que recoge una serie de aspectos claves:

- Deficiencias en la formación actual
- Objetivos
- Contenidos
- El uso del ordenador
- El papel del cálculo manual

- Metodología docente

2.3.1 Deficiencias en la formación actual

Como tarea previa al diseño de los nuevos programas para aprender Estructuras, resulta interesante realizar un diagnóstico de las carencias que presenta la formación actual, en relación con una serie de aspectos clave:

¿En qué grado alcanzan los graduados la comprensión del comportamiento estructural? ¿Qué otras deficiencias se observan en su formación? ¿Cuáles son las áreas, dentro de la disciplina, que presentan mayores dificultades para el aprendizaje?

El diagnóstico, así realizado, tendría un doble objetivo:

- Servir como punto de partida para la reflexión.
- Conocer hasta qué punto es necesaria una renovación de los contenidos.

Los primeros que se preocuparon de evaluar las deficiencias en la formación recibida en las escuelas fueron Brohn y Cowan (1977), que a finales de los años setenta publicaron “Teaching towards an improved understanding of structural behaviour”, donde presentaban los resultados de un test realizado a graduados que demostraba, según los autores, que la comprensión del comportamiento estructural que demostraba el estudiante medio era peor de la esperada.

Desde entonces, el test de Brohn se ha seguido realizando ininterrumpidamente, para medir la comprensión de las sucesivas cohortes de graduados. La nota media obtenida en el test, que comenzó siendo del 40%, ha seguido una tendencia descendente en los últimos años, llegando hasta un valor del 25% (Johnson & May, 2008).

La explicación de los malos resultados está relacionada, según los autores, con “la predominancia en los exámenes de cuestiones en las que al estudiante se le exige demostrar su habilidad para calcular valores desconocidos”, a pesar de que – paradójicamente– los objetivos teóricos de los programas estén, a menudo, más bien dirigidos hacia a la comprensión de los principios básicos del comportamiento estructural.

Una aproximación cualitativa (y también más reveladora) a las deficiencias en la formación estructural, es la que realiza Morreau (1990), de Ove Arup & Partners,

basándose en la observación de cómo los recién graduados se enfrentan a problemas de análisis estructural. Morreau informa de carencias en dos áreas principalmente:

- La comprensión cualitativa del comportamiento estructural.
- La forma de identificar y formular los problemas.

Para evaluar la comprensión del comportamiento estructural, el autor se basa en tres medidas:

- ¿Modelan con éxito la estructura antes de analizarla?
- ¿Interpretan con éxito los resultados del análisis, sobre todo con vistas a detectar posibles errores?
- ¿Son capaces de modificar con éxito el diseño de la estructura a la luz del análisis realizado?

Morreau concluye que, la mayor parte de los graduados es capaz de realizar la primera tarea con éxito, pero solo si el modelo completo de la estructura puede introducirse en el programa de cálculo; las dificultades aparecen cuando el problema debe ser simplificado, ya que ello requiere una comprensión más profunda del comportamiento de la estructura cómo sistema. En cuanto a las tareas de interpretación y modificación de resultados, Morreau constata que la proporción de graduados que es capaz de llevarlas a cabo con éxito es muy baja.

En cuanto a las carencias a la hora de abordar los problemas, el autor concluye que, aunque los recién titulados son capaces de resolver problemas, no lo son tanto a la hora de formularlos, o de dar soluciones aproximadas a los mismos:

“Con demasiada frecuencia, los jóvenes ingenieros (y también los más antiguos) se lanzan a atacar el problema con todos los megabytes de que disponen, y conquistan con éxito lo que, al final, resulta ser el objetivo equivocado”.

Como remedio, recomienda a las Universidades que cultiven en sus estudiantes “la actitud de cuestionarse las cosas y el hábito de pensar en el problema antes de embarcarse en su solución. Es decir, primero analizar el problema y considerar el objetivo, y solo entonces, embarcarse en el proceso de resolución”.

A un nivel más específico, May, Wood, Beer y Johnson (2003) han identificado dificultades de aprendizaje relacionadas con los conceptos básicos de la disciplina:

- “Los estudiantes tienen dificultades al aplicar los conceptos básicos de equilibrio para desvelar cómo la estructura soporta la carga y cómo se deforma. Como consecuencia de ello, no son capaces de interpretar y verificar adecuadamente los resultados del análisis por ordenador. No es que no comprendan el concepto de equilibrio, sino que a menudo se olvidan de comprobar si este se cumple”.
- “Tienen dificultades para comprender el concepto y la función de los esfuerzos internos”.
- “Tienen problemas en la comprensión de los diagramas que representan los esfuerzos internos. Confunden los diagramas de cortante y flector, e ignoran por completo los requisitos que imponen las condiciones de enlace”.
- “A menudo, ignoran la relación entre los diagramas de cortante y flector”.
- “No aprecian la relación entre el flector y la deformada”.

Johnson y May (2008), por otra parte, se centraron en las dificultades que encontraban los recién titulados para usar correctamente los programas de análisis informático en el comienzo de su ejercicio profesional:

- “Les faltan habilidades para modelar apropiadamente, especialmente en lo relativo a las condiciones en los enlaces”.
- “No tienen experiencia suficiente para predecir resultados intuitivamente o mediante cálculos aproximados”.
- “Problemas con los ejes y las convenciones de signos”.
- “Dificultades para apreciar las limitaciones del cálculo elástico, que pueden dar lugar a obsesionarse con las tensiones elásticas demasiado altas, o a no tener en cuenta el comportamiento no lineal y dependiente del tiempo de materiales como el hormigón”.
- “Un exceso de confianza en los resultados obtenidos por ordenador, que puede llevar a la aceptación de los mismos sin sentido crítico”.

En la conferencia de 2009 en la Institución de Ingenieros Estructurales dedicada al futuro de la docencia de Estructuras (IStructE, 2009) se planteó a los grupos de trabajo la cuestión:

“¿Tienen actualmente los graduados los conocimientos y habilidades necesarias?”

Las conclusiones obtenidas fueron bastante descorazonadoras:

- *“Los estudiantes no han adquirido las habilidades y conocimientos necesarios. No les estamos enseñando a comprender el comportamiento estructural”.*
- *“Se dedica demasiado tiempo a enseñarles cómo realizar cálculos, y muy poco a modelar una estructura y evaluar su comportamiento, llevando a cabo análisis de sensibilidad. Hace falta una cambio fundamental en la práctica docente, para enseñar a los estudiantes a pensar, en lugar de enseñarles a llevar a cabo procedimientos de cálculo”.*
- *“El sistema modular de los planes de estudio da lugar a una falta de integración. Los estudiantes aprenden a pasar exámenes, más que a comprender de forma holística el comportamiento estructural, y tienen problemas para aplicar el conocimiento adquirido”.*

En el caso particular de Arquitectura, a los factores más generales ya mencionados se añaden otros relacionados con las necesidades propias de la docencia en escuelas de Arquitectura. En este sentido, es muy representativo el memorándum publicado en 1976 en Estados Unidos por la Association of Collegiate Schools of Architecture (ACSA) que afirmaba, categóricamente (Black & Duff, 1994):

“La formación de este comité es el resultado de la insatisfacción creciente con la forma en que se imparte la docencia de Estructuras en las Escuelas de Arquitectura”.

Al analizar el problema, el informe de la ACSA se centraba en tres aspectos fundamentales relacionados entre sí:

- *“La falta de integración entre las asignaturas de Estructuras y el resto impide la aplicación de los fundamentos estructurales dentro del proceso global de diseño”.*
- *“Los programas actuales de Estructuras no han sido concebidos expresamente para satisfacer las necesidades de formación del arquitecto. Al derivar de las escuelas de Ingeniería, han heredado los conceptos y métodos de enseñanza de estas. En la mayoría de los casos, se trata de versiones simplificadas de los programas de Ingeniería”.*

Civil, demasiado laxos para satisfacer las necesidades técnicas y mal concebidos para otros objetivos”.

- “La secuencia clásica de presentación de contenidos: Física, Estática, Resistencia de materiales, análisis y diseño tal vez representa una progresión lógica de información pero, al enseñarse completamente dissociada del proceso global de diseño, esta secuencia produce graduados que no comprenden los principios básicos, ni saben aplicarlos, ni retienen por un tiempo significativo el núcleo básico de la materia”.

El informe señala, como evidencia de una formación deficiente, las carencias que muestran los estudiantes a la hora emplear los fundamentos estructurales en sus proyectos:

“Que este tipo de programas no cumple aquello para lo que estaba destinado, ni nada que sea realmente útil para la formación de un arquitecto lo demuestran las soluciones planteadas a los problemas de diseño arquitectónico en las escuelas de Arquitectura, y en el ejercicio profesional inmediatamente posterior”.

En síntesis, del diagnóstico realizado podrían extraerse algunas conclusiones, útiles para el diseño de los planes de estudio:

- El objetivo principal de los cursos de estructuras, que debe ser la comprensión del comportamiento estructural, actualmente no se alcanza.
- Existe, en general, insatisfacción con la formación actual que reciben los estudiantes, centrada principalmente en el cálculo; en su lugar, deberían aprender el razonamiento propio de la disciplina, aplicado a todo el proceso de resolución de problemas: definición del problema, modelado, cálculo, verificación e interpretación de resultados y modificaciones en el diseño.
- Para llevar a cabo con éxito todas las fases de este proceso es esencial un conocimiento profundo de los principios básicos que rigen el comportamiento estructural, aspecto al que debe darse prioridad como objetivo en los nuevos planes de estudio.
- Los programas de Estructuras en Arquitectura deben concebirse expresamente teniendo en cuenta las peculiaridades propias de la formación del arquitecto.
- Algunas de las dificultades más importantes que encuentran los estudiantes en su aprendizaje son inherentes a la materia, y están relacionadas con la comprensión de los conceptos más relevantes y de las relaciones que existen entre ellos. Estos conceptos de

especial dificultad deben ser tenidos en cuenta en los nuevos programas de las asignaturas, desarrollando estrategias que faciliten su aprendizaje.

2.3.2 Objetivo: la comprensión del comportamiento estructural

En un nuevo contexto caracterizado por el dominio absoluto del análisis por ordenador, resulta necesario cambiar de un enfoque basado en las técnicas de análisis y en realizar cálculos, a un nuevo enfoque cuyo objetivo principal debe ser que los estudiantes alcancen una “comprensión profunda del comportamiento estructural” (Jennings & Gilbert, 1988; Johnson, 1989; Morreau, 1990; Brohn, 1992; Black & Duff, 1994; SCOSS, 1999; Nethercot, 2000; Rafiq & Easterbrook 2001; May et al., 2003; MacLeod, 2007; Molineaux et al., 2007; Johnson & May, 2008; IStructE, 2009; Owens, 2011).

Ahora que el ordenador realiza todos los cálculos, las tareas a las que se dedicarán los graduados en la práctica profesional serán principalmente (Johnson, 1989; Brohn, 1992; Black & Duff, 1994; Molyneaux et al., 2007; MacLeod, 2007; IStructE, 2009; May, 2009):

- Diseñar la estructura: en las fases iniciales del diseño se requieren decisiones rápidas, que deben tomarse intuitivamente, sin calcular.
- Modelar la estructura para su análisis por ordenador: el modelado requiere comprender a priori las limitaciones del modelo y de los métodos de análisis, o existe el peligro de no considerar, en el modelo, formas de comportamiento importantes de la estructura original.
- Verificar e interpretar los resultados del análisis informático: la comprensión del funcionamiento de la estructura es fundamental para detectar posibles errores en el cálculo, o planear modificaciones en el diseño a la vista de los resultados obtenidos.

No obstante, el concepto de “comprensión del comportamiento estructural”, al que algunos autores llaman “intuición estructural” resulta abstracto y poco definido, lo cual es un inconveniente para adoptarlo como objetivo en el plan de estudios. Black y Duff (1994) intentan delimitar el término:

“El desarrollo de la intuición estructural y el juicio ingenieril debe ser un objetivo concreto. Por intuición, no debe entenderse una sensibilidad ciega, sino más bien una comprensión

cualitativa del comportamiento estructural, respaldada por la teoría y basada en la experiencia y la experimentación”.

Morreau (1990), de Ove Arup & Partners, en su artículo “Understanding structural behaviour” da una definición más exhaustiva y concreta, enunciada –prácticamente– en términos de resultados de aprendizaje:

“¿Que implica ‘alcanzar una buena comprensión del comportamiento estructural’? ¿Qué caracteriza a quien la posee? En mi opinión, significa poseer ciertas habilidades bien definidas:

- Ser capaz de distinguir entre una estructura y un mecanismo, estar alerta tanto a la estabilidad como al equilibrio.*
- Identificar los flujos de carga.*
- Identificar el mecanismo estructural por el cual la carga es transmitida (tracción, compresión, flexión, cortadura).*
- Predecir la forma de la deformada (cómo se mueve la estructura bajo carga).*
- Predecir diagramas de cortante y momento flector.*
- La habilidad de comunicar todo esto por medio de bocetos y croquis”.*

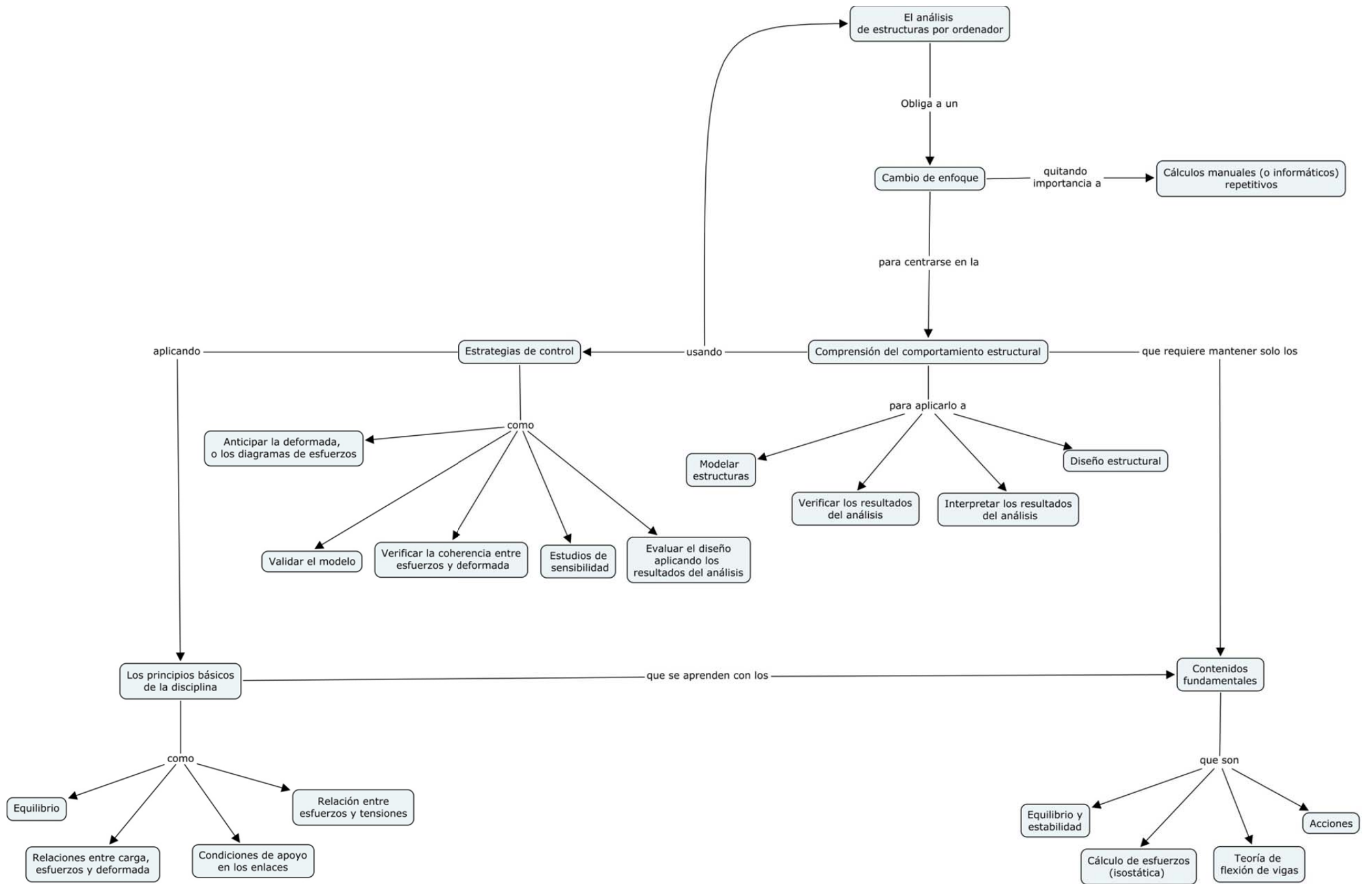


Figura 2.4. Estado del conocimiento en la docencia de Estructuras.

2.3.3 Contenidos

Una vez establecidos los objetivos que debería tener un programa de Estructuras, el siguiente paso es seleccionar los contenidos más adecuados para lograrlos.

“Ahora que tanto cálculo manual es innecesario, ¿es posible identificar los fundamentos de la teoría que aseguran el correcto modelado y verificación del análisis informático de Estructuras? (May et al., 2003)”.

La definición de contenidos es una tarea compleja, que implica cuestionar la inclusión de conocimientos que tradicionalmente se han considerado “sagrados” en la disciplina, manteniendo solo aquellos que colaboren verdaderamente a desarrollar la comprensión del comportamiento estructural.

Las recomendaciones de los distintos autores en relación con los contenidos que debería tener un curso de Estructuras se han sintetizado, agrupadas por bloques temáticos, en la tabla 2.1.

2.3.4 El uso del ordenador

Pese al dominio claro del ordenador como herramienta de análisis en el ámbito profesional, su uso en el ámbito académico está aún sujeto a discusión. Existen dos enfoques claramente diferenciados sobre el uso del ordenador para aprender Estructuras:

- a. El ordenador es la herramienta indiscutible que usarán los titulados en la práctica profesional, pero no es útil para que los estudiantes adquieran la comprensión del comportamiento estructural, porque oculta el proceso de resolución del problema (*el ordenador como herramienta para calcular, pero no para aprender*).
- b. El ordenador no es solo una herramienta potente para realizar cálculos, sino que, gracias a las posibilidades que ofrece de simular la realidad, es también un instrumento extraordinariamente útil para entender cómo se comportan las estructuras (*el ordenador como herramienta para calcular y aprender*).

	CONTENIDOS	Referencias
	TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	
1	Conocimiento general de los sistemas estructurales, apreciando lo que es posible y lo que es apropiado	Black & Duff, 1994
2	Aprender la terminología empleada en estructuras	Aroca, 1997
	ENLACES Y EQUILIBRIO	
3	Un conocimiento profundo y cuantitativo de la Estática y del equilibrio, en dos y tres dimensiones	Johnson, 1989 Morreau, 1990 May et al., 2003
4	Estabilidad. Diferencia entre una estructura estable y un mecanismo. Diferencia de comportamiento entre estructuras a compresión y a tracción	Morreau, 1990 May et al. 2003
5	Distinguir las coacciones asociadas a los distintos tipos de enlace (interiores y exteriores) y aplicarlas para dibujar la deformada de la estructura	Nethercot, 2000 May et al., 2003
	ESFUERZOS INTERNOS Y DEFORMADA	
6	Comprender el concepto de esfuerzos internos	May et al., 2003
7	Analizar a mano vigas isostáticas, para determinar el cortante, flector y la deformada	Morreau, 1990 Johnson & May, 2008
8	Dibujar los diagramas de esfuerzos de vigas isostáticas. No solo es de utilidad para desarrollar la comprensión del comportamiento estructural, sino también para verificar los resultados del ordenador, y para el diseño conceptual de estructuras	May et al., 2003
9	La relación entre el flector y la deformada	May et al., 2003
	ACCIONES	
10	Determinar las acciones según los criterios de la normativa	Black & Duff, 1994
11	Determinar el flujo de carga en la estructura	Nethercot, 2000 May et al., 2003
	MODELADO DE ESTRUCTURAS	
12	Modelar estructuras para el análisis por ordenador, de forma que los resultados del análisis representen adecuadamente el comportamiento de la estructura real. Lleva asociado entender:	
13	Las limitaciones del modelo	
14	La diferencia entre modelo plano y tridimensional, y los criterios para elegir uno u otro en el análisis.	
15	La diferencia de comportamiento entre isostáticas e hiperestáticas.	
16	El concepto de estabilidad global, para evitar mecanismos en la estructura tridimensional real analizada con un modelo plano	
17	La idealización de la carga	
18	La incertidumbre inherente a cualquier situación real (geometría, fuerzas, características de los materiales)	
19	Las lecciones idealmente hablando debieran ser un viaje de ida y vuelta, desde la realidad (percepción sensible) hacia la abstracción (modelo matemático) para regresar a la realidad (diseños)	Vázquez Espí, 1997
20	Debe prestarse atención especial a las hipótesis del cálculo lineal elástico con teoría de pequeñas deformaciones, para comprender las limitaciones de los programas de cálculo	Johnson, 1989 May et al., 2003
	TENSIONES Y DEFORMACIONES	
21	La teoría básica de flexión de vigas, y el concepto de momento de inercia y módulo resistente	Morreau, 1990
22	La ley de Hooke. Relación entre tensión y deformación y cómo varía en los distintos materiales. Módulo de elasticidad	Morreau, 1990
	DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN	
23	Tener una comprensión básica de los procedimientos de cálculo	MacLeod, 2007
24	Comprender el colapso, incluyendo la estabilidad (pandeo)	May et al., 2003
25	Conocer los requisitos establecidos en las normas	Black & Duff, 1994
26	Comprender los problemas básicos que genera el cumplimiento de las condiciones de Resistencia, Rigidez y Estabilidad, con especial atención a sus consecuencias en las decisiones de proyecto	Aroca, 1997

ESTRUCTURAS HIPERESTÁTICAS		
	En estructuras hiperestáticas, sustituir su cálculo manual por el uso del ordenador para comprender los conceptos fundamentales relacionados con este tipo de estructuras:	
27	La alteración del flujo de cargas al cambiar la rigidez de algún elemento, de forma que la carga se ve atraída hacia las regiones más rígidas de la estructura	Nethercot, 2000 May et al. 2003
28	La noción de continuidad	Morreau, 1990
29	La diferencia entre estructuras isostáticas e hiperestáticas, enfocada como una diferencia de comportamiento: que sólo en estructuras hiperestáticas puede el diseñador cambiar el flujo de fuerzas, alterando las rigideces relativas de los distintos elementos, y su aplicación n cuanto al potencial creativo de la estructura.	Jennings & Gilbert, 1988 Black & Duff, 1994
30	Identificar patrones de comportamiento de estructuras hiperestáticas: ¿cómo se comporta un pórtico de varias plantas ante carga vertical/horizontal, ¿qué pasa si se añaden vanos?, ¿y si se altera la rigidez relativa viga/pilar?, ¿qué diferencias hay con estructuras isostáticas?, ¿cómo afecta la rigidez a axil?	May et al., 2003
31	Compatibilidad de deformaciones	May et al., 2003
ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS POR ORDENADOR		
32	Establecer y validar un modelo de la estructura para el análisis por ordenador	MacLeod, 2007
33	Verificar resultados del análisis por ordenador, aplicando los principios básicos del comportamiento estructural	MacLeod, 2007
34	Interpretar adecuadamente los resultados del análisis por ordenador, con objeto de desarrollar la comprensión del comportamiento estructural	MacLeod, 2007
35	Experimentar por si mismos, con ayuda del ordenador, el comportamiento de estructuras reales, estudiando las relaciones entre desplazamientos, rigidez, geometría y fuerzas aplicadas.	Black & Duff, 1994
DISEÑO ESTRUCTURAL		
36	Procedimientos de diseño.	Black & Duff, 1994

Tabla 2.1 Contenidos que debería tener un curso de Estructuras, según distintos autores.

El ordenador como herramienta para calcular, pero no para aprender

El enfoque ‘a’ constituye el punto de vista tradicionalmente dominante en las escuelas de ingeniería y arquitectura. Johnson y May (2008), en una encuesta incluida en su estudio sobre la enseñanza de Estructuras en el Reino Unido, encontraron que tanto estudiantes como profesores y profesionales coincidían en la opinión de que los programas de análisis estructural tenían una utilidad limitada para la comprensión del comportamiento estructural.

Algunos autores aportan argumentos que respaldan este enfoque. Morreau (1990), se basa en su experiencia personal:

“En mi caso, creo que adquirí la comprensión del comportamiento estructural (que actualmente poseo) a través de incómodos y tediosos métodos, buscando atajos y aproximaciones que me darían la respuesta con la precisión suficiente para mis propósitos y ¡siempre con la esperanza de no tener que calcular las deformaciones! Pero ahora todo eso ya no existe y la calculadora ha sido remplazada por el programa de ordenador –la caja negra que oculta el proceso de manera que no puedas aprender de él”.

Brohn (1996) es aún más contundente, recomendando a aquellos que supervisan la formación en las empresas “no dejar que los graduados toquen un ordenador durante al menos un año, hasta que sean capaces de anticipar una solución manual aproximada”.

Tal vez el principal peligro asociado al uso del ordenador sea el hecho de que oculta el proceso de cálculo, pero ¿quién renunciaría a una herramienta tan potente y precisa? Paradójicamente, el principal defecto del ordenador es a la vez su principal virtud. Las facilidades que ofrece para calcular hacen implanteable, en la práctica, la vuelta a los “tediosos e incómodos” métodos manuales.

Brohn, por otra parte, aporta una idea interesante en cuanto a la utilidad que, en el futuro, podrían seguir teniendo los métodos tradicionales de análisis: anticipar una solución manual aproximada, que permita, en primer lugar, contar con un predimensionado aproximado; en segundo lugar, verificar posibles errores en la solución obtenida por ordenador. Con ese nuevo objetivo, los métodos que convendría mantener serían los más sencillos y rápidos.

El ordenador como herramienta para calcular y aprender

La inmensa mayoría de los autores que tratan el tema en la literatura se inclinan, no obstante, por un enfoque mucho más innovador en cuanto al papel del ordenador en la docencia. Johnson (1989), hace ya más de 20 años, en su artículo de título revelador (“Why not teach computer analysis?”), argumentaba:

“Dada la dependencia generalizada de los métodos automáticos de análisis en la práctica, parecería razonable intentar enseñar a los graduados algunos conceptos básicos de modelado de estructuras e interpretación de resultados, y asumir que la forma más efectiva de llevar a cabo esta tarea podría ser precisamente mediante el uso de un programa de análisis informático, en lugar de usar estrategias indirectas”.

Jennings y Gilbert (1988) y Nethercot (2000) defienden este enfoque argumentando que el ordenador reducirá la dependencia de los complejos y laboriosos métodos manuales. Los estudiantes tendrán así más oportunidades para centrarse en los aspectos puramente conceptuales del comportamiento estructural, y adquirir una “comprensión verdadera”.

Powell (2008) es aún más categórico acerca de la superioridad del ordenador para aprender el comportamiento estructural:

“Hubo un tiempo en que era necesario analizar estructuras ‘a mano’. Se desarrollaron una serie de útiles y, ocasionalmente, elegantes métodos de análisis, de los cuales el más importante era el Método de Cross. A menudo se ha argumentado que los ingenieros desarrollaban la “intuición” estructural al usar el Método de Cross pero que, en cambio, esa “intuición” se pierde al usar el ordenador. Estoy en profundo desacuerdo con ese argumento. Creo firmemente que si le damos un programa de ordenador a un estudiante, y le enseñamos a usarlo correctamente, él o ella puede desarrollar mejor la “intuición” del comportamiento estructural en dos semestres que en toda una vida con el Método de Cross”.

May (2009) propone que el ordenador haga la parte más mecánica de cálculo numérico (“number crunching”), permitiendo a los estudiantes concentrarse en las fases de modelado, verificación e interpretación de resultados.

Black y Duff (1994), del departamento de Arquitectura de la Universidad de Berkeley (California), han desarrollado un modelo para aprender Estructuras en Arquitectura, basado en una concepción muy avanzada de la aplicación del ordenador para aprender:

“Hay dos modos de usar el ordenador, aunque, en la mayoría de los casos, se usa solo del primer modo: para computar cálculos numéricos con rapidez, para procesar y almacenar grandes cantidades de información, para automatizar tareas mecánicas, o para crear imágenes. Sin embargo, a través de su capacidad para simular la realidad, el ordenador se puede usar de un segundo modo: como un telescopio, para estudiar aquello que normalmente no se puede ver”.

El análisis y la simulación de Estructuras por ordenador es una componente fundamental de la propuesta de Black y Duff para aprender el comportamiento estructural, debido a:

- Su rapidez de cálculo, que permite a los estudiantes experimentar por sí mismos cómo se comporta la Estructura sometida a distintos estados de carga, desarrollando la intuición estructural.
- La posibilidad que ofrece de modelar estructuras reales, complejas.
- La facilidad para obtener la deformada, que constituye la aproximación más visual al funcionamiento de la Estructura.
- Las posibilidades exhaustivas de obtención de resultados en formato gráfico, que permiten estudiar el comportamiento global de la Estructura de forma holística.

Black y Duff (1994) se pronuncian de manera concluyente sobre el valor educativo del análisis de estructuras por ordenador:

“Los estudiantes –si se les guía inteligentemente– pueden adquirir más experiencia en el comportamiento estructural durante un semestre usando el ordenador en clase de la que adquirirían normalmente en años de práctica”.

Un enfoque basado en las posibilidades del ordenador para aprender se puso en marcha de forma experimental en las asignaturas de Estructuras en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Berkeley, demostrando ser un éxito completo (Black & Duff, 1994). Rafiq y Easterbrook (2001), pusieron en práctica un planteamiento similar en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Plymouth (UK), obteniendo también resultados muy positivos.

Cómo debe usarse el ordenador en los cursos de Estructuras

Las aportaciones de los diferentes autores sobre cómo usar el ordenador para aprender Estructuras pueden resumirse destacando una serie de principios básicos:

- La evolución en los contenidos de los cursos de Estructuras paralelamente al uso creciente del ordenador, ha ido, desde enseñar técnicas para el análisis de estructuras hiperestáticas, a la teoría que está detrás de los métodos de análisis por ordenador (método matricial), o a enseñar a los estudiantes cómo se hace un programa. Actualmente la tendencia es a educar en el uso del software, que implica la necesidad de adquirir una comprensión profunda del comportamiento estructural para aplicarla a la verificación del modelo y de los resultados obtenidos (Johnson 1989, Johnson & May 2008).
- Casi todos los autores (Johnson, 1989; Morreau, 1990; Nethercot, 2000; May et al., 2003; MacLeod 2007; Molyneaux et al., 2007; Johnson & May, 2008; May, 2009) coinciden en señalar la necesidad de un uso “inteligente” del ordenador, para lo cual el aprendizaje en los cursos debe centrarse en:
 - Modelar la estructura para el análisis por ordenador.
 - Verificar los resultados obtenidos en el análisis por ordenador.
 - Interpretar los resultados obtenidos en el análisis por ordenador.

- La fase de interpretación de resultados es clave para la consecución del objetivo principal: el desarrollo de la intuición estructural. Es importante que los estudiantes se planteen la pregunta: ¿qué puedo aprender del comportamiento de la estructura analizando los resultados del análisis? (MacLeod, 2007). En esta fase, es conveniente la realización de estudios de sensibilidad (Johnson & May, 2008; IStructE, 2009), comprobando de qué forma cambios concretos en el diseño influyen en el comportamiento de la estructura.
- El objetivo global es cambiar el enfoque, pasando de *realizar cálculos* a *controlar cálculos*, y dejando que sea el ordenador el que se encargue de la parte numérica (May et al., 2003; Powell, 2008).
- El uso “inteligente” del ordenador se materializa en una serie de estrategias de control que deben aplicarse en cada una de las fases anteriores (validación del modelo, verificación e interpretación de resultados). El trabajo de análisis con ordenador, en estructuras reales, aplicando estrategias de control, es mejor para desarrollar la comprensión del comportamiento estructural que la repetición de muchos cálculos manuales. (Black & Duff, 1994; MacLeod, 2007).

Cuáles son los peligros asociados al uso del ordenador

El empleo del ordenador para aprender estructuras debe planificarse teniendo en cuenta los peligros potenciales asociados a su uso:

- El análisis por ordenador tiene muchos beneficios, pero requiere un mayor nivel de competencia para ser realizado con seguridad. Un proyectista inexperto no será capaz de elaborar el modelo con seguridad, ni de verificar o interpretar los resultados de los cálculos (Brohn, 1992; MacLeod, 2007).
- El ordenador es como una “caja negra” que oculta todo el proceso de cálculo. Al no aplicar los principios básicos de la disciplina en el cálculo, se corre en riesgo de no aprenderlos, dificultando gravemente la comprensión del comportamiento estructural (Morreau, 1990).
- Otros factores adicionales de riesgo son la posibilidad de usar modelos excesivamente complicados en relación con el problema a resolver, la ilusión de exactitud y la confianza ciega en los resultados del análisis (May et al., 2003).

Como contrapartida, hay que decir que estos aspectos negativos no solo se dan en el ámbito docente, sino también en el profesional. De nada serviría plantear una docencia basada en métodos manuales que luego nunca fueran aplicados en la profesión, ya que todo lo aprendido se olvidaría rápidamente. En cambio, una docencia planteada con los métodos que se usen realmente en la práctica (poniendo el énfasis en el aprendizaje del comportamiento estructural), quedaría reforzada por la aplicación repetida en los años de experiencia profesional.

2.3.5 El papel del cálculo manual

Los argumentos expuestos en el apartado anterior parecen entrar en contradicción con la idea, bastante extendida, de que solo a través del cálculo manual, ejercitado durante un tiempo suficiente, se puede desarrollar verdaderamente la intuición estructural. El conflicto plantea una serie de interrogantes:

¿Cuál es el valor del cálculo manual para la comprensión del comportamiento estructural?

¿Qué enfoque habría que darle al cálculo manual en los cursos de Estructuras, para que sea útil?

De todos los autores que se han pronunciado sobre esta cuestión, probablemente el más tajante sea Iain MacLeod (citado en May, 2009):

“Existe una creencia muy arraigada de que solo a través de la realización de cálculos manuales se desarrolla la comprensión del comportamiento del sistema. Esta suposición no está respaldada por la evidencia ni por la lógica.

La evidencia –según observan los empleadores– es que los graduados, a pesar de tener considerable experiencia en realizar cálculos de estructuras a mano, en general no demuestran una comprensión sólida del comportamiento estructural.

La lógica es que se pueden llevar a cabo cálculos rutinarios siguiendo un algoritmo sin necesidad de comprender el comportamiento de la estructura”.

May (2009) razona de forma parecida:

“Creo que debería ponerse menos énfasis en los cálculos numéricos repetitivos. ¿El cálculo manual sirve de ayuda para comprender el comportamiento estructural? Yo creo que no”.

En general, la mayoría de los autores duda de la utilidad de hacer cálculos numéricos repetitivos (“number crunching”). Cowan (1986) observó que sus alumnos podían resolver correctamente los problemas de examen aprendiendo mecánicamente un número restringido de algoritmos que se repetían. Siguiendo esa estrategia, eran capaces de pasar el examen, sin que ello indicara que habían comprendido los conceptos subyacentes.

Para evitar el aprendizaje superficial, Cowan propone un enfoque cualitativo consistente en una serie de ejercicios en los que los estudiantes tenían que razonar aplicando conceptos, no numéricamente, y que –según demuestra experimentalmente– promovían un aprendizaje más profundo.

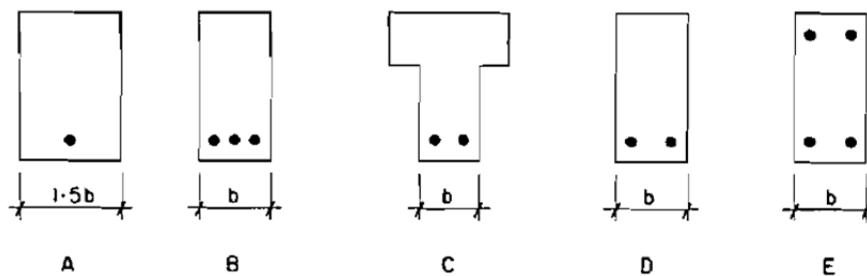


Figura 2.3. Ejemplo de ejercicio con un enfoque conceptual y cualitativo, en el que se pide a los estudiantes ordenar las secciones de hormigón armado de la figura en orden ascendente del momento último que soportan (Cowan, 1986).

En Arquitectura, con menor dedicación a las disciplinas técnicas, Black y Duff (1994) desechan la hipótesis de que la repetición a lo largo de varios años de ejercicios numéricos ayude a entender en profundidad cómo funcionan las estructuras:

“En Arquitectura, sin los años de trabajo riguroso desarrollado en las escuelas de Ingeniería, la habilidad de dibujar diagramas de esfuerzos y calcular tensiones se convierte en un ejercicio de alcance reducido, con poca utilidad práctica”.

May et al. (2003), sin embargo, enfatizan la necesidad de mantener el análisis manual en todos los cursos de estructuras. En general, todos los autores están de acuerdo en que la solución no es eliminar por completo el cálculo manual. Se trata más bien de darle un nuevo enfoque más eficiente (IStructE, 2009), principalmente centrado en el análisis de estructuras isostáticas (Johnson & May, 2008), con problemas más cualitativos (Brohn & Cowan, 1977; Cowan, 1986), y orientado a la comprensión de conceptos y principios básicos (Nethercot, 2000).

2.3.6 Metodología docente

Por regla general, en la literatura sobre docencia de Estructuras hay más referencias a los contenidos o al enfoque general del curso, que a una metodología docente concreta, aunque varios autores sí han hecho recomendaciones que podrían incluirse en este apartado.

Morreau (1990), por ejemplo, propone “cultivar en los estudiantes la actitud de cuestionarse, el hábito de pensar en el problema antes de embarcarse en la solución, de analizar el problema y considerar el objetivo, y solo entonces embarcarse en el proceso de resolución”.

En la Conferencia sobre docencia de Estructuras organizada en 2009 por la Institución de Ingenieros Estructurales (IStructE, 2009) se cuestionó abiertamente la actual filosofía docente:

“Necesitamos un cambio fundamental en la práctica docente, para enseñar a los estudiantes a pensar, en lugar de mostrarles cómo seguir procedimientos de cálculo”.

Black y Duff (1994), por otro lado, ponen el énfasis en la necesidad de cambiar la relación entre las clases de teoría y las de prácticas; en lugar de usar las prácticas para ilustrar la teoría, estas deben ser el núcleo del curso, alrededor del cual gire todo lo demás. Las clases teóricas deben estar al servicio del problema:

“El material teórico no debe ser enseñado como un fin en sí mismo, sino como un elemento necesario para resolver el problema práctico que los alumnos tengan entre manos, adaptándolo, si es necesario, para este fin”.

Aroca (1997) sugiere la conveniencia de adoptar un enfoque en el que los alumnos se impliquen a la hora de plantearse sus propios problemas:

“La capacidad de formular expectativas y obrar en función de ellas no sólo es necesaria para la supervivencia, sino que ordena considerablemente el proceso de aprendizaje (el sistema clásico de enseñanza consiste en pasarse el tiempo respondiendo a interrogantes que el alumno nunca se ha planteado)”.

Sin embargo, pese a las declaraciones de intenciones, la innovación docente en Estructuras tiene todavía una difusión muy limitada (Johnson & May, 2008). En la

disciplina existe aún una dependencia muy fuerte de las metodologías tradicionales, a lo cual contribuyen diversos factores:

Johnson (1989) culpa de ello a la reticencia de la comunidad académica para familiarizarse con los programas de cálculo necesarios, a la sensación de respetabilidad académica que confiere un planteamiento más teórico y a la falta de tiempo, que impera en los ya sobrecargados temarios.

En el estudio realizado por Johnson y May (2008) en las Universidades británicas, los estudiantes puntúan muy alto a las metodologías activas de aprendizaje en cuanto a motivación, pero en cambio las consideran poco útiles de cara a la evaluación, alineada esta con los métodos tradicionales. Los autores destacan la necesidad de explorar nuevas prácticas docentes que aumenten la motivación de los estudiantes, pero plantean las dificultades que ocasionaría una estrategia de evaluación que fuera congruente con este nuevo enfoque más activo:

- Problemas para asegurar la evaluación equitativa.
- Supondría un aumento de trabajo para los profesores.
- Dificultades para cubrir todo el material teórico y analítico.

Perrenet, Bouhuijs y Smits (2000) constatan que, en disciplinas técnicas, el profesorado es más reacio a apartarse de los métodos clásicos de enseñanza, y tiene una actitud más conservadora en cuanto al aprendizaje. En el caso de Estructuras, un factor adicional a tener en cuenta es que se trata de una disciplina que implica una gran responsabilidad, por lo que existe mucha prudencia a la hora de innovar. MacLeod (2007) lo expone de forma muy gráfica:

“Mientras los médicos pueden matar a una sola persona cuando cometen un error, los analistas de estructuras tienen el potencial de matar a miles en un solo suceso”.

Como consecuencia de ello, las experiencias de innovación docente en Estructuras son contadas (tabla 2.2), y algunas de ellas se han abandonado pocos años después de su puesta en marcha: es el caso del aprendizaje basado en problemas en la Universidad de Manchester (Johnson & May, 2008) o del aprendizaje basado en proyectos en la Escuela de Arquitectura de Delft (Bridges, 2006).

Metodología	Universidad	Comentarios	Referencia
Aprendizaje basado en problemas	Manchester University (UK)	Abandonado	Johnson & May, 2008
Aprendizaje basado en proyectos	Escuela de Ingeniería Civil RMIT University (Melbourne)	50% examen (primer curso mixto)	Molyneaux et al., 2007
Aprendizaje basado en proyectos	Escuela de Arquitectura Newcastle University (Australia)	El conocimiento se adquiere en clases expositivas	Banerjee, 1994
Aprendizaje basado en proyectos	Escuela de Arquitectura Delft University of Technology (Holanda)	Abandonado	Bridges, 2006
Aprendizaje basado en proyectos	Aalborg University (Dinamarca)	Proyecto realizado en grupos de 6 alumnos	Aalborg, 2010
Aprendizaje basado en diseño (design based learning)	Escuela de Ingeniería Mecánica Technische Universiteit Eindhoven (Holanda)	Enfoque mixto (híbrido)	Perrenet et al., 2000

Tabla 2.2. Panorama de la innovación docente en la disciplina de Estructuras.

2.4 La docencia de Estructuras en Arquitectura

Los datos obtenidos en la revisión de la literatura indican que a nivel mundial la docencia de estructuras en Arquitectura sigue teniendo un enfoque muy tradicional. Una excepción notable a esta regla es la experiencia de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Berkeley (California).

2.4.1 El modelo de Berkeley

Black y Duff (1994) proponen un modelo para enseñar Estructuras en Arquitectura basado en 12 principios, que ha sido ensayado con éxito en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Berkeley.

Sobre los objetivos:

1. “Los cursos deben tener un enfoque práctico, centrado en un contexto real. El trabajo sobre problemas reales tiene una doble función: preparar al alumno para la práctica profesional y organizar la teoría de forma coherente en torno al problema”.
2. “El desarrollo de la intuición estructural y el juicio ingenieril debe ser un objetivo concreto. La intuición estructural es indispensable para realizar planteamientos que

incluyan a la estructura en las fases iniciales del diseño, donde se trabaja con ideas rápidas y fluidas”.

3. “Las estructuras deben enseñarse en el contexto del diseño arquitectónico, y no como una disciplina aislada, ya que las habilidades necesarias para el diseño arquitectónico son diferentes a las del análisis ingenieril”.
4. “El estudio de estructuras debe estar englobado dentro de una teoría general de la estructura y el espacio en la que la estructura del edificio y el espacio arquitectónico se aprecien como un todo”.
5. “Debe enseñarse explícitamente un proceso de diseño integrado, en el que los condicionantes estructurales y arquitectónicos se aborden simultáneamente”.

Sobre los contenidos:

6. “El temario de Estructuras debe ser adaptado a las necesidades específicas de la Arquitectura, reduciéndose en extensión, pero aumentándose en profundidad.

Los conceptos y habilidades más útiles deben ser desarrollados en profundidad. Los menos útiles, reducidos o eliminados. Exigir que los estudiantes dibujen interminablemente diagramas de flector y cortante, o resuelvan problemas repetitivos de estática no es muy útil como preparación para el diseño”.

7. “Hay tres dominios distintos, pero interdependientes, del conocimiento en la disciplina en el que los estudiantes de arquitectura deben ser entrenados concurrentemente, sin olvidar ninguno de ellos:
 - Conocer el funcionamiento de los tipos estructurales, apreciando lo que es posible y lo que es apropiado.
 - Comprender los conceptos estructurales básicos a un nivel muy detallado: estática, mecánica estructural, propiedades de los materiales, criterios de carga, requerimientos de las normas y procedimientos de diseño.
 - Experimentar por si mismos el comportamiento de estructuras reales y estudiar las relaciones entre los desplazamientos de la estructura, la rigidez, la geometría y las fuerzas aplicadas”.

8. “El estudio detallado de estructuras altamente hiperestáticas es de vital importancia, ya que solo en estructuras hiperestáticas pequeños cambios en la geometría y las rigideces alteran la distribución de fuerzas”.

Sobre el enfoque general:

9. “Un aspecto crucial del modelo es el estudio del comportamiento global, que requiere a la vez una comprensión cualitativa de los tipos estructurales y una comprensión cuantitativa de los detalles”.
10. “La actividad mental de prestar atención simultáneamente al comportamiento local (tensiones en las barras y diseño de uniones) y al comportamiento global (distribución de fuerzas y deformaciones en la estructura) debe ser desarrollada explícitamente (zooming)”.
11. “La conceptualización del comportamiento estructural a desarrollar debe estar basada en cinemática y deformaciones, más que en fuerzas y equilibrio (que es como se planteaba tradicionalmente). Visualizar la distribución de fuerzas en estructuras reales es difícil, pero visualizar e intuir la deformada no lo es”.

Sobre la metodología docente:

12. “La relación tradicional entre clases de teoría y las prácticas, en la que las prácticas se usan para ilustrar la teoría se debe invertir. Las prácticas deben ser el componente principal de los cursos, alrededor del cual gire todo lo demás, y el objetivo principal de las clases teóricas será servir de apoyo a la actividad en las prácticas. Los cursos ganarán en interés, el material teórico tendrá más sentido y la formación de los estudiantes vendrá guiada por sus necesidades de cara a completar los proyectos prácticos”.

2.4.2. El ordenador como pieza clave

El análisis por ordenador y las posibilidades de simulación que ofrece son esenciales a la hora de implementar este modelo docente, que con los métodos tradicionales de enseñanza sería inviable. Gracias al uso del ordenador, los estudiantes se beneficiarán de:

- La posibilidad de experimentar con distintas opciones de diseño, pues permite introducir rápidamente modificaciones en la estructura (geometría, enlaces, secciones,

materiales, acciones...) y comprobar su efecto en el comportamiento (esfuerzos, tensiones, deformada...).

- La capacidad de analizar estructuras complejas.
- La rapidez de cálculo.
- Las posibilidades de visualización gráfica de resultados, que permiten examinar simultáneamente todas los parámetros del comportamiento estructural (esfuerzos, tensiones y deformada).

El potencial del ordenador como herramienta educativa se pone de manifiesto al relacionar sus cualidades de cálculo con los principios básicos del modelo de Berkeley (Black & Duff, 1994):

- La potencia de análisis y modelado permite estudiar estructuras reales (principio 1), en lugar de “fragmentos de estas excesivamente simplificados”.
- La experimentación repetida con configuraciones estructurales reales, estudiando el flujo de fuerzas y cómo se deforman, favorece el desarrollo de la intuición estructural (principio 2).
- Las posibilidades de análisis y modelado permiten estudiar la estructura en el contexto del diseño arquitectónico, con el proyecto de un edificio real, donde la estructura esté presente desde las fases iniciales del diseño; donde las consideraciones estructurales y arquitectónicas –con especial atención a la relación entre la estructura y el espacio– se aborden de forma conjunta a lo largo de todo el proceso (principios 3, 4 y 5).
- Las posibilidades de modificación del diseño y visualización de resultados permiten estudiar los tres dominios de conocimiento simultáneamente (principio 7), probando y comparando el comportamiento de distintas soluciones estructurales, comprobando el sentido práctico de los principales conceptos estructurales (estática, esfuerzos, deformaciones), examinando el flujo de cargas en la estructura, haciendo visibles los factores que influyen en el dimensionado y los requisitos estructurales que establece la norma.
- El estudio de estructuras hiperestáticas posibilita que los estudiantes comprueben por si mismos cómo los cambios en la geometría o en la rigidez de algún elemento alteran la distribución de fuerzas, desvelando su verdadero potencial creativo (principio 8).

- Los estudiantes pueden, desde primer curso, estudiar el comportamiento global de la estructura como sistema (principio 9), relacionándolo con los conceptos teóricos y con enfoques más cualitativos.
- El proceso habitual de análisis de una estructura por ordenador obliga a los estudiantes a cambiar (principio 10) de un enfoque más local (comprobar las tensiones en una barra) a uno global (examinar la deformada o el flujo de fuerzas en la estructura).
- La facilidad para representar la deformada hace posible estudiar el comportamiento estructural con un enfoque cinemático, mucho más intuitivo (principio 11).

Según los autores, el uso del ordenador para aprender siguiendo este modelo ha resultado efectivo hasta tal punto que “podría ser la clave para resolver el dilema de cómo enseñar Estructuras a los estudiantes de Arquitectura”.

No obstante, Black y Duff advierten que el análisis de Estructuras por ordenador no tiene valor por sí mismo. No es más que una herramienta, y solo desarrollará su potencial en un entorno docente concebido con arreglo a los principios básicos antes planteados. En caso contrario, existe el peligro de que los estudiantes se centren en los aspectos más superficiales de la tecnología, olvidando los principios básicos del comportamiento estructural que subyacen detrás.

2.5 Panorama breve del estado actual de la docencia de Estructuras en escuelas de Arquitectura en España.

La ausencia de publicaciones sobre la docencia de Estructuras en Arquitectura en España parece sugerir que las iniciativas de innovación docente, dentro del campo de las Estructuras están aún –en caso de existir– en fases incipientes. A ello hay que sumar la arraigada tradición que la docencia tradicional, con clases expositivas y exámenes, tiene en las escuelas técnicas en España. Con objeto de situar la investigación en su contexto más próximo, es conveniente esbozar una breve panorámica sobre la docencia de Estructuras en Arquitectura a nivel nacional.

El análisis se circunscribe a 11 escuelas de Arquitectura, tomando como criterio incluir a las más importantes y también a las más modernas (por ser las que podrían implicarse

con más posibilidades en experiencias de innovación docente). De ellas, se han examinado las características de las asignaturas introductorias de Estructuras (que normalmente se imparten en 2º curso) atendiendo a 4 aspectos fundamentales: enfoque, metodología docente, evaluación y contenidos. Los datos, en la mayoría de los casos, se han extraído de las guías docentes de las asignaturas.

Los resultados obtenidos, que se muestran en la tabla 2.3, conforman un panorama aproximado de la docencia de Estructuras en Arquitectura en España, que puede resumirse con las siguientes conclusiones generales:

- La metodología docente imperante en las asignaturas introductorias de Estructuras es la tradicional (clases teóricas + clases de problemas + exámenes).
- El sistema de evaluación por exámenes está muy arraigado en las asignaturas con un perfil técnico, como Estructuras. Incluso en los pocos casos en los que la metodología docente se aparta de lo tradicional, la evaluación depende principalmente del examen. En estos casos, se produce falta de alineación entre la metodología docente y la evaluación.
- Los contenidos que más se repiten son los de la Resistencia de materiales. En algunos casos se complementan con una introducción al análisis de estructuras por ordenador.
- En general, el enfoque de la docencia en los casos analizados es continuista, con la excepción de las escuelas de Toledo, Zaragoza y el País Vasco, que incluyen en sus propuestas el trabajo con edificios reales, un mayor apoyo en el ordenador, y un enfoque al menos parcialmente orientado al diseño.
- La escuela de Toledo, perteneciente a la Universidad de Castilla La Mancha, es la única en la que se implementa la metodología ABP. Se trata de una Universidad pequeña y muy reciente (fundada en 1985), y con una Escuela de Ingeniería Civil que adopta, en todo el plan de estudios, la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (Ureña et al., 2003).
- La escuela de Madrid, que puso en marcha una metodología innovadora parecida al estudio de casos en el plan del 96, ha mantenido un planteamiento idéntico en el plan 2010.

2.6 El modelo de la Escuela del Vallés

Aunque la revisión realizada se ha limitado a los planes de estudio de grado, hay que destacar, por su carácter pionero, el planteamiento puesto en práctica en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallés (plan 94) por el profesor Robert Brufau y su equipo, que significaba “una nueva forma de entender la enseñanza de las Estructuras” (Brufau, 2008). El plan de estudios incluía un total de 9 asignaturas de estructuras, entre las que destacan:

- Estructuras 0, en la que los estudiantes trabajaban de forma intuitiva sobre el funcionamiento estructural con modelos a escala, sin teoría.
- Estructuras 1, basada en el razonamiento sobre Estructuras sin carga numérica, con especial énfasis en la relación entre Estructuras y Arquitectura.
- Estructuras 3, donde los estudiantes debían interpretar cómo trabajan las estructuras en ejemplos de edificios reales antes de aprender a calcular.

El modelo docente de la Escuela del Vallés, que en parte sirvió de inspiración para el planteamiento desarrollado en esta investigación, estaba basado en los siguientes principios (Brufau, 2008):

1. Mezclar la práctica profesional con la enseñanza de Estructuras en la Escuela.
2. Enseñar las Estructuras desde el principio de la carrera, para que los estudiantes pudieran incorporarlas en la práctica de Proyectos desde el primer momento.
3. Poner el énfasis en la integración entre Estructura y Arquitectura.

Escuela	Nombre de la asignatura	Curso	Créditos ECTS	Plan de estudios	Enfoque por competencias	Metodología docente	Evaluación	Contenidos	Fuente
ETSA La Coruña	Estructuras I	2º	6	2010	No	Clases teóricas + clases de problemas + seminarios + trabajos tutelados (en equipo)	Examen (peso elevado) Trabajos	Resistencia de Materiales	Ficha de la asignatura
ETSA Barcelona	Estructuras I	2º	7	2010	No	Clases teóricas + clases de problemas en grupos pequeños	Examen (90%) Trabajos (10%)	Resistencia de materiales Introducción al análisis por ordenador	Guía docente
ETSA Madrid	Estructuras I	2º	6	2010	No	Estudio de casos: trabajo de casos prácticos con maquetas, conjeturas, clase magistral (los estudiantes resuelven el problema y exponen)	Exámenes (2 parciales) Complementada con las notas de clase	Resistencia de materiales + Teoría de Estructuras + Métodos gráficos	Guía de aprendizaje
ETSA Valencia	Estructuras I	3º	9	2010	No	Clases expositivas + trabajos presenciales	Examen (80%) Trabajos (20%)	Resistencia de materiales Introducción al dimensionado por el método de los Estados Límite.	Guía docente
ETSA Vallés	Estructuras I	2º	4	2010	No	Clases expositivas	Examen (90%) Trabajos (10%)	Resistencia de materiales	Guía docente
Escuela de Ingeniería y Arquitectura (Univ. de Zaragoza)	Estructuras 1	2º	6	2010	Si	Clases teóricas + clases de problemas + prácticas con ordenador	Exámenes parciales liberatorios de materia en cada bloque + Trabajos	Elasticidad + Resistencia de Materiales + Análisis por ordenador (con edificios reales)	Guía docente
Escuela de Arquitectura de Málaga	Estructura I	2º	6	2010	No	Clases teóricas + clases prácticas	Examen (70%) Trabajo en grupo (15%) Trabajos individuales (15%)	Resistencia de Materiales	Programa de la asignatura
ETSA (Univ. del País Vasco)	Estructuras I	3º	4.5	2010	No	Clases expositivas + taller	Examen (70%) Prácticas (10%) Taller (20%)	Introducción al diseño estructural	Guía docente
ETSA (Univ. Rovira i Virgili)	Estructuras I	2º	6	2010	No	Clases expositivas	Examen parcial (40%) Examen final (45%) Trabajo diseño estructural (15%)	Cálculo de Estructuras + Fundamentos de diseño estructural	Ficha de la asignatura
Escuela de Arquitectura (Univ. Polit. Cartagena)	Estructuras de edificación I	2º	6	2008	No	Clases expositivas + prácticas de laboratorio + casos prácticos	Examen (60%) Prácticas (30%) Test (10%)	Elasticidad + Resistencia de Materiales + Introducción al análisis por ordenador	Guía docente
Escuela de Arquitectura de Toledo	Estructuras I	2º	6	2010	Si	Clases expositivas + ABP	Examen parcial (40%) Examen final (40%) Problemas o casos (20%)	Esfuerzos, tensiones, pandeo, seguridad estructural	Guía docente

Tabla 2.3. Panorama de la docencia de Estructuras en escuelas de Arquitectura de España.

3. El aprendizaje basado en problemas

3.1 Definición

El aprendizaje basado en problemas (ABP), según Barrows y Tamblyn (1980), es “un método en el que el aprendizaje se produce durante el trabajo de comprensión y resolución de un problema. El problema es lo primero que se encuentran los estudiantes en el proceso de aprendizaje, y servirá como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos.”

Hmelo-Silver (2004) da una definición más exhaustiva, que permite distinguir sin ambigüedades el ABP de otros métodos:

“El aprendizaje basado en problemas es un método educativo en el que los estudiantes aprenden mediante la resolución de problemas con el apoyo de un tutor. En el ABP, el proceso de aprendizaje se centra en un problema complejo que no tiene una respuesta única. Los estudiantes trabajan en grupos cooperativos, identificando lo que necesitan aprender de cara a resolver el problema. Tras una fase de aprendizaje autodirigido, aplican lo que han aprendido al problema, y reflexionan sobre su aprendizaje y sobre la efectividad de las estrategias empleadas. El profesor actúa para facilitar el proceso de aprendizaje, en lugar de proporcionar el conocimiento”.

Algunos autores optan por definir el ABP de forma más amplia. Savin-Baden (2000) sostiene que el ABP puede adoptar diversas formas, y que debe adaptarse con flexibilidad teniendo en cuenta las características propias de cada disciplina. Más que un método de enseñanza con unas características concretas, Savin-Baden defiende que el ABP es un nuevo concepto filosófico aplicado al proceso global de enseñanza-aprendizaje.

3.2 Objetivos del ABP

El ABP es un método ideado para alcanzar una serie de objetivos que tienen que ver con las necesidades de la formación para la profesión médica. Será conveniente, por tanto, analizar en qué medida esos objetivos tienen la misma relevancia en la disciplina de Estructuras en Arquitectura.

Según Barrows (1986), los objetivos que pueden lograrse con el ABP son:

1. ESTRUCTURAR EL CONOCIMIENTO PARA SU USO EN CONTEXTOS CLÍNICOS (ECC)

Ello implica:

- Adquirir los conocimientos (es decir, aprender).
- Que los conocimientos adquiridos se estructuren en la memoria del estudiante de la forma más apropiada para ser recuperados en el futuro.

Para que esto sea posible, la información debe estar estructurada y organizada en el mismo contexto en que vaya a ser usado, ya que así se recordará más fácilmente (Glaser, 1984; Uden & Beaumont, 2006), Además, el aprendizaje debe ser persistente, para lo cual debe tener carácter profundo y significativo (Biggs & Tang, 2007).

En nuestra disciplina, el objetivo será estructurar el conocimiento para su uso en un contexto profesional (ECP), centrado en la competencia de proyectar Estructuras.

2. DESARROLLAR UN PROCESO EFECTIVO DE RAZONAMIENTO CLÍNICO (PRC)

Este segundo objetivo incluye aprender una serie de estrategias de razonamiento, que en el caso de medicina están relacionadas con la formulación de hipótesis, paralelamente a la adquisición de los conocimientos propios de la disciplina.

En Estructuras, se podría hablar de un proceso de razonamiento en la disciplina (PRD), basado en la aplicación de principios básicos del comportamiento estructural en tareas de diseño y análisis de estructuras en un contexto arquitectónico.

3. DESARROLLAR HABILIDADES DE APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO (AAD)

La capacidad de aprender por si mismos se considera indispensable también para los futuros Arquitectos (ETSAS, 2010), que deben actualizar constantemente sus conocimientos para asimilar los avances en nuevos materiales, técnicas de análisis, formas y tipos estructurales.

4. AUMENTAR LA MOTIVACIÓN (MOT)

La relevancia de la tarea y el reto intelectual que se plantea al estudiante con la resolución del problema aumentan la motivación intrínseca para aprender. Como consecuencia de ello, los estudiantes se implican en un enfoque profundo del aprendizaje

(Biggs & Tang, 2007; Bain, 2007). Si no están motivados, los estudiantes adoptan un enfoque estratégico, que puede conducir a un aprendizaje superficial.

5. LLEGAR A SER COLABORADORES EFICACES (COL)

Los estudiantes aprenden mediante ABP a funcionar como parte de un equipo. La competencia de trabajo en equipo ha sido reconocida como un objetivo concreto en el libro blanco de Arquitectura y en los planes de estudios elaborados con arreglo al mismo (ANECA, 2005; ETSAS, 2010).

En un planteamiento docente basado en competencias, los objetivos 1 y 2 están relacionados con la adquisición de competencias específicas, y los objetivos 2, 3 y 5 coincidirían con las competencias transversales de resolución de problemas, aprender a aprender y trabajo en equipo, respectivamente. El objetivo 4 es en realidad un medio para conseguir el resto de objetivos, aunque debido a su importancia, ha sido considerado como un objetivo en sí mismo.

3.3 Fundamentos teóricos del ABP

Según Schmidt (1983), las bases teóricas del ABP apuntan a tres mecanismos principales del aprendizaje que, de acuerdo con las teorías de la psicología cognitiva, juegan un papel crucial en la adquisición de conocimiento. Son:

- La activación del conocimiento previo

El aprendizaje implica una reestructuración del conocimiento en la mente del educando, activando la estructura de conocimiento existente, y adaptándola para situar en ella la nueva información.

- La especificidad de la codificación

Este principio, comprobado experimentalmente por Tulving & Thomson (1973) indica que la recuperación del conocimiento será más efectiva si el aprendizaje se produce en una situación similar a aquella en la que habrá de aplicarse.

- La elaboración de la información

La información adquirida se comprende mejor y se retiene por más tiempo si los estudiantes tienen la oportunidad de elaborarla. Elaborar incluye hacer preguntas,

tomar notas, discutir lo aprendido con otros, escribir resúmenes, enseñar a otros lo aprendido o formular y criticar hipótesis sobre un problema.

3.4 Características del ABP

Un entorno de aprendizaje ABP debe reunir una serie de características básicas para ser efectivo (Savery & Duffy, 1995; Savin-Baden, 2000; De Graaff & Kolmos, 2003; Dolmans et al., 2005; Svinicki, 2007; Kolmos et al., 2009), que derivan de los principios del constructivismo. Cada una de estas características se relaciona de forma directa con uno o varios de los objetivos del ABP.

1. El problema es la base de partida, y dirige todo del proceso de aprendizaje

Todas las actividades de aprendizaje están unidas a la resolución de un problema real, cuya relevancia debe ser percibida y aceptada por el estudiante. La importancia del problema como centro del aprendizaje se justifica por tres razones:

- Según los principios de la educación constructivista, para que el aprendizaje realmente se produzca es necesario que los estudiantes perciban los objetivos del programa como propios, asociándolos a una tarea amplia y compleja que sea relevante para ellos (Savery & Duffy, 1995) [MOT].
- El conocimiento adquirido se estructura en torno a la resolución de un problema real, lo cual hará más fácil su acceso, cuando sea requerido, en el contexto de la práctica profesional (Barrows & Tamblyn, 1980; Svinicki, 2007) [ECP].
- Si el problema refleja el tipo de situación que el estudiante deberá resolver en la práctica profesional, su resolución proporciona una oportunidad para el aprendizaje el proceso de razonamiento de la disciplina (Barrows & Tamblyn, 1980) [PRD].

2. El nuevo conocimiento se construye a partir del conocimiento previo de los estudiantes

En el proceso de aprendizaje, los estudiantes deben activar, desafiar y adaptar la estructura de conocimiento existente para incluir los nuevos conceptos. La activación del conocimiento previo es fundamental para que el aprendizaje se produzca, a través de un doble mecanismo:

- El conocimiento previo es esencial para comprender la nueva información (Mayer, 1982; Schmidt, 1983; Glaser, 1984).
- Para que el aprendizaje sea significativo, la asimilación de nuevos conceptos se produce integrando estos en la estructura cognitiva existente, la cual debe modificarse para adaptarse al nuevo conocimiento (Schmidt, 1983; Ausubel, 2002) [ECP].

3. Los estudiantes dirigen su propio aprendizaje.

En el ABP, los estudiantes determinan qué necesitan aprender. Es un método de aprendizaje centrado en el estudiante, y este debe tomar decisiones importantes en el proceso de resolución del problema. De esta forma:

- Se desarrollan habilidades de aprendizaje autodirigido [AAD]
- La autonomía y la toma de decisiones están relacionadas con la motivación (De Graaff & Kolmos, 2003; Maufette et al., 2004). Los estudiantes se implican más si consideran el problema como propio, y no como algo impuesto externamente [MOT].
- Si el proceso de resolución del problema está demasiado guiado, si se les dice “qué estudiar”, los estudiantes no aprenderán el proceso de razonamiento en la disciplina (Savery & Duffy 1995) [PRD].

4. Los estudiantes deben colaborar para resolver el problema

- El trabajo en equipo implica elaboración del conocimiento (a través de la discusión, de explicar lo aprendido a los compañeros, de hacer hipótesis y ponerlas a prueba...). La elaboración ayuda a relacionar la nueva información con el conocimiento previo, facilitando la asimilación (Schmidt 1983; Schmidt et al., 2009; Hmelo-Silver, 2004; Dolmans et al., 2005; Svinicki, 2007) [ECP].
- En el proceso de aprendizaje cooperativo, el grupo desafía el razonamiento de los estudiantes, haciendo de filtro para no dejar pasar juicios superficiales, o poco rigurosos [PRD, AAD].
- El trabajo en equipo aumenta la motivación (Dolmans et al., 2005), aunque también puede disminuirla, en casos de mal funcionamiento del grupo [MOT].

5. Se centra en los procesos de adquisición del conocimiento, y no solo en el resultado de esos procesos.

El desarrollo de habilidades transversales relacionadas con el proceso de aprendizaje es un objetivo importante, al mismo nivel que la adquisición de conocimientos de la disciplina (Woods, 2000; Svinicki, 2007) [PRD, AAD, COL].

Entre estas habilidades, las más relevantes para el ABP son las relacionadas con:

- La resolución de problemas (que incluye aprender el proceso de razonamiento propio de la disciplina).
- El aprendizaje autodirigido.
- El trabajo en equipo.

Estas habilidades, como objetivos del programa que son, deben ser también evaluadas, pues en caso contrario, ni los estudiantes les concederán importancia, ni los profesores sabrán si se han aprendido (Barrows, 1986).

6. La solución del problema va seguida de un proceso de análisis y reflexión sobre el aprendizaje (tanto del proceso como de los conocimientos adquiridos).

La reflexión es un componente esencial del ABP, y debe servir para poner de manifiesto que la resolución del problema no es un fin en sí mismo, sino un medio para lograr los objetivos de aprendizaje (Uden & Beaumont, 2006).

- La reflexión sobre el proceso de aprendizaje ayuda a que los estudiantes se centren en los aspectos metacognitivos, desarrollando las habilidades de aprendizaje autodirigido [AAD] y a mejorar el funcionamiento del grupo [COL] (Woods, 2000; Hmelo-Silver, 2004; Bridges, 2006).
- Los estudiantes deben reflexionar sobre los conceptos aprendidos y las relaciones entre ellos (por ejemplo, a través de mapas conceptuales), así como sobre su posible aplicación en otros contextos, afianzando y reestructurando el conocimiento adquirido [ECP] (Hmelo-Silver, 2004; Nasr et al., 2004).

7. **El aprendizaje tiene lugar bajo la guía de un tutor/facilitador.**

El ABP implica un cambio en el rol de los profesores, de instructor a facilitador. Las funciones del tutor son:

- Desafiar el razonamiento de los estudiantes, para evitar argumentos superficiales o poco rigurosos. El tutor funciona como elemento de control (y filtro de calidad) del aprendizaje autodirigido¹, asegurándose de que los alumnos aprendan el proceso correcto de razonamiento en la disciplina (Savery & Duffy, 1995; Hmelo-Silver & Barrows, 2006) [AAD, PRD].
- Proporcionar a los alumnos estructuras temporales (andamiaje) para la nueva información que les faciliten el proceso de asimilación y la conexión entre los nuevos conceptos y el conocimiento anterior (Glaser, 1984; Ausubel, 2002) [ECP].
- Guiar al grupo en la sesión tutorial, ayudándolo a reconocer las limitaciones de sus conocimientos, y a identificar necesidades de aprendizaje. La interacción debe producirse a nivel metacognitivo, el tutor no debe proporcionar información (Savery & Duffy, 1995; Hmelo-Silver, 2004) [AAD].
- Asegurarse de que todos los estudiantes participan en el proceso cooperativo de aprendizaje (Hmelo-Silver & Barrows, 2006) [COL].
- Propiciar un ambiente en el que los estudiantes se sientan seguros para exponer sus razonamientos e hipótesis sobre el problema, y en el que se tolere la confusión que puede provocar el aprendizaje de nuevos conceptos (Savery & Duffy, 1995; Cousin, 2006) [PRD].
- Apoyar a los estudiantes para que sean autosuficientes (Hmelo-Silver & Barrows, 2006) [AAD].
- Propiciar la reflexión en el seno del grupo. En grupos que funcionan sin la presencia de un tutor, la reflexión rara vez se produce (Hmelo-Silver, 2004).

¹ “El hecho de que el estudiante se haga dueño del problema y del proceso de solución no significa que cualquier solución sea adecuada” (Savery & Duffy, 1995).

8. El programa debe estar organizado por problemas, no por contenidos.

El ABP debe ser el centro del programa, no un añadido. En el ABP, los contenidos se aprenden conjuntamente con las habilidades de resolución de problemas, y por esa razón la materia debe organizarse en torno al problema. No debe haber contenidos aislados, que se aprendan como un fin en sí mismo, sin relación con el problema (Savery & Duffy, 1995; Savin-Baden, 2000; Svinicki, 2007) [ECP].

Estos 8 principios son los ingredientes básicos del ABP, y constituyen las variables de diseño que deben tenerse en cuenta en la implementación de un programa basado en ABP. Más que seguir una definición estricta, lo interesante es considerar en qué medida distintos valores de estas variables podrían afectar a la consecución de los objetivos de un programa concreto, adaptado a la disciplina y al contexto en que se vaya a poner en práctica (Savin-Baden, 2000).

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL ABP	Objetivos				
	ECP	PRD	AAD	MOT	COL
1. El problema dirige el aprendizaje	+	+		+	
2. Activar conocimiento previo	+		+		
3. Aprendizaje dirigido por los estudiantes		+	+	+	
4. Aprendizaje cooperativo	+	+	+	+	+
5. Centrado en el proceso de aprendizaje		+	+		
6. Reflexión	+		+		+
7. Tutor-facilitador	+	+	+		+
8. El programa está organizado por problemas	+				

Tabla 3.1. Características básicas del ABP y su relación con los objetivos

3.5 Los problemas

En el ABP, todo el proceso de aprendizaje está centrado en los problemas. En consecuencia, el diseño de problemas es crucial para que el aprendizaje se produzca de manera efectiva (Barrows, 1986). Si los problemas no están bien concebidos, es muy probable que los estudiantes tengan dificultades para activar el conocimiento previo, llevar

a cabo un aprendizaje autodirigido, cubrir todos los contenidos de la materia (Hung, 2009), o implicarse de forma activa en el proceso de resolución (Maufette et al., 2004).

3.5.1 Características que deben tener los problemas

Aunque existe cierta flexibilidad dependiendo –por ejemplo– del contexto, o del nivel educativo, hay una serie de principios básicos en los que muchos autores coinciden a la hora de definir cuáles son las características que deben tener los problemas de ABP:

1. Reales

Los problemas deben reflejar situaciones auténticas, en un contexto similar al que se encontrará el estudiante en la práctica profesional. La importancia de trabajar con problemas reales se debe a tres razones, fundamentalmente:

- Los alumnos se implicarán de forma más activa en la resolución del problema si lo consideran relevante para la práctica profesional (Savery & Duffy, 1995; Branda, 2009).
- El conocimiento se adquiere en el mismo contexto en que vaya a ser usado en el futuro, lo cual facilita su recuperación posterior (Glaser, 1984; Dolmans et al., 1997; Uden & Beaumont, 2006)
- Al ser real, el contexto en el que se sitúa el problema forma un sistema coherente y lo suficientemente complejo como para poder ser explorado en sus distintas dimensiones (Savery & Duffy, 1995).

2. Complejos

Los problemas deben ser complejos, pero su complejidad debe adaptarse a los siguientes criterios:

- El contexto en el que se desarrollan los problemas debe reflejar el nivel de complejidad del contexto real en que se deben aplicar los conocimientos adquiridos. La simplificación académica de un problema puede eliminar información importante de cara a la motivación de los estudiantes, al carácter significativo de su aprendizaje y a su capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica profesional (Collins, 2006).

- Deben tener la suficiente complejidad como para requerir la colaboración entre los miembros del grupo, asegurando de este modo la interdependencia positiva entre ellos (Johnson, Johnson & Smith, 2006).
- Los estudios sobre la motivación intrínseca indican que esta aumenta cuando los estudiantes perciben la tarea como un reto de cierta dificultad, pero disminuye si la dificultad es excesiva (Maufette et al., 2004). La complejidad de cada problema, por tanto, debe adaptarse al nivel y a los conocimientos previos de los estudiantes (Jonasen & Hung, 2008).

3. No estructurados

En un problema no estructurado, los datos de partida y los objetivos no están claramente definidos (Jonasen & Hung, 2008; Branda, 2009). Su apariencia debe reflejar la complejidad de un problema real, donde no toda la información es revelada al principio. Los estudiantes deben decidir qué información adicional necesitan y descubrirla por ellos mismos. El enunciado no debe subrayar solo los datos clave para la resolución del problema, e incluso puede incluir algunas frases de controversia.

De esta forma:

- Se estimula a los estudiantes para que sean autónomos.
- Se garantiza un proceso de indagación, en lugar de la aplicación de una serie de pasos para resolver el problema (Svinicki, 2007).
- Se fomenta la discusión en el grupo (Branda, 2009).

4. De respuesta abierta

Los problemas en los que no existe una respuesta correcta, sino que puedan abordarse desde distintos puntos de vista estimulan el razonamiento crítico y la discusión (Amaral et al., 2007; Des Marchais, 1999). Los estudiantes se implican más en el problema si tienen la capacidad de tomar decisiones importantes que afectan al proceso (De Graaff & Kolmos, 2003).

Si el problema tiene una única solución, los alumnos pueden concentrarse en obtener la solución correcta, en lugar de atender al proceso de aprendizaje y a la comprensión de los principios básicos subyacentes (Raine & Symons, 2005).

Por otra parte, los problemas de respuesta abierta estimulan el aprendizaje autodirigido.

5. Deben conducir a la identificación de objetivos de aprendizaje

Los problemas deben poner en juego los conceptos y principios básicos de la materia elegidos por el profesor como objetivos de aprendizaje (Dolmans et al., 1997; Des Marchais, 1999; Branda, 2009). Para ello, es útil que el enunciado contenga “pistas” que guíen a los estudiantes hacia los objetivos de aprendizaje establecidos.

Si los estudiantes no son capaces de decodificar lo que se espera de ellos, pueden quedar contenidos importantes sin cubrir (Mitchell & Smith, 2008). La elaboración de problemas que conduzcan a los objetivos de aprendizaje previstos requiere a menudo varias iteraciones para funcionar satisfactoriamente.

6. Deben activar el conocimiento previo

Los problemas deben ser planteados de forma que los estudiantes sean capaces de relacionarlos con el conocimiento anterior, en el que deben basarse, aunque incluyendo un número limitado de nuevos conceptos (Des Marchais, 1999; Woods, 2000).

Si los estudiantes no son capaces de activar el conocimiento previo intentarán resolver el problema partiendo de cero y, debido al exceso de incógnitas, tendrán dificultades para identificar correctamente los objetivos de aprendizaje.

7. Deben provocar en el estudiante un conflicto cognitivo

Los problemas “deben generar un desequilibrio o conflicto cognitivo, una contradicción entre el querer hacer, el saber y el no poder, debe constituir un reto a conocimientos y habilidades” (Bretel, 2005). Deben suponer un “enigma” para el estudiante, y provocar en él la angustia y confusión de “no saber”, la necesidad de explicar una experiencia o situación que no cuadra con sus conocimientos actuales (Savery & Duffy, 1995).

3.6 La sesión tutorial

El proceso de aprendizaje en ABP tiene dos fases:

- Una fase de trabajo en equipo sobre el problema, que se conoce como sesión tutorial.
- Una fase de estudio individual.

Las sesiones tutoriales suelen durar una o dos horas, y suele haber una o dos sesiones a la semana. Aunque el proceso de trabajo en la sesión tutorial es algo que el grupo debe adaptar a su forma de funcionamiento, una posible organización en fases de una sesión tutorial puede ser (Barrows, 1988; Savery & Duffy, 1995; Koshmann et al., 1997; Uden & Beaumont, 2006; Branda, 2009):

1. Leer y analizar el escenario o problema

Los alumnos tratan de comprender el enunciado y lo que se les demanda. Tras la lectura individual del enunciado, debe hacerse una fase de clarificación: qué términos o palabras no se comprenden, qué necesita ser aclarado, etc...

2. Razonar sobre el problema

En el proceso de razonamiento en grupo sobre el problema, los pasos a seguir son los siguientes:

- **Generar ideas**

Los estudiantes hacen conjeturas respecto al problema, identificando teorías o hipótesis para comprenderlo; o ideas de cómo resolverlo. Estas deben anotarse y serán aceptadas o rechazadas según se avance en la investigación.

- **Recopilar hechos (¿qué sabemos?)**

Una síntesis creciente de información relevante para el problema (en relación con las hipótesis generadas) realizada por el grupo mediante la activación del conocimiento previo y la indagación.

- **Detectar deficiencias (¿qué no sabemos?)**

Durante la exploración del problema, se descubren áreas en las que el conocimiento colectivo del grupo es deficiente. Una vez reconocidas las deficiencias, los miembros del grupo deben decidir si las señalan como objetivos de aprendizaje.

- **Identificar objetivos de aprendizaje (¿qué necesitamos aprender?)**

De entre las deficiencias encontradas en el conocimiento del grupo, se convierten en objetivos de aprendizaje tan solo aquellas que sean consideradas relevantes en la fase actual de resolución del problema. El grupo decide qué necesita aprender para mejorar su comprensión del problema.

3. Hacer un plan de trabajo

En primer lugar, el grupo identifica las tareas que deben realizarse (en relación con los objetivos de aprendizaje) y en qué orden. A continuación se reparte el trabajo que debe realizar cada miembro, y se identifican los recursos para el estudio individual.

4. Fase de aprendizaje autodirigido

Durante la semana los alumnos realizan las tareas que les han sido asignadas de forma individual.

5. Sintetizar y presentar nueva información

Esta fase forma parte de la siguiente sesión tutorial. De vuelta al grupo, cada estudiante debe informar de los conocimientos adquiridos en la fase individual. Dos cuestiones son fundamentales:

- La información debe presentarse resumida, extrayendo las cuestiones fundamentales que son aplicables al problema.
- Al presentar la información se debe hacer un análisis crítico de las fuentes, comprobando si son fiables, si la información está contrastada, etc...

6. Vuelta al problema.

El grupo vuelve a enfrentarse al problema aplicando el nuevo conocimiento. Si es necesario, se deben identificar nuevos objetivos de aprendizaje de cara a una próxima sesión.

7. Reflexión final

Tras terminar el problema, se hace una reflexión que incluya:

- La recapitulación del conocimiento adquirido, incluyendo conceptos y principios básicos (usando definiciones, diagramas, mapas conceptuales...).
- El proceso de aprendizaje
- El funcionamiento del grupo.

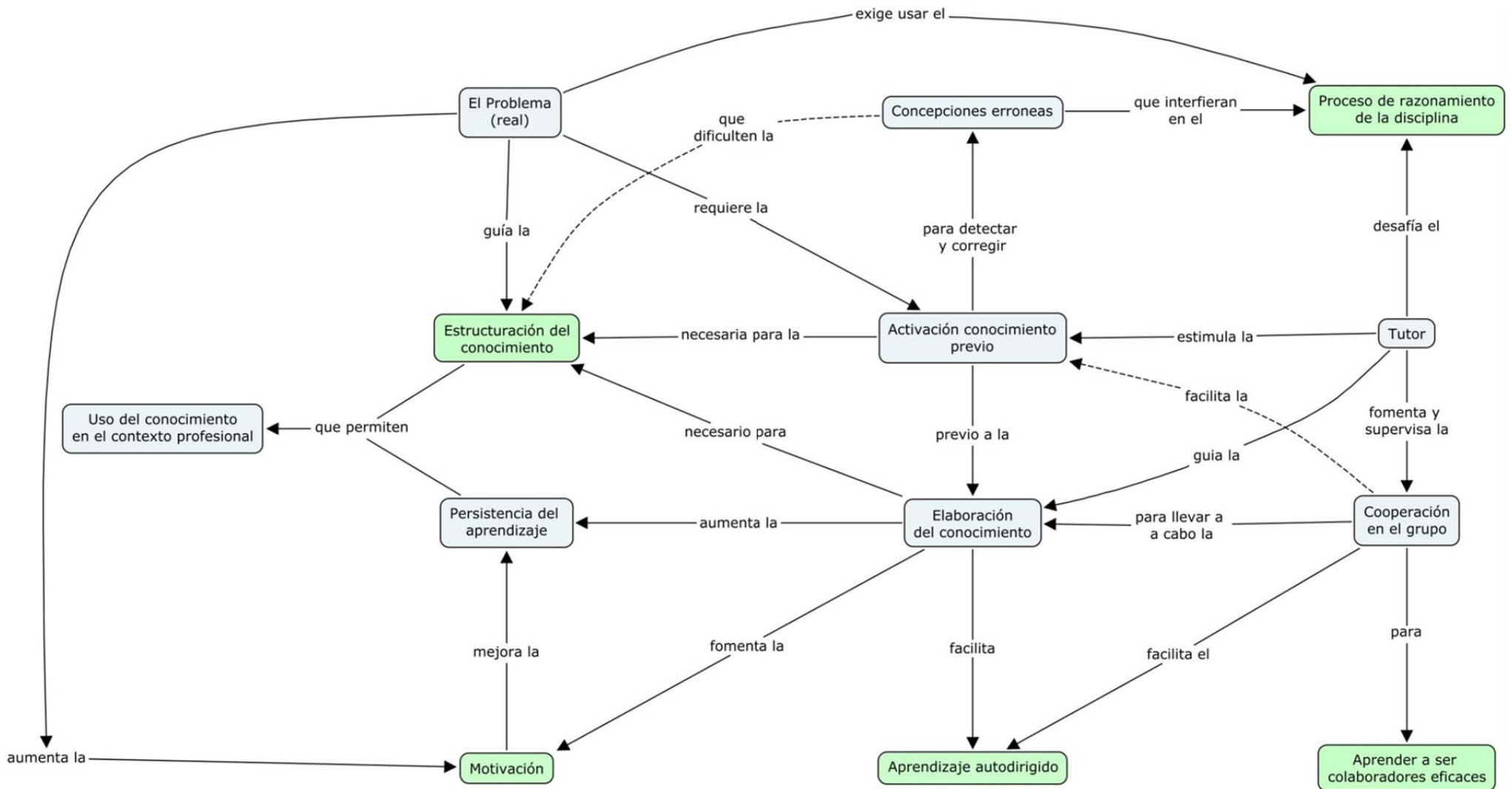


Figura 3.1. Mapa conceptual que ilustra el funcionamiento del proceso de aprendizaje en el ABP.

3.7 Aprendizaje basado en problemas o aprendizaje basado en proyectos

La discusión sobre las diferencias entre el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos es tema de debate en la literatura sobre ABP (Savin-Baden, 2007). En general, la mayor parte de los autores están de acuerdo en que ambos métodos tienen un enfoque muy similar, lo que en ocasiones lleva a confundirlos (Savin-Baden, 2007; Bedard et al., 2012). En los dos casos, los estudiantes trabajan en equipo en problemas (o proyectos) de respuesta abierta, que suponen un desafío similar al que se encontrarán en la práctica profesional. El problema (o proyecto) es el punto de partida del aprendizaje, centrado en los estudiantes, que deciden qué necesitan aprender, con el profesor actuando como facilitador en el proceso de aprendizaje. El proceso es tan importante como los resultados obtenidos, y por ello, los estudiantes evalúan periódicamente el proceso de aprendizaje y los conocimientos adquiridos (Uden & Beaumont, 2006; Prince & Felder, 2006; Savin-Baden, 2007; Kolmos et al., 2009).

Los puntos en común que existen entre los dos métodos han llevado a algunos autores a considerarlos como sinónimos (Savin-Baden, 2007), o a considerar al aprendizaje basado en proyectos como una variante del ABP en la que, simplemente, el problema que sirve de punto de partida para el aprendizaje, es un proyecto (Kolmos et al., 2009). Este es el caso, por ejemplo, en Ingeniería, donde los problemas a los que deben enfrentarse los profesionales tienen la forma, por lo general, de proyectos (De Graaff & Kolmos, 2007).

La gran variedad de formas en que ambos métodos se concretan en la práctica, según el contexto, hace aún más complicado establecer una distinción clara (Bedard et al., 2012). Incluso, en ocasiones, sucede que “lo que una institución pone en práctica como aprendizaje basado en problemas es casi idéntico a lo que otra llama aprendizaje basado en proyectos” (Kolmos, 1996).

Sin embargo, muchos autores consideran importante insistir en las diferencias que separan ambos enfoques, poniendo el énfasis en que, aunque tengan características comunes, son métodos distintos. Basándose en la forma en que se implementan tradicionalmente, las principales diferencias entre el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos (ABPry) son (Kolmos, 1996; Perrenet et al.,

2000; Mills & Treagust, 2003; Uden & Beaumont, 2006; Prince & Felder, 2006; Savin-Baden, 2007; Fernandes et al., 2009; Bedard et al., 2012):

- El ABPry usa un modelo productivo, con énfasis en el producto final (informe, proyecto...), que suele tener unas características bien definidas. El ABP usa un modelo de indagación, con énfasis en la comprensión de conceptos. El resultado final no importa tanto, e incluso a veces es totalmente desconocido a priori.
- Los proyectos tienen una escala mayor que los problemas. Un problema puede durar de una a cinco semanas, mientras que un proyecto puede abarcar un cuatrimestre completo.
- Debido a su escala, los proyectos exigen más en cuanto al funcionamiento del equipo, especialmente en lo referente a la planificación y reparto del trabajo, así como en la gestión de posibles conflictos.
- Por este motivo, el número de componentes suele ser menor en el ABPry (3-4 miembros) que en el ABP (6-8 miembros), aunque este número puede variar, dependiendo de la disciplina (Cawley, 1997).
- En el ABPry, el énfasis se pone en la aplicación e integración del conocimiento, mientras que en el ABP, se pone en la adquisición del conocimiento.
- En el ABPry, los estudiantes trabajan con una mayor autonomía. El tutor no está tan presente, y asume el rol de consultor/supervisor, más que el de facilitador.

Aunque las diferencias mencionadas son ciertas en muchos casos, algunas de ellas se refieren más a prácticas concretas que a principios básicos relacionados con uno u otro método. Por ejemplo, en la Universidad de Aalborg los proyectos se emplean para adquirir conocimientos, y no solo para aplicarlos (Kolmos, 1996; Prince & Felder, 2006). En la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Newcastle (Australia) que ha implementado un plan de estudios basado en ABP, problemas y proyectos son sinónimos, y los “problemas” son proyectos de Arquitectura (De Graaff & Cowdroy, 1997; Bridges, 2006).

Kolmos, De Graaff y Du (2009) proponen unir ambos enfoques, estableciendo una definición más amplia del ABP basada en principios de aprendizaje, en lugar de en prácticas concretas. De esta forma, lo que puede o no puede considerarse como ABP

vendría marcado por la adhesión a esos principios básicos, y no por el hecho de trabajar con problemas o proyectos. Según este razonamiento, el trabajo por proyectos se puede considerar como una adaptación lógica del modelo inicial de ABP (creado para aprender medicina) a disciplinas como la Ingeniería, donde precisamente el tipo de problema a los que se deberán enfrentar los estudiantes en la práctica profesional es un proyecto (Mills & Treagust, 2003).

Pero, ¿comparten el ABP y el ABPry los mismos principios básicos? De entre los principios del ABP, enunciados en el apartado 3.3, algunos de ellos podrían no cumplirse en un enfoque por proyectos:

- *El problema es el punto de partida, y dirige todo el proceso de aprendizaje*

Si el proyecto no sirve para adquirir el conocimiento sino solo para aplicarlo, y este se adquiere por otros medios (por ejemplo, en clases expositivas), se estaría incumpliendo el principio más importante del ABP.

- *Los estudiantes dirigen su propio aprendizaje*

La ejecución del proyecto puede implicar la realización de una serie de tareas predeterminadas, y como consecuencia, los estudiantes tendrían menos libertad real para dirigir el proceso.

- *El ABP se centra en el proceso de aprendizaje y no solo en los resultados*

El hecho de que el trabajo por proyectos requiera un resultado concreto, podría implicar que no se preste atención al proceso.

- *El aprendizaje tiene lugar bajo la guía de un tutor/facilitador*

En el ABPry, el tutor podría estar más ausente del proceso de aprendizaje, con lo cual no desempeñaría las labores fundamentales de apoyo para el aprendizaje autodirigido.

Sin embargo, se podría afirmar que todas estas condiciones pueden compatibilizarse con el trabajo por proyectos. Perrenet et al. (2000), por ejemplo, argumentan que, en un proyecto, el aprendizaje es más autodirigido que en un problema, ya que el problema guía más el proceso de aprendizaje. En el caso de Aalborg, su modelo de aprendizaje (llamado “problem-based project work”) pone el énfasis “tanto en el proceso como en el producto”

(Kolmos, 1996) y utiliza el proyecto como punto de partida para adquirir el conocimiento (Kolmos et al., 2009).

3.8 Eficacia del ABP

Gran parte de la investigación sobre ABP en la década de los 80 y principios de los 90 se centró en evaluar los efectos de la nueva metodología (Du et al., 2009). En esta línea se encuadran una serie de estudios que intentaban demostrar la eficacia del ABP en comparación con la enseñanza tradicional. Sin embargo, los resultados que obtuvieron no fueron concluyentes (Albanese & Mitchell, 1993; Vernon & Blake, 1993).

Ante la falta de evidencias, surgieron voces críticas con respecto a la efectividad del ABP y la solidez de sus bases teóricas (Colliver, 2000; Kirschner et al., 2006). En réplica, Norman y Schmidt (2000) por un lado, y Hmelo-Silver, Duncan y Ching (2007) por otro, salieron en defensa de los principios teóricos en los que se apoya el ABP, poniendo a su vez en duda la utilidad de los estudios a gran escala que pretendían evaluar su eficacia.

Hay tres razones fundamentales que dificultan la comparación entre el ABP y la enseñanza tradicional:

- Imposibilidad de aislar variables: los estudios que consideran el ABP como una sola variable incurrir en una simplificación que es poco rigurosa, ignorando la influencia de factores importantes, relacionados con la forma concreta en que se implementa el ABP en cada caso (Norman & Schmidt, 2000; Dolmans et al., 2005).
- Instrumentos y criterios de medida poco adecuados: los resultados con los que se valora la efectividad del ABP son, en general, poco adecuados (por ejemplo: tests de respuesta múltiple), difíciles de medir (como las habilidades de razonamiento, o resolución de problemas) o se miden en un lapso de tiempo demasiado alejado de la intervención (por ejemplo: exámenes de acceso) como para asegurar que no entran en juego variables desconocidas (Norman & Schmidt, 2000; Newman, 2003).
- Imposibilidad de comparar metodologías con objetivos distintos: en la lógica de un enfoque por competencias, que es precisamente lo que motiva el cambio a metodologías activas de aprendizaje (como el ABP), no tiene sentido establecer

comparaciones con una enseñanza basada en contenidos (con clases magistrales y exámenes), ya que los objetivos (lo que se aprende) en ambos casos son diferentes.

En la actualidad el debate no está centrado en si el ABP es más eficaz que la metodología tradicional (Van Barneveld & Strobel, 2009). Más bien, el interés de la investigación se ha desplazado a lograr una mejor comprensión del ABP en toda su complejidad para identificar mecanismos que permitan mejorar su eficacia (Dolmans et al., 2005). Ya no se trata de dilucidar si el ABP funciona o no, sino más bien de averiguar *cómo* funciona. En esta línea se plantean las preguntas de investigación (Svinicki, 2007; Van Barneveld & Strobel, 2009):

- ¿Qué factores influyen en el proceso de aprendizaje en ABP, y de qué forma puede mejorarse? ¿En qué circunstancias funciona mejor el ABP?
- ¿Qué dificultades encuentran los estudiantes cuando hacen ABP? ¿Qué mecanismos podrían ayudar a superar esas dificultades?

El objetivo de la investigación futura debe ser, por tanto, mejorar la eficacia del ABP actuando sobre los mecanismos que se ponen en marcha durante el proceso de aprendizaje.

En el ámbito de los estudios comparativos, recientemente se han realizado evaluaciones más precisas que comparan el ABP y la metodología tradicional, distinguiendo el tipo de resultados que se miden (conocimiento a corto/largo plazo, habilidades, satisfacción) o el tipo de conocimiento evaluado (conceptos, principios, procedimientos) (Van Barneveld & Strobel, 2009; Gijbels et al., 2005). Los resultados se muestran más favorables al ABP, excepto en la retención de conocimientos a corto plazo.

3.9 Dificultades que pueden surgir en ABP

La controversia generada en torno a la efectividad del ABP revela que esta es una metodología compleja, cuya puesta en práctica requiere un cambio profundo en los planteamientos docentes, lo cual no siempre es fácil. En la literatura se han documentado una serie de dificultades que pueden aparecer al implementar el ABP, que se presentan aquí, a modo de síntesis, clasificadas en 6 categorías: metodología docente (profesores),

metodología docente (alumnos), trabajo en equipo, evaluación, contenidos y, por último, medios y recursos.

METODOLOGÍA DOCENTE: PROFESORES

1. Comprensión limitada de la metodología

La falta de comprensión del verdadero alcance de la metodología ABP por parte de los encargados de implementarla puede incidir negativamente en el proceso de aprendizaje (Savin-Baden, 2000; Van Barneveld & Strobel, 2009). Por ejemplo, el ABP se puede confundir con el aprendizaje por resolución de problemas, habitual en la enseñanza tradicional en algunas disciplinas (como la ingeniería).

Por ejemplo, en el caso de la implementación de ABP en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Delft, una mala comprensión de los principios básicos de la metodología por parte de los profesores propició, en la práctica, la vuelta a los planteamientos tradicionales (Abdullah, 2006). Es por ello de vital importancia la formación previa de los profesores en la metodología ABP.

2. Dificultades para el cambio de rol del profesor

A los profesores les resulta difícil pasar de ser instructor a facilitador (Felder, 1995; De Graaff & Cowdroy, 1997; Alcober et al., 2003; Raine & Symons, 2005), porque implica romper con la rutina habitual, en un entorno de aprendizaje mucho menos controlable, donde los estudiantes aprenden por sí mismos y el tutor debe abstenerse de proporcionar información (Mitchell & Smith, 2008; Van Barneveld & Strobel, 2009).

3. No se ejercen las funciones del tutor

El tutor es un elemento fundamental dentro del proceso de aprendizaje de ABP. Si no se ejercen sus funciones, el aprendizaje puede no producirse de forma adecuada. Es el caso de:

- Tutores pasivos (Dolmans et al., 2005).
- Tutores demasiado directivos (Barrows, 1986; Dolmans et al., 2005).
- En los grupos en los que el tutor no esté presente todo el tiempo (tutor flotante), hay que prever mecanismos que aseguren el desempeño de sus funciones (Hmelo-Silver,

2004). Hay evidencias de que, en ausencia del tutor, los grupos no progresan bien en la sesión tutorial, o la reflexión no se produce (Hmelo-Silver, 2004; Raine & Symons, 2005)

METODOLOGÍA DOCENTE: ALUMNOS

4. Dificultades para el cambio de rol en el alumno

La ruptura que supone el ABP con respecto a la forma de aprender a la que los estudiantes están acostumbrados, les puede incomodar, al menos inicialmente (Van Barneveld & Strobel, 2009). En muchos casos, les cuesta comprender en profundidad la filosofía del ABP, y tenderán, por inercia, a adoptar los esquemas de la enseñanza tradicional (Woods, 1994; De Graaff & Cowdroy, 1997; Mitchell & Smith, 2008).

5. Dificultades en el aprendizaje autodirigido

El proceso de aprendizaje autodirigido requiere un cambio de mentalidad en los estudiantes que no siempre es fácil. Les exige una mayor implicación, y adoptar una posición más activa (Mitchell et al., 2005). Algunos estudiantes no están preparados para asumir esa responsabilidad (Woods, 1994), o no confían en el conocimiento generado por ellos mismos (Savin-Baden, 2000). Todo ello les puede generar sentimientos de frustración o irritación. Es habitual, por ejemplo, que algunos alumnos se quejen de que el profesor “no enseña” (Felder, 1995).

6. No activación del conocimiento previo

Los estudiantes tienen dificultades para conectar las ideas nuevas con las anteriores (Dolmans et al., 2005). Como consecuencia de ello, se enfrentan al problema como si no supieran nada, tratando de ‘adivinar’ la solución (Raine & Symons, 2005; Mitchell & Smith, 2008)

7. Problemas para identificar los objetivos de aprendizaje

Aunque, en teoría, el problema debe conducir a los estudiantes a los objetivos de aprendizaje previstos, puede suceder que estos “no sean capaces de descifrar lo que se espera de ellos” (Mitchell & Smith, 2008). Esto ocurre especialmente:

- En problemas no dirigidos (Van Kampen et al, 2004).

- Si el tutor no está presente todo el tiempo en la sesión tutorial (tutor flotante) (Hmelo-Silver, 2004).

En la práctica, pueden hacer falta varias iteraciones para que los responsables de la asignatura den con los problemas que produzcan los objetivos de aprendizaje previstos (Mitchell & Smith, 2008).

TRABAJO EN EQUIPO

8. Grupos que no interaccionan

El mal funcionamiento de los grupos puede influir negativamente en el proceso de aprendizaje durante la sesión tutorial. Es el caso de grupos pasivos, en los que no hay interacción, no se produce discusión, ni elaboración del conocimiento (De Grave et al., 2002; Dolmans et al., 2005)

A veces, si el tutor no está presente, el proceso de razonamiento se produce, pero no es capturado por el grupo (Mitchell & Smith, 2008).

9. Carencias en habilidades de trabajo en equipo y resolución de problemas

Estas habilidades no se desarrollan espontáneamente por el mero hecho de participar en un entorno ABP, sino que requieren formación específica (Van Barneveld & Strobel, 2009). Los estudiantes deben tener, en primer lugar, un modelo de comportamiento en que basarse. En segundo lugar, deben tener la oportunidad de practicar y por último, deben recibir retroalimentación que les permita detectar los fallos y mejorar (Woods, 1994; Woods, 2000).

10. Falta de implicación de algunos miembros del grupo

Algunos estudiantes no llegan preparados a las reuniones del grupo. La falta de implicación de algunos miembros hace que disminuya la motivación en los que están más implicados (Felder, 1995; De Grave et al., 2002; Dolmans et al., 2005; Fernandes et al., 2009)

EVALUACIÓN

11. Falta de alineación entre las actividades de enseñanza-aprendizaje y la evaluación

La aplicación de métodos tradicionales de evaluación ejerce una influencia negativa sobre el proceso de aprendizaje en el ABP (Barrows, 1986; Savery, 2006; Biggs & Tang, 2007). Los estudiantes no se implican de la misma forma en el proceso de ABP si, al final, serán evaluados mediante un examen (De Grave et al., 2002; Raine & Symons, 2005).

12. Dificultades para evaluar el proceso

La evaluación del proceso es de gran importancia para asegurar la coherencia entre los objetivos, el proceso de aprendizaje y las tareas de evaluación en ABP (Barrows, 1986; Biggs, 2007). Sin embargo, llevarla a la práctica plantea muchas dificultades:

- Significa un cambio profundo respecto a los métodos a los que están habituados los profesores y alumnos (Mitchell & Smith, 2008).
- Resulta difícil definir evidencias que permitan evaluar el proceso de aprendizaje (Woods, 2000).
- A los estudiantes les falta experiencia para evaluar las contribuciones de sus compañeros al trabajo del grupo. Los tutores sin experiencia, o los que trabajan con el modelo de “tutor flotante” también experimentan dificultades a la hora de evaluar el proceso (Raine & Symons, 2005).

13. Dificultades para individualizar la evaluación

En una metodología basada casi íntegramente en el trabajo en equipo, es difícil medir el aprendizaje individual de cada uno de los componentes del grupo (Ribeiro, 2008). Algunos profesores que hacen ABP hacen referencia a que las calificaciones son demasiado uniformes entre los miembros de un mismo grupo (Cawley, 1997).

CONTENIDOS

14. No se cubren todos los contenidos del temario

Según algunos autores, en el ABP, a diferencia de la metodología tradicional², no es tan sencillo controlar lo que aprenden los estudiantes, y puede ocurrir que no se cubran todos los contenidos del temario (Albanese & Mitchell, 1993; Alcober et al., 2003; Mitchell & Smith, 2008; Van Barneveld & Strobel, 2009), o que los contenidos teóricos se adquieran solo de forma superficial (Ribeiro, 2008).

MEDIOS Y RECURSOS

15. Disponer del espacio adecuado

La implementación del ABP requiere espacios apropiados, flexibles, que permitan el trabajo en pequeños grupos, lo cual no siempre es posible (Mpofu et al., 1998; Uden & Beaumont, 2006; Mitchell & Smith, 2008).

16. Aumento de trabajo para los profesores

La puesta en marcha de un programa con la metodología ABP supone un aumento de la carga de trabajo de los profesores, especialmente en las primeras fases (Uden & Beaumont, 2006; Van Barneveld & Strobel, 2009; Pérez Urrestarazu et al., 2011). Para grupos grandes, el incremento de dedicación puede llegar a ser inasumible (Albanese & Mitchell, 1993).

17. Aumento del tiempo dedicado por los estudiantes

A menudo, los estudiantes que hacen ABP se quejan del aumento de dedicación que supone esta metodología con respecto a un enfoque tradicional (Uden & Beaumont, 2006, Ribeiro, 2008; Fernandes et al., 2009; Pérez Urrestarazu et al., 2011). El ABP impone una mayor presión en los estudiantes durante todo el curso, obligándoles a estudiar semanalmente, y a asistir a todas las sesiones.

² Con la metodología tradicional, basada en clases expositivas, se produce una falsa ilusión de que los estudiantes aprenden todos los contenidos que se exponen en clase pero, en realidad, lo único que podemos garantizar a ciencia cierta es que supieron responder a las preguntas del examen.

3.10 Factores que impulsan el cambio a ABP

A pesar de las dificultades que pueden surgir en el proceso de cambio a ABP, existe un interés creciente por la metodología, que está siendo adoptada, en los últimos años, en una proporción cada vez mayor de instituciones educativas. En algunos casos, en asignaturas aisladas. En otros en todo el plan de estudios, o en una parte sustancial del mismo.

Es evidente que en muchos de estos casos existen razones de descontento con el estado actual de la enseñanza, razones que impulsan a los responsables de la docencia en los centros y asignaturas a cambiar el modelo docente.

En la tabla 3.2 se resumen las deficiencias más importantes asociadas al modelo de enseñanza tradicional, que según distintos autores, han justificado el cambio a la metodología ABP en diferentes centros educativos. Para explicar de qué forma puede el ABP dar respuesta a cada uno de esas deficiencias, se han seleccionado los objetivos del ABP que son relevantes en cada caso.

Razones que impulsan el cambio a ABP	Referencias	Objetivos
Los estudiantes muestran un aprendizaje superficial y poco persistente	Savin Baden, 2000; Raine & Symons, 2005; Delgado, 2005	ECP
Falta de conexión entre los contenidos del curso y la práctica profesional	Delgado, 2005; Guzelis, 2006; Fernandes et al., 2009; Van Barneveld & Strobel, 2009	ECP, PRD
Los estudiantes no son capaces de aplicar los conocimientos adquiridos a la práctica	Mills & Treagust, 2003; Kuntalp et al., 2004; Savin-Baden, 2008; Van Barneveld & Strobel, 2009; Yadav et al., 2011	ECP, PRD
Se requiere que los graduados tengan formación en competencias transversales	Mills & Treagust, 2003; Guzelis, 2006; Amaral et al., 2007; Savin-Baden, 2008; Ribeiro, 2008; Fernandes et al., 2009; Van Barneveld & Strobel, 2009; Yadav et al., 2011	PRD, AAD COL
Necesidad de actualización permanente del conocimiento (aprender a aprender)	Mills & Treagust, 2003; Ribeiro, 2008	AAD
Estimular la motivación de los estudiantes	Kolmos & De Graaff, 2007; Van Barneveld & Strobel, 2009; Fernandes et al, 2009; Pérez Urrestarazu et a., 2011	MOT
Falta de integración entre las distintas materias	De Graaf & Cowdroy, 1997; Mills & Treagust, 2003; Kuntalp et al., 2004; Delgado, 2005; Bridges, 2006	ECP
Altas tasas de abandono	Kolmos & De Graaff, 2007; Amaral et al., 2007; Van Barneveld & Strobel, 2009	MOT
Mejorar el rendimiento académico	Alcober et al., 2003; Fernandes et al., 2009; García & Pérez, 2009; Urrestarazu et al., 2011	MOT
Descenso de matrículas	Fernandes et al., 2009; Van Barneveld & Strobel, 2009; Yadav et al., 2011	MOT
Acentuar el perfil de la institución educativa	Ureña et al., 2003; Kolmos & De Graaf, 2007	

Tabla 3.2. Razones para cambiar a ABP.

3.11 El ABP en disciplinas técnicas

El ABP es un método de aprendizaje “hecho a medida para la enseñanza de medicina” (Barrows & Tamblyn, 1980). Su importación a otras disciplinas no puede realizarse de forma automática, sin tener en cuenta cuáles son las características propias del contexto en el que se desea implementar (Hmelo-Silver, 2004). De hecho, el éxito y la difusión que este método ha tenido en el campo de las ciencias de la salud, contrasta con las dificultades que su implantación está teniendo en otras disciplinas, donde algunos de los principios básicos del ABP parecen entrar en colisión con las características propias de esas áreas de conocimiento (Mauffette et al., 2004).

Es el ámbito de las disciplinas técnicas, que incluye a todas aquellas áreas de conocimiento con una base importante de Física y Matemáticas, un aspecto relevante en la implantación del ABP es la naturaleza de la estructura del conocimiento.

3.12 El conocimiento en disciplinas técnicas

3.12.1 La estructura del conocimiento en disciplinas técnicas

La estructura del conocimiento en las disciplinas técnicas, con una base importante de Matemáticas y Física, es compleja y dinámica (Sugrue, 1993; Perrenet et al, 2000). Según el modelo propuesto por Sugrue (1993), el conocimiento en estas disciplinas está formada por:

1. Conceptos.
2. Principios, que relacionan los conceptos entre sí.
3. Relaciones que unen los conceptos y principios con los procedimientos y condiciones de aplicación (que permiten resolver problemas).

Los *conceptos* son categorías de objetos, símbolos o ideas. En las disciplinas técnicas, se da la circunstancia de que muchos de esos conceptos son conceptos abstractos, que no existen tal cual en la realidad (por ejemplo, el concepto de esfuerzos internos, en Estructuras), lo cual dificulta aún más su comprensión.

Los *principios* son “reglas, leyes, fórmulas o condiciones que caracterizan la relación entre dos o más conceptos” (Sugrue, 1993).

Los *procedimientos* son una serie de pasos u operaciones ordenadas que deben llevarse a cabo para resolver un problema, u obtener un resultado.

Las *condiciones de aplicación* son aspectos del contexto que permiten determinar cuándo puede aplicarse un principio, o es apropiado utilizar un procedimiento, o son relevantes determinados conceptos.

Por ejemplo, en Estructuras, el conocimiento necesario para resolver el problema más simple de la disciplina (calcular las reacciones en una barra) incluye varios principios, que relacionan los conceptos implicados, así como una serie de condiciones que limitan su aplicación:

Problema: calcular las reacciones en una barra.

Conceptos: acciones, reacciones, coacciones, enlaces, barra.

Principios:

- *Las ecuaciones de equilibrio en la Estructura, que relacionan las fuerzas externas y las reacciones (que derivan de la 2ª Ley de Newton).*
- *Las reglas que determinan qué reacciones tiene cada tipo de enlace, en función de los movimientos coaccionados por este.*
- *El principio de descomposición de fuerzas*

Procedimiento: el método para calcular las reacciones, que consiste en:

1. *Dibujar el diagrama de cuerpo libre de la Estructura*
2. *Dibujar las acciones que actúan sobre la estructura*
3. *Dibujar las reacciones, dependiendo del tipo de enlace*
4. *Descomponer las acciones y reacciones en sus componentes*
5. *Escribir las ecuaciones de equilibrio*
6. *Resolver las ecuaciones, tomando las reacciones como incógnitas*
7. *Obtener el valor de las reacciones*

Condiciones de aplicación:

- *El procedimiento de cálculo de las reacciones mediante las ecuaciones de equilibrio solo es válido si la Estructura es isostática. Si es hiperestática, habrá que aplicar un procedimiento mucho más complejo (método de la flexibilidad), que pone en juego aún más conceptos.*
- *Si el signo de las reacciones es positivo, su sentido es igual al supuesto. Si es negativo, su sentido es contrario al supuesto.*
- *El procedimiento se aplica a un modelo idealizado de la Estructura, que implica una serie de simplificaciones con respecto a la estructura real. Estas hipótesis simplificativas deben ser tenidas en cuenta a la hora de determinar la validez de los resultados:*
 - *La hipótesis de resistencia y rigidez infinita del terreno.*
 - *La idealización de las condiciones en los enlaces.*
 - *La simplificación de las acciones.*
 - *La hipótesis de pequeñas deformaciones, que permite aplicar el equilibrio en la posición indeformada.*
 - *La consideración de la barra como un elemento lineal.*
- *Si la acción es una carga uniforme, habría que sustituir la carga por su resultante (concepto) aplicando el principio de equivalencia estática (principio), y teniendo en cuenta que este último principio solo es válido para el cálculo de reacciones, y no lo es para el cálculo de esfuerzos.*

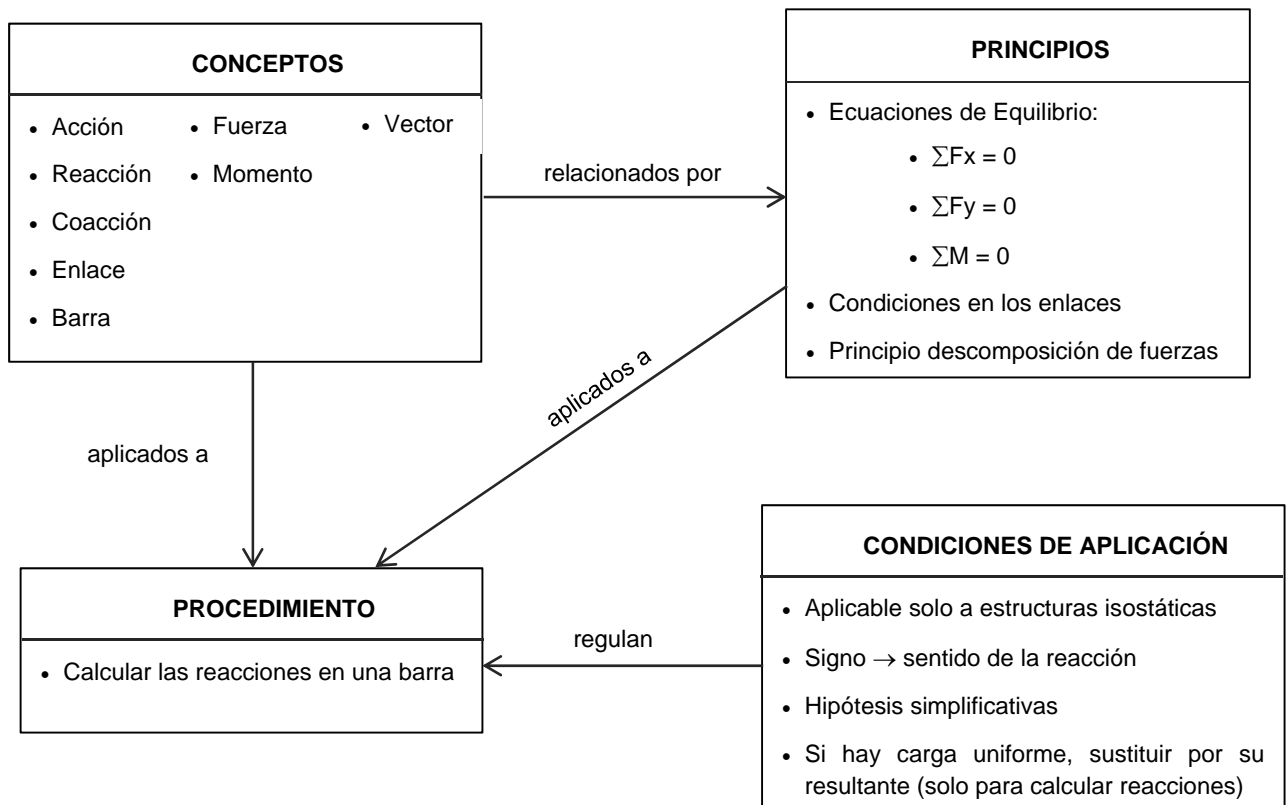


Figura 3.2. Conceptos, principios y condiciones de aplicación implicados en el procedimiento “calcular las reacciones en una barra isostática”.

Por otra parte, el conocimiento en disciplinas técnicas tiene una estructura jerárquica (Banerjee, 1994; Perrenet et al., 2000; Mitchell & Smith, 2008), donde unos conceptos se apoyan en otros, de forma que la no asimilación de algún concepto dificulta enormemente la comprensión de conceptos posteriores (conceptos “umbral”).

Por ejemplo, en el caso anterior, el concepto de *reacción* está basado en los de *fuerza* y *momento*, que son conceptos abstractos. La *fuerza* es un *vector*. El concepto *momento* deriva del de *fuerza*, pero con una dimensión angular, que resulta muy poco intuitiva a los estudiantes. La comprensión deficiente de estos conceptos previos es una fuente habitual de errores conceptuales en los problemas de cálculo de reacciones (figura 3.3).

Ignorar las condiciones de aplicación es también el origen de muchos errores conceptuales cometidos habitualmente por los alumnos. Por ejemplo:

- Sustituir la carga por su resultante para calcular los esfuerzos (ignorar condición 4).
- Calcular las reacciones en una estructura hiperestática con las ecuaciones de equilibrio (ignorar condición 1).

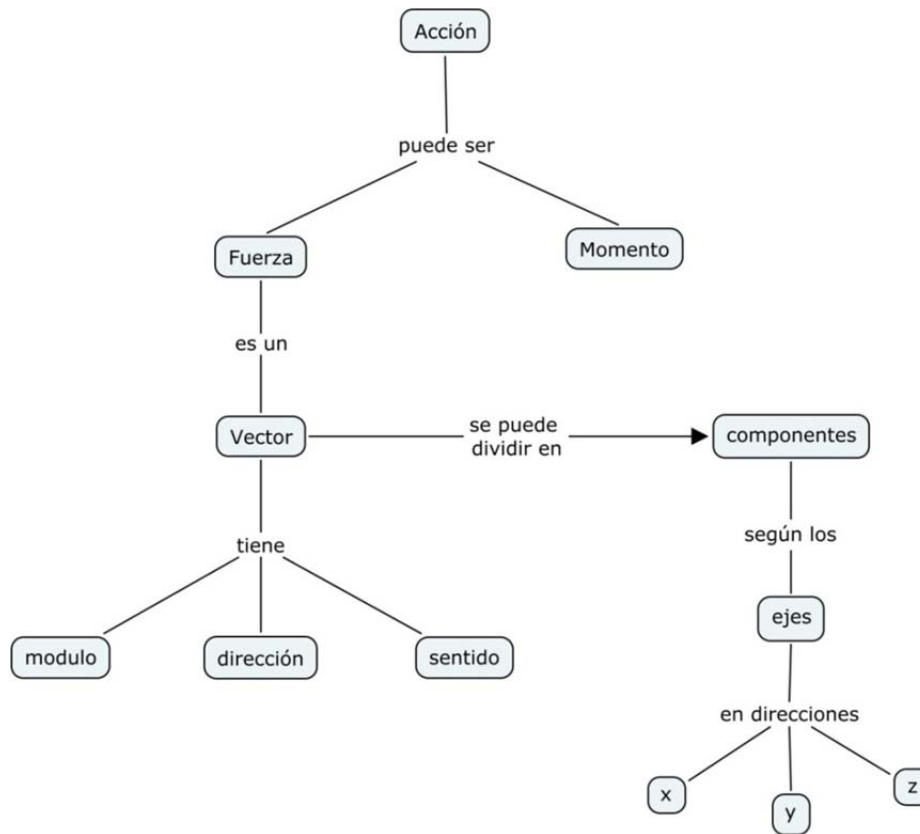


Figura 3.3. Mapa conceptual parcial que ilustra las relaciones del concepto “acción” con otros conceptos previos.

3.12.2 Conceptos “umbral” (threshold concepts)

La idea de conceptos umbral fue sugerida por primera vez por Eric Meyer y Ray Land en el transcurso de una investigación orientada a mejorar la calidad del aprendizaje en el campo de económicas. Meyer y Land (2003) identificaron una serie de conceptos que tienen una importancia central en el dominio de una disciplina. Son conceptos cuya comprensión abre la puerta a nuevas áreas dentro del conocimiento, a las que antes no se tenía acceso. Los llamaron “conceptos umbral” (threshold concepts), y para reconocerlos, Meyer y Land señalaron cuatro características principales, aplicables a cualquier área de conocimiento (Meyer & Land, 2003, Cousin, 2006):

- *Transformativos*: la comprensión de un concepto “umbral” implica un cambio conceptual en el estudiante, que hace que su perspectiva de la materia se transforme de forma sustancial.

- *Irreversibles*: el aprendizaje de un concepto “umbral” transforma para siempre la perspectiva que los estudiantes tienen sobre la materia, y ya no es posible volver atrás. Esa es la razón por la que, a menudo, resulta tan difícil para los profesores adoptar el punto de vista de los alumnos y entender las dificultades con las que estos se encuentran al aprender (porque ello implicaría “mirar” a través de todos los “umbrales” que los docentes ya han cruzado).
- *Integradores*: la comprensión de conceptos umbral permite sacar a la luz relaciones entre ideas, conceptos y fenómenos que antes estaban ocultas, dando lugar a una percepción más completa e integrada de la materia.
- *Problemáticos*: los conceptos “umbral” causan dificultades de aprendizaje. A menudo son anti-intuitivos, incoherentes o ajenos al sentido común. Su comprensión frecuentemente contradice la percepción que tenían los estudiantes, y les obliga a renunciar a sus concepciones previas. El aprendizaje de conceptos “umbral” desafía emocionalmente a los alumnos, por la sensación de inseguridad que les produce el retroceso temporal en su comprensión.

En Estructuras, por ejemplo, el concepto de esfuerzos internos, en el que se basa el mecanismo de transmisión de fuerzas en la estructura, es un concepto “umbral”, que entraña dificultades de aprendizaje (May et al., 2003). Se trata de un concepto abstracto, que implica la existencia de fuerzas invisibles en el interior de la estructura, y por ello a menudo es pasado por alto, en favor del concepto más “visible” de fuerzas externas.

3.13 Dificultades/oportunidades para implementar ABP en disciplinas técnicas

3.13.1 Dificultades

Además de las dificultades generales, descritas en el apartado 3.8, hay una serie de dificultades específicas asociadas al empleo de la metodología ABP en disciplinas técnicas. En parte, estas dificultades están relacionadas con la complejidad que presenta la estructura del conocimiento, aunque también intervienen en ellas otros factores, relacionados principalmente con la tradición pedagógica en este tipo de materias:

1. La naturaleza del conocimiento en disciplinas técnicas dificulta el aprendizaje autodirigido

En un entorno ABP, los estudiantes determinan el orden en que van aprendiendo los contenidos. En medicina, donde el conocimiento tiene una estructura más bien enciclopédica (Perrenet et al., 2000), esto no supone un problema, pues no es tan importante el orden en que se adquiere el conocimiento. Sin embargo, en las disciplinas técnicas, debido a la estructura jerárquica del conocimiento y al predominio de conceptos “umbral”, puede ocurrir que los estudiantes tengan dificultades en el aprendizaje de determinados conceptos si no han adquirido antes algunos fundamentos previos (Mitchell & Smith, 2008).

2. La adquisición del conocimiento en disciplinas técnicas requiere entrenamiento práctico

Tradicionalmente, el aprendizaje en disciplinas técnicas ha tenido una componente de entrenamiento práctico, para la que una metodología como el ABP, basada en la discusión en el seno de un grupo puede no resultar apropiada (Perrenet et al., 2000; Bridges, 2006).

3. La resolución de problemas requiere conocimientos teóricos previos

En Ingeniería, donde existe desde hace muchos años la tradición de aprender mediante resolución de problemas, está muy arraigada la idea de que se requieren unos sólidos conocimientos teóricos previos antes de enfrentarse a un problema (Savin-Baden, 2000).

4. Algunos conceptos requieren clases expositivas para ser comprendidos

Muchos autores consideran necesario mantener las clases expositivas para proporcionar a los estudiantes una base sólida de conocimientos que les resultaría difícil adquirir por su cuenta (Said et al., 2005; Guzelis, 2006) o para activar el conocimiento previo (Mitchell & Smith, 2008).

5. Los problemas reales de la disciplina son demasiado complejos

En muchas disciplinas técnicas es difícil adaptar los problemas reales que se plantean en el ámbito profesional para que puedan ser abordados por los estudiantes, debido al nivel técnico que estos requieren (Raine & Symons, 2005; Nasr & Ramadán, 2008).

6. Los estudiantes tienen la costumbre de aplicar fórmulas sin pensar

Al enfrentarse a un problema, los estudiantes tienen la tendencia de proceder buscando rápidamente una fórmula o ecuación donde sustituir los datos mecánicamente, para obtener un resultado (Van Kampen et al, 2004; Nasr & Ramadan, 2008), sin:

- Comprender la Física que está detrás de la ecuación.
- Considerar las hipótesis que justifican su uso.
- Comprender sus limitaciones (en qué casos puede y no puede usarse).

7. Existe una arraigada tradición de evaluación por exámenes

Como consecuencia de ello, son habituales los casos en los que se produce desalineación entre las actividades de enseñanza-aprendizaje y las de evaluación. A veces, los exámenes deben mantenerse tan solo para justificar ante otros colegas la viabilidad del ABP (Van Kampen et al., 2004).

8. Los estudiantes tienen la tendencia de omitir la teoría

“A los estudiantes, nada les gusta más que ‘saltarse’ la teoría” (Nasr et al., 2004). Los contenidos teóricos, que en un entorno de aprendizaje tradicional son expuestos por el profesor en clase, corren el peligro de ser obviados en un entorno ABP (Ostwald & Chen, 1994).

9. La complejidad de la materia dificulta el enfoque multidisciplinar

La complejidad inherente a la materia en disciplinas técnicas aconseja limitar el número de conceptos nuevos que se introducen en cada problema. Por esa razón, el uso de problemas con un enfoque multidisciplinar presenta muchas dificultades (Bowe et al., 2005).

3.13.2 Oportunidades

En líneas generales, del apartado anterior podría concluirse que los principales obstáculos para la implementación del ABP en disciplinas técnicas son la complejidad del conocimiento (que tiene una estructura jerárquica, con muchos conceptos “umbral”) y la tradición docente existente en estas disciplinas, muy basada en clases expositivas y exámenes.

Para salvar estas dificultades, los mecanismos empleados han sido, en algunos casos, buscar apoyo en clases expositivas –que “garanticen” el aprendizaje de los conceptos básicos– (Banerjee, 1994; Said et al., 2005; Delgado, 2005; Guzelis, 2006; Mitchell & Smith, 2008; Pérez Urrestarazu et al., 2011), y en otros poner en práctica una versión del ABP más guiada (Perrenet et al., 2000; Nasr et al., 2004; Van Kampen et al., 2004; Raine & Symons, 2005).

Sin embargo, la idea de que las clases expositivas son el único medio para establecer una base sólida de conocimientos se contradice con los resultados de muchas investigaciones sobre aprendizaje (Entwistle et al., 2005; Raine & Symons, 2005; Johnson et al., 2006). El recurso a la exposición del profesor reduce la posibilidad de que los estudiantes estructuren ellos mismos el conocimiento en torno a un problema real (Barrows, 1986), lo cual afecta a la consecución de dos de los objetivos principales del ABP [ECP, AAD].

Por ello, aunque a primera vista puede parecer más eficaz presentar el conocimiento a los estudiantes en una clase magistral que dejar que lo construyan ellos mismos a partir de las necesidades que surgen en la resolución del problema, en la práctica es más probable que los estudiantes desarrollen una comprensión profunda con métodos de aprendizaje activo que tomando notas (sobre todo, si estas se quedan sin leer) (Perrenet et al., 2000; Mitchell & Smith, 2008).

Nuestra propuesta, en este sentido, se basa en cambiar la perspectiva sobre las *dificultades* que encuentra la implementación del ABP en disciplinas técnicas, traduciéndolas a *oportunidades*. El ABP puede ser una metodología adecuada para el aprendizaje en este tipo de disciplinas, si se adapta adecuadamente, y para ello conviene tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La mayor parte de las dificultades que se han señalado en el apartado anterior son dificultades intrínsecas de la materia, y no de la metodología docente. Por ejemplo, Rojas et al. (2008) apuntan que:

“Tradicionalmente, la dificultad intrínseca de estos contenidos (técnicos) ha sobrepasado a los estudiantes, lo cual ha repercutido en que la tasa de éxito en estas asignaturas haya sido bastante reducida.”

2. El ABP debe adaptarse a la mayor complejidad de la estructura del conocimiento. El uso de modelos conceptuales (Mayer, 1989) u organizadores de avance (Ausubel, 2002) puede resultar de gran ayuda para ayudar a los estudiantes a orientarse en la estructura conceptual de la materia.
3. Los conceptos “umbral” deben identificarse y elegirse como objetivos de aprendizaje explícitos en los problemas del curso.
4. El proceso de ABP no debe centrarse en la resolución del problema, sino en el aprendizaje de los principios básicos subyacentes. Después de cada problema, es necesario llevar a cabo una reflexión para afianzar los conceptos y principios básicos aprendidos (por ejemplo, mediante mapas conceptuales), así como las condiciones que rigen su aplicación.
5. El tutor debe asegurarse de que los estudiantes *activan el conocimiento previo*, para desafiar las concepciones erróneas que obstaculicen su comprensión. Perrenet, Bouhuijs y Smits (2000), advierten que construir el nuevo conocimiento sobre una base deficiente puede dar lugar a que los estudiantes distorsionen los nuevos conceptos (para adaptarlos a sus nociones previas) o simplemente los memoricen sin comprenderlos en profundidad (y los apliquen de forma ritual).
6. El ABP no es incompatible con actividades complementarias que impliquen un entrenamiento en la práctica de métodos o procedimientos de cálculo que así lo requieran (Savery & Duffy, 1995). En este punto, no obstante, algunos autores se plantean si tanto ejercicio práctico es realmente necesario (Cowan, 1986; Perrenet et al., 2000; Raine & Symons, 2005; May, 2009).

3.14 Casos de aplicación del ABP en disciplinas técnicas

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, la docencia en disciplinas técnicas sigue manteniendo una fuerte dependencia de la metodología tradicional. Incluso en Escuelas de Ingeniería o Arquitectura con planes de estudios basados en ABP, las asignaturas técnicas (habitualmente concentradas en los primeros cursos) se imparten mediante clases expositivas y exámenes, al menos en lo referente a la *adquisición* de conocimientos, empleando el ABP únicamente en la *aplicación e integración* de esos conocimientos (Banerjee, 1994., Perrenet et al., 2000).

Hay casos documentados en la literatura de aplicación de ABP en Física, Matemáticas, Termodinámica, Mecánica de Fluidos, Estructuras y Electrónica (tabla 3.3).

Disciplina	Referencia
Dinámica estructural (Ingeniería Mecánica)	Cawley, 1997
Astrofísica	Raine & Collet, 2003
Física	Van Kampen et al., 2004
Termodinámica	Nasr et al., 2004 Nasr & Ramadan, 2008
Física (Mecánica/Óptica)	Bowe et al., 2003 Bowe et al., 2005
Electrónica analógica	Entwistle et al., 2005
Física (Electricidad/Mecánica de Fluidos)	Raine & Symons, 2005
Matemáticas (Arquitectura)	Delgado, 2005
Física y Matemáticas (Ingeniería Eléctrica)	Guzelis, 2006
Física (Ingeniería Civil)	Amaral et al., 2007
Mecánica de Fluidos	Rojas et al., 2008
Teoría de circuitos	Yadav et al., 2011
Estructuras (Arquitectura)	Benerjee, 1994

Tabla 3. 3. Experiencias de ABP en disciplinas técnicas.

Por ejemplo, en las facultades de Física el ABP ha ganado popularidad recientemente, como posible remedio contra el descenso de matrículas que está sufriendo la titulación en muchos países (Van Kampen et al., 2004). También se ha extendido de forma notable en Ingeniería Eléctrica, por lo bien que se adapta para el aprendizaje de las habilidades que se requieren en la disciplina (Entwistle et al., 2005).

3.15 El ABP para aprender Estructuras en Arquitectura

3.15.1 La experiencia de Newcastle

Hay dos experiencias bien documentadas de implementación del ABP en Escuelas de Arquitectura: una en la Universidad de Newcastle (Australia) y otra en la Universidad de Delft (Holanda).

En la Universidad de Newcastle (Australia) se puso en marcha en 1985 un nuevo plan de estudios centrado en la metodología ABP. El nuevo plan pretendía superar algunas de

las dificultades que habían sido detectadas en el plan anterior (Ostwald & Chen, 1994; Banerjee, 1994):

- Falta de integración en las distintas disciplinas: Los estudiantes tenían dificultades para aplicar a sus proyectos los conocimientos adquiridos en las distintas materias. Por ejemplo, después de cursar una asignatura de Estructuras metálicas y aprobar el examen correspondiente, los alumnos no eran capaces de aplicar nada de lo aprendido al diseño de un edificio de pórticos de acero, en las asignaturas de Proyectos (Banerjee, 1994; Maitland, 1997; Bridges, 2006).
- Marginación de las asignaturas técnicas: los estudiantes se centran en las asignaturas de Proyectos (que consideran creativas, y de máxima relevancia para el ejercicio profesional), en perjuicio de las asignaturas técnicas (que consideran áridas e irrelevantes para la profesión) (Banerjee, 1994; Abdullah, 2006). Esta visión distorsionada de la Arquitectura es alimentada por los profesores de Proyectos, arquitectos generalistas en la mayoría de los casos, con poca formación estructural (Ostwald & Chen, 1994).
- Falta de relevancia de una parte de los contenidos del plan de estudios para la práctica contemporánea de la Arquitectura.

Para asegurar la integración, la docencia en el nuevo plan de estudios se estructuró en torno a un problema central (uno por semestre, excepto en el primer curso), en el que participaban todas las áreas de conocimiento (Maitland, 1997). El problema del semestre era un proyecto de Arquitectura completo (desde la identificación de necesidades hasta los planos detallados de ejecución) relacionado con el tema del curso correspondiente.

Sin embargo, surgieron dificultades importantes a la hora de integrar el área de Estructuras en este programa multidisciplinar (Banerjee, 1994):

- El conocimiento en la disciplina de Estructuras tiene un carácter secuencial, lo que significa que los conceptos deben ser aprendidos en el orden adecuado, pues la omisión de algún concepto previo puede dificultar el aprendizaje de otros conceptos posteriores que se apoyan en él. Sin embargo, el carácter multidisciplinar de los problemas impedían que estos fueran secuenciados según las necesidades de ninguna disciplina concreta (seguían más bien la lógica de un proyecto real de Arquitectura).

- Es necesaria la adquisición de una base de conocimientos previa antes de que los conceptos estructurales puedan ser aplicados a un problema práctico, en un edificio real (Ostwald & Chen, 1994). Ello requiere tiempo y ejercicio, cosas que el proyecto integrado no permite.

Como consecuencia de estas dificultades, los estudiantes desarrollaban el proyecto sin ninguna consideración estructural, demostrando no tener criterios para incluir la Estructura en el diseño (Banerjee, 1994; Banerjee & De Graaff, 1996).

Por estos motivos, se realizó un reajuste en la programación docente de algunas áreas (como Estructuras) lo cual dio lugar a un modelo “híbrido” de ABP, que incluía módulos preparatorios de algunas disciplinas (figura 3.4). En estos módulos, basados en clases expositivas, se introducían los conceptos teóricos previos sobre los que debía basarse el trabajo en el taller (Banerjee & De Graaff, 1996).

En la Universidad de Delft se registraron problemas similares de integración de las disciplinas técnicas (Banerjee & De Graaff, 1996). Sin embargo, a diferencia de Newcastle, en Delft la experiencia de ABP no cuajó, debido fundamentalmente a la escala de la Escuela de Arquitectura (mucho mayor que en Newcastle), a no haber adaptado suficientemente el ABP al proceso de razonamiento arquitectónico, y a la falta de compromiso del profesorado. De modo que, tras unos años de implantación, decidió abandonarse la experiencia, y volver a la metodología tradicional (De Graaff & Cowdroy, 1997; Bridges, 2006; Abdullah, 2006).

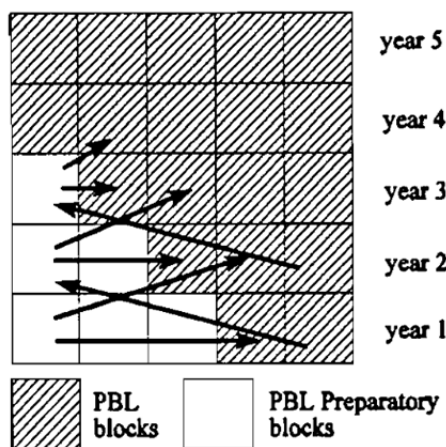


FIG. 1. Mixed curriculum.

Figura 3.4. Organización por módulos del modelo “híbrido” de ABP en Newcastle (Banerjee & De Graaff, 1996).

3.15.2 El plan de estudios de la Escuela de Arquitectura de Sevilla

En relación con la experiencia de Newcastle, nuestra propuesta aborda al problema de forma diferente. Aunque coincidimos con Banerjee (1994) en que resulta imposible encajar íntegramente la docencia de Estructuras dentro de un enfoque multidisciplinar, creemos sin embargo que eso no es razón para renunciar a las metodologías activas de aprendizaje en las asignaturas de Estructuras.

En el nuevo plan de estudios de grado en Arquitectura, ambos enfoques son compatibles, al coexistir:

- Talleres multidisciplinarios (talleres de Arquitectura), donde se integran todas las materias en un proyecto de Arquitectura (diseño arquitectónico), y el área de Estructuras tiene un papel secundario.
- Asignaturas de Estructuras, donde los estudiantes trabajan en problemas o proyectos con la metodología ABP, enfocados desde un punto de vista puramente estructural (diseño estructural). Ello permite elegir el tipo de problemas y la secuencia del trabajo según las necesidades del conocimiento en la disciplina de Estructuras, sin renunciar al aprendizaje activo, con problemas prácticos, y en edificios reales.

4. Análisis del contexto-necesidades

Con carácter previo al diseño del programa de la asignatura, es necesario caracterizar el contexto instructivo en el que va a tener lugar la intervención, así como a los destinatarios de la misma. Según Tejada et al. (2007b), el análisis del contexto tiene una triple finalidad:

- *“Proporcionar motivos y argumentos necesarios a las instancias decisionales, aquellas que deben procurar los medios y recursos para tomar la iniciativa de implantar o desarrollar un programa de formación.*
- *Identificar las metas y objetivos formativos que deberían cubrirse con el programa.*
- *Describir las condiciones reales que caracterizan al medio en el que va a operar el programa, así como las posibilidades operativas y el sentido en que el programa puede satisfacer las necesidades del medio”.*

El análisis del contexto y de las necesidades puede aportar elementos valiosos para elaborar las estrategias de intervención (Barrero, 2007). Para Pérez Juste (2000), la definición del contexto es básica, por una parte, para establecer posibles generalizaciones de los resultados obtenidos a otras situaciones o contextos, y por otra, para valorar la eficacia del programa.

Al tratarse del programa de una asignatura reglada, las necesidades que esta debería cubrir vienen marcadas en gran parte por el contexto curricular (el plan de estudios). Sin embargo, sigue habiendo un margen de decisión muy amplio en el diseño del programa, especialmente en un contexto de cambio del modelo educativo, como el que se da en la coyuntura actual (por la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior).

La consideración de las necesidades y expectativas de los estudiantes y de los profesores que deben impartir la asignatura es, de igual forma, vital para el éxito del programa (Álvarez Rojo et al., 2002). También lo es la consideración de las experiencias previas de enseñanza que se han llevado a cabo en los planes de estudio anteriores.

Si en el diseño de los programas de las asignaturas no se considera el contexto en el que estas se sitúan dentro del plan de estudios, y su relación con el resto de materias, se

reproducirán los problemas de integración que tradicionalmente han caracterizado la enseñanza en las escuelas de Arquitectura (Black & Duff, 1994; Ostwald & Chen, 1994; Banerjee, 1994; De Graaff & Cowdroy, 1997).

En última instancia, el análisis del contexto y necesidades debe dar como resultado la formulación de los objetivos del programa educativo, e incluye tres líneas de actuación (Tejada, 2007):

- Identificar las características del contexto en el que se desarrolla el programa (organización, clima, recursos, etc...).
- Identificar las características de los destinatarios-participantes en el programa de formación (conocimientos, actitudes, intereses, motivación).
- Identificar las necesidades que debe cubrir el programa.

4.1 Contexto institucional

4.1.1 La Universidad de Sevilla

Con vistas a la puesta en marcha en 2010 de los nuevos grados adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior, el Ministerio de Educación y Ciencia creó, en Abril de 2005, la Comisión para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad, que elaboró un informe donde se perfilaba la estrategia a seguir para facilitar la renovación de la metodologías docentes en el ámbito universitario.

Según dicho informe (Ministerio de Educación, 2006), los principios fundamentales sobre los que debe basarse la estrategia de cambio metodológico son los siguientes:

- “El fin de la renovación es la mejora de la calidad del aprendizaje.
- La renovación debe incrementar el nivel de satisfacción de profesores y estudiantes; contar con los primeros es imprescindible.
- La renovación metodológico-didáctica implica un nuevo estilo de trabajo del profesorado. Este cambio no podrá operarse si no se mejora su formación pedagógica.

- Es preciso aproximar más los estudios universitarios al ejercicio profesional, potenciando la dimensión práctica de la enseñanza: el saber, sí, pero también el saber hacer y el saber ser/estar.
- Debemos aproximarnos a los planteamientos didácticos que subyacen al EEES: dar mayor protagonismo al estudiante en su formación, fomentar el trabajo colaborativo, organizar la enseñanza en función de las competencias que se deban adquirir, potenciar la adquisición de herramientas de aprendizaje autónomo y permanente, etcétera.
- Para que el cambio sea viable, se requiere modificar el contexto de enseñanza-aprendizaje: optimizar recursos y acometer reformas o crear condiciones nuevas, sin las cuales no son posibles los nuevos modos didácticos”.

En línea con estas directrices, en los años previos a la implantación del EEES, la Universidad de Sevilla ha desarrollado una estrategia de fomento de la innovación docente, en la que podrían destacarse dos hitos fundamentales:

- El papel del Vicerrectorado de Docencia en el proceso de adaptación al Espacio Europeo, ejerciendo, como competencias prioritarias, las de desarrollar una política de innovación docente e impulsar los Sistemas de Garantía de Calidad de los títulos de grado.
- La puesta en marcha, en 2007, del Plan de Renovación de Metodologías Docentes (Universidad de Sevilla, 2007), que en 2008 se transformó en el I Plan Propio de Docencia (Universidad de Sevilla, 2008).

El Plan de Renovación de Metodologías Docentes (PRMD) es el instrumento elaborado en la Universidad de Sevilla para impulsar un cambio profundo en el ámbito docente. Uno de sus objetivos fundamentales es fomentar “la puesta en marcha de procesos de enseñanza-aprendizaje activos y la formación en competencias de nuestros estudiantes” (Universidad de Sevilla, 2007).

El PRMD incluye varias líneas de actuación dirigidas especialmente a fomentar el empleo de metodologías docentes de aprendizaje activo en la Universidad, entre ellas un

plan de formación en nuevas metodologías docentes para el profesorado y la convocatoria de proyectos de innovación docente.

Ambas líneas tuvieron una influencia decisiva en la aparición de proyectos piloto en distintas disciplinas dentro del ámbito de la Universidad (entre los que se cuenta el que dio origen a esta investigación), donde grupos de profesores ensayaron nuevos planteamientos docentes, basados en metodologías activas de aprendizaje, con el objeto de ponerlos en práctica, a mayor escala, en la implantación de los nuevos grados.

4.1.2 La Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla

La Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, con 3600 alumnos y 300 profesores, es la segunda más grande de España. En línea con lo que sucede en la Universidad, existe en la escuela un clima favorable a la innovación docente, que quedó reforzado con la creación en 2007 de la Subdirección de Innovación Docente y Calidad de la Docencia, encargada de coordinar todas las acciones relacionadas con la renovación de las metodologías docentes en el ámbito de la Escuela.

En el proceso de diseño y planificación del nuevo plan de estudios para la obtención del título de grado en Arquitectura, se puso de manifiesto el compromiso de la escuela de Arquitectura de Sevilla con un cambio de modelo docente, en congruencia con los principios del Espacio Europeo de Educación Superior. El nuevo plan de estudios, que se comenzó a implantar en el curso 2010-2011, supone una apuesta clara por una docencia basada en competencias, con metodologías de aprendizaje activo y evaluación continua.

En apoyo a estos planteamientos, la escuela ha llevado a cabo en los últimos años un esfuerzo importante de adecuación de espacios docentes para hacer posible el aprendizaje con las nuevas metodologías, que incluye principalmente:

- Cambio de mobiliario en las aulas: sustitución de los pupitres fijos por mesas de trabajo en equipo, que permiten una organización más flexible de los espacios docentes
- Electrificación de las aulas, para permitir el trabajo en clase con ordenadores portátiles.
- Instalación de proyectores en todas las clases.

- Sustitución de aulas teóricas por aulas teórico-prácticas. Compartimentación y adecuación de las aulas para la docencia en grupos reducidos.

Gracias a este esfuerzo, para el nuevo plan de estudios (con grupos de 25-30 alumnos, donde se ha eliminado la distinción entre clases teóricas y clases prácticas), la escuela cuenta con los recursos necesarios para poner en práctica, en condiciones propicias, una metodología activa y basada en el trabajo en equipo, como el ABP.

4.1.3 El Departamento de Mecánica de Medios Continuos

El departamento de Mecánica de Medios Continuos (el segundo más grande de la Universidad de Sevilla) es el responsable de la docencia en todas las asignaturas de Estructuras en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.

4.2 Contexto curricular

4.2.1 Antecedentes: la docencia de Estructuras en el plan de estudios del 98

La asignatura de Estructuras I (plan 98)

Para el diseño de la nueva asignatura Estructuras 1 se ha tenido en cuenta la experiencia acumulada en las asignaturas de Estructuras en los planes de estudio anteriores (1975 y 1998), principalmente en la asignatura Estructuras I del plan 98, con la que existe paralelismo, por tratarse en ambos casos de asignaturas introductorias de Estructuras.

Las principales características de la asignatura extinguida eran las siguientes:

- Como asignatura introductoria de Estructuras, su principal objetivo era que los estudiantes aprendieran los principios básicos que rigen el comportamiento estructural.
- Los contenidos de la asignatura eran los habituales en un curso de Resistencia de Materiales.
- Tenía un carácter instrumental para las asignaturas de Estructuras de cursos superiores.

- Se trataba de una asignatura anual, obligatoria, de 2º curso, con una carga docente de 12 créditos. El formato de impartición era de 2 h de teoría y 2 h de prácticas semanales durante 30 semanas.
- La metodología docente aplicada en la asignatura era de clases expositivas y evaluación por exámenes.
- Tenía problemas graves de rendimiento académico y absentismo.

Rendimiento académico en la asignatura de Estructuras I (plan 98)

La asignatura de Estructuras I había presentado históricamente (en el plan del 75 y en el del 98) problemas graves de rendimiento. Con una tasa de rendimiento (porcentaje de aprobados sobre matriculados) cercana al 35%, ha sido en casi todos los cursos del plan 98 la asignatura con el rendimiento más bajo de toda la titulación (tabla 4.1).

Curso	Matriculados	Presentados	Aprobados	Tasa de éxito (apr/pres)	Tasa de rendimiento (apr/matr)	Media de rendimiento en la titulación	Rendimiento en relación al resto de asignaturas
99-00	397	158	101	63.9%	25.4%	61.7%	1ª
00-01	658	406	326	80.3%	49.5%	66.4%	6ª
01-02	735	340	151	44.4%	20.5%	62.7%	1ª
02-03	883	502	311	62.0%	35.2%	65.5%	2ª
03-04	848	527	424	80.5%	50.0%	65.7%	8ª
04-05	769	449	311	69.3%	40.4%	65.8%	3ª
05-06	841	376	152	40.4%	18.1%	65.8%	1ª
06-07	977	473	301	63.6%	30.8%	66.5%	1ª
07-08	951	434	281	64.7%	29.5%	67.4%	1ª
08-09	953	501	287	57.3%	30.1%	72.0%	1ª
09-10	1398	840	650	77.4%	46.5%	70.4%	4ª
10-11	1038	637	519	81.5%	50.0%	63.3%	10ª
Media	-	-	-	65.4%	35.5%	66.1%	-

Tabla 4.1. Estadísticas de rendimiento en la asignatura Estructuras I (plan 98).

Los factores que explican el bajo rendimiento son muy variados, entre ellos:

- La dificultad conceptual de la asignatura.
- Las carencias de formación previa de los estudiantes en Matemáticas y Física.
- El alto índice de absentismo.
- La metodología docente.

La metodología docente de clases expositivas con evaluación por exámenes no favorece el trabajo continuado del alumno (básico para la asimilación de conceptos complejos), ni la motivación. Se observó que una parte de los estudiantes mostraban un rendimiento muy bajo en los exámenes de la asignatura, y tenían dificultades para demostrar sus conocimientos en una situación de presión como la impuesta por el examen.

El alto índice de fracaso académico provocó un aumento gradual del número de alumnos matriculados en la asignatura (ver Basset et al, 2009 para un caso similar en otro centro). En el curso 2009-2010 hubo 1398 alumnos matriculados, lo cual generó graves dificultades para la docencia, seguimiento y evaluación (tabla 4.2).

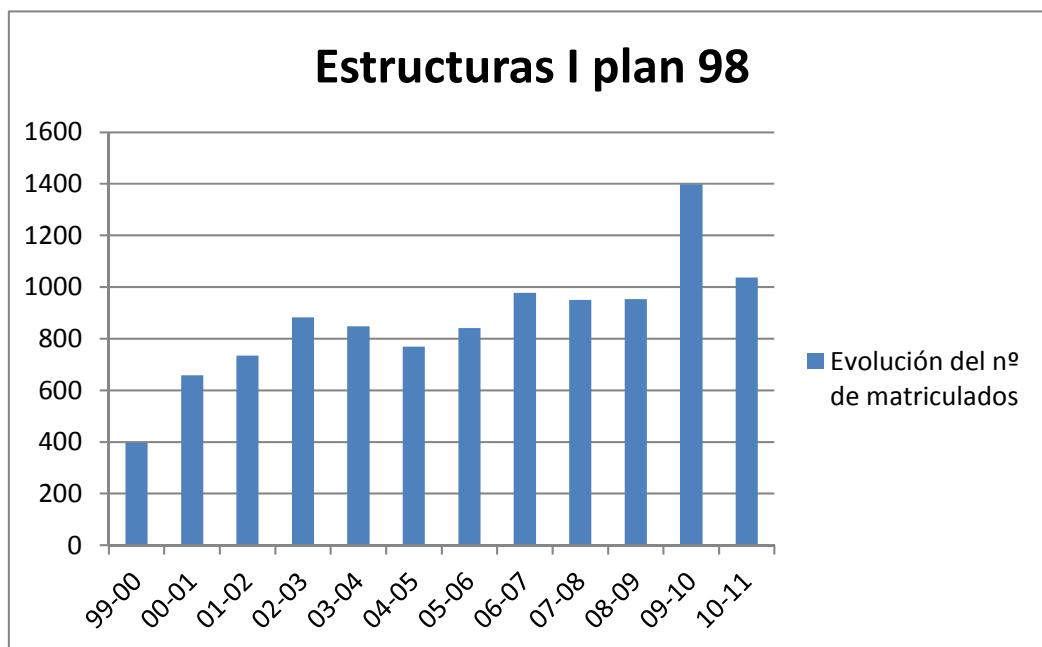


Tabla 4.2 Evolución del número de matriculados en la asignatura Estructuras I del plan 98.

Así, en un informe sobre rendimiento académico elaborado por la Subdirección de Ordenación Académica de la escuela en el curso 2005-2006, se hace mención especial a la asignatura Estructuras I, por presentar el rendimiento más bajo de la titulación (Ortega, 2006):

“La asignatura Estructuras I sigue una evolución preocupante, apuntando a un modelo con bajo porcentaje de aprobados y bajo porcentaje en presentados, lo cual indica que existen fricciones con otras materias del mismo curso, Además, probablemente la prueba requerida (examen) sobrepase la disponibilidad temporal y/o la capacidad del estudiante. Esta situación es, en gran medida, la causante de la bolsa de repetidores”.

El absentismo en la asignatura Estructuras I plan 98

Uno de los factores que explica los malos resultados en la asignatura es el bajo porcentaje de asistencia a clase. En un estudio realizado en el curso 2010-2011 se pudo cuantificar la asistencia a clase en cuatro grupos de la asignatura, usando dos estrategias complementarias:

- Entrevistando a los profesores
- Contabilizando en número de estudiantes que responden a las encuestas de evaluación del profesorado realizadas por el vicerrectorado de docencia (que en Estructuras I se hacen en el segundo cuatrimestre).

En general, la asistencia sigue un patrón variable durante todo el curso: desciende notablemente en los primeros meses, para estabilizarse durante el segundo cuatrimestre, que es el momento elegido para la toma de datos. La asistencia estimada por los profesores es menor que la obtenida de las encuestas realizadas en clase. Para estimar aproximadamente la asistencia se realizó un promedio entre ambas.

Los resultados del estudio indican que solo el 25% de los estudiantes matriculados en la asignatura asisten a clase, lo cual explica, en gran medida, el bajo rendimiento en la asignatura (tabla 4.3). El número de aprobados es superior al número de alumnos que asisten a clase. Se podría deducir, por una parte, que un porcentaje importante de los estudiantes que asisten a clase, aprueban; y por otra, que un número no despreciable de alumnos aprueba sin asistir a clase, bien por ser repetidores que han asistido a clase en cursos anteriores, bien porque estudian y aprueban sin asistir a clase. Esto último, en una asignatura con tanta dificultad conceptual, muestra que algunos alumnos encuentran recursos por su cuenta para enfrentarse a los requisitos de los exámenes.

Grupo	Matriculados	Presentados	Aprobados	Asistentes Estimados profesor	Asistentes según Encuestas	Asistencia media	Asistencia media (sobre matric)	Asistencia media (sobre presentados)
1	194	113	88	80	43	61.5	31.7%	54.4%
2	191	101	76	80	44	62	32.5%	61.4%
3	198	117	91	40	17	28.5	14.4%	24.4%
4	198	122	93	60	31	45.5	23.0%	37.3%
Total	781	453	348	260	135	197.5	25.4%	44.4%

Tabla 4.3. Estadísticas de asistencia a clase en la asignatura Estructuras (I plan 98).

Como consecuencia de este análisis se tomó la decisión de introducir, como objetivo importante en el diseño de la nueva asignatura, aumentar la asistencia a clase.

El resto de asignaturas de Estructuras en el plan 98

La docencia de Estructuras en el plan de estudios de 1998 se completaba con otras dos asignaturas obligatorias en tercero y cuarto, y varias optativas en cuarto y quinto.

Las dos asignaturas que completaban la formación obligatoria de Estructuras en el plan 98 de Arquitecto eran:

- Estructuras II: 3^{er} curso, 6.7 créditos LRU. Contenidos: Estructuras Metálicas.
- Estructuras III: 4^o curso, 6 créditos LRU. Contenidos: Estructuras de Hormigón Armado.

Debido al alto índice de abandono en la asignatura de Estructuras I se daba la circunstancia de que un porcentaje importante de los estudiantes llegaban a las asignaturas de cursos superiores (Estructuras II y Estructuras III) sin haber cursado antes Estructuras I, a pesar de haber sido concebida esta última como asignatura instrumental para las de cursos superiores.

Por ejemplo, en una encuesta realizada en el curso 2010-2011 el primer día de clase en todos los grupos de la asignatura Estructuras II, se detectó que casi un 30% de los estudiantes que asistían a clase en Estructuras II no habían superado la asignatura del curso anterior (tabla 4.4). Este hecho influye de forma negativa en el rendimiento en la asignatura Estructuras II, donde el porcentaje de aprobados es también sensiblemente inferior a la media de la titulación.

Alumnos encuestados en Estructuras II	Con Estructuras I aprobada	Con Estructuras I pendiente	% E1 aprobada	% E1 pendiente
286	201	85	70.3%	29.7%

Tabla 4.4. Resultados encuesta sobre alumnos de Estructuras II con Estructuras I pendiente.

La experiencia piloto de ABP en Estructuras I y Estructuras II del plan 98

Con objeto de mejorar la calidad de la docencia en la asignatura, y con vistas a los retos que planteaba el nuevo plan de estudios adaptado al EEES, centrado en el aprendizaje de competencias (en lugar de contenidos), se pusieron en marcha dos

proyectos piloto en las asignaturas de Estructuras I y Estructuras II del plan 98. En ambos casos se trataba de ensayar y poner a prueba un nuevo planteamiento de docencia por competencias con la metodología ABP, que se podría implementar de forma definitiva en el curso 2010-11 en las asignaturas de Estructuras del nuevo plan de estudios.

En el curso 2009-2010 se iniciaron las dos experiencias piloto, en el grupo D de Estructuras I, y en el grupo B de Estructuras II. En ambos casos, la innovación docente se llevó a la práctica en grupos muy numerosos (152 alumnos en Estructuras I y 141 en Estructuras II).

A pesar de esta dificultad, ambas experiencias resultaron ser un éxito tanto en términos académicos como de satisfacción de alumnos y profesores. El porcentaje de asistencia a clase aumentó de forma espectacular. La tasa de rendimiento alcanzó el 77% en Estructuras I, y el 79% en Estructuras II.

Este balance positivo sirvió para considerar la viabilidad de implementar la metodología ABP en las asignaturas de Estructuras del plan 2010. El principal aspecto negativo encontrado en los proyectos piloto, el aumento de dedicación de los profesores, se reduciría previsiblemente en el nuevo plan, debido al tamaño reducido de los grupos de alumnos.

También se planteó la duda de si con el ABP se cubrían suficientemente los contenidos mínimos de la asignatura. Para controlar el conocimiento adquirido, se llevó a cabo un seguimiento de los estudiantes del grupo piloto de Estructuras I. Para ello, evaluamos su rendimiento en la asignatura de Estructuras II del curso siguiente (2010-11), y lo comparamos con el de los estudiantes que habían seguido una docencia tradicional.

La evaluación comparativa se realizó, a pesar de las dificultades que existen para comparar enfoques tan distintos y de lo inadecuados que resultan en cierto modo los instrumentos de medida disponibles para determinar el aprendizaje adquirido por los estudiantes con ambas metodologías (ver apartado 3.8). Aun así, se consideró útil disponer de datos que permitieran comprobar, al menos, que el ABP no introducía efectos negativos claros.

- En primer lugar, se hizo un test conceptual a todos los estudiantes el primer día de clase en la asignatura Estructuras II, en todos los grupos. El test constaba de 5 preguntas de conceptos básicos que, en opinión del equipo de profesores, los estudiantes debían recordar al principio del curso siguiente.
- Respondieron al test un total de 286 alumnos. Los resultados del test indicaban que no existían diferencias estadísticamente significativas ente los estudiantes ABP y el resto.
- En segundo lugar, se compararon los resultados académicos obtenidos en la asignatura Estructuras II de los estudiantes ABP y del resto. Una vez más, las diferencias entre ambos grupos no eran significativas, ni en porcentaje de aprobados, ni en la nota media obtenida (tabla 4.5).

	Matriculados en Estructuras II	Presentados	Aprobados	Nota media (aprobados)	Rendimiento (Apro/matr)	Éxito (Apro/pres)	% no presentados
ABP	82	53	49	6.6	59.8%	92.5%	35.4%
Tradicional	248	202	177	6.7	71.4%	87.6%	18.5%

Tabla 4.5. Comparación de los resultados obtenidos en la asignatura Estructuras II por los estudiantes que siguieron en Estructuras I ABP y los que siguieron la enseñanza tradicional.

4.2.2 El plan de estudios del 2010

El nuevo plan de estudios del grado en Arquitectura (plan 2010) implica un cambio importante en el modelo de enseñanza que se imparte en la ETSA de Sevilla. De un sistema *exigencial* basado en aprobar exámenes, se pasa a un sistema *formativo* donde los estudiantes se habilitan para afrontar problemas y retos propios del campo disciplinar de la Arquitectura. Frente a la adquisición de información y procedimientos de bajo nivel, el nuevo plan se centra en la adquisición de competencias, con una apuesta clara por la coordinación entre materias.

La evaluación continua ha sustituido a los exámenes, y por tanto el trabajo de preparación de clases expositivas y de corrección de exámenes ha sido sustituido por el de la programación de ejercicios, seguimiento y evaluación, con un retorno permanente al estudiante sobre su aprendizaje que le permita reflexionar y orientar su trabajo.

Este nuevo sistema de trabajo implica un aumento de la dedicación de los docentes y una implicación más directa y personalizada con el aprendizaje de sus estudiantes. Para facilitar esta tarea, cada profesor lleva un grupo de 25-30 alumnos, donde se ha eliminado la tradicional distinción entre clases teóricas y clases prácticas.

La docencia de Estructuras en el plan 2010

La docencia de Estructuras en el plan de estudios del 2010, del título de grado en Arquitectura, está centrada en la adquisición de una serie de competencias, de las cuales, la más importante es *proyectar estructuras*. La formación obligatoria de Estructuras en el plan de estudios se imparte en 3 asignaturas obligatorias de 6 créditos en primero, tercer y cuarto curso, así como en los talleres de Arquitectura, donde el área de Estructuras comparte docencia con el resto (figura 4.1). Además de Estructuras 1, el resto de asignaturas que componen el plan son:

- Estructuras 2, en 3^{er} curso. Contenidos: Estructuras metálicas.
- Estructuras 3, en 4^o curso. Contenidos: Estructuras de hormigón armado.
- Taller de Arquitectura: se imparte en todos los semestres, excepto los dos primeros. El taller de Arquitectura es una asignatura multidisciplinar, donde los estudiantes llevan a cabo un proyecto de Arquitectura con participación de todas las áreas de conocimiento, incluida Estructuras. El trabajo en los talleres requiere cierta formación previa en tipología y diseño estructural, así como en el manejo de herramientas informáticas que les permitan comprobar sus diseños.

La asignatura de Estructuras 1, centrada en la adquisición de las competencias básicas que permiten introducir el análisis y diseño estructural, tiene carácter instrumental para el resto de asignaturas de Estructuras de la carrera, así como para los talleres.

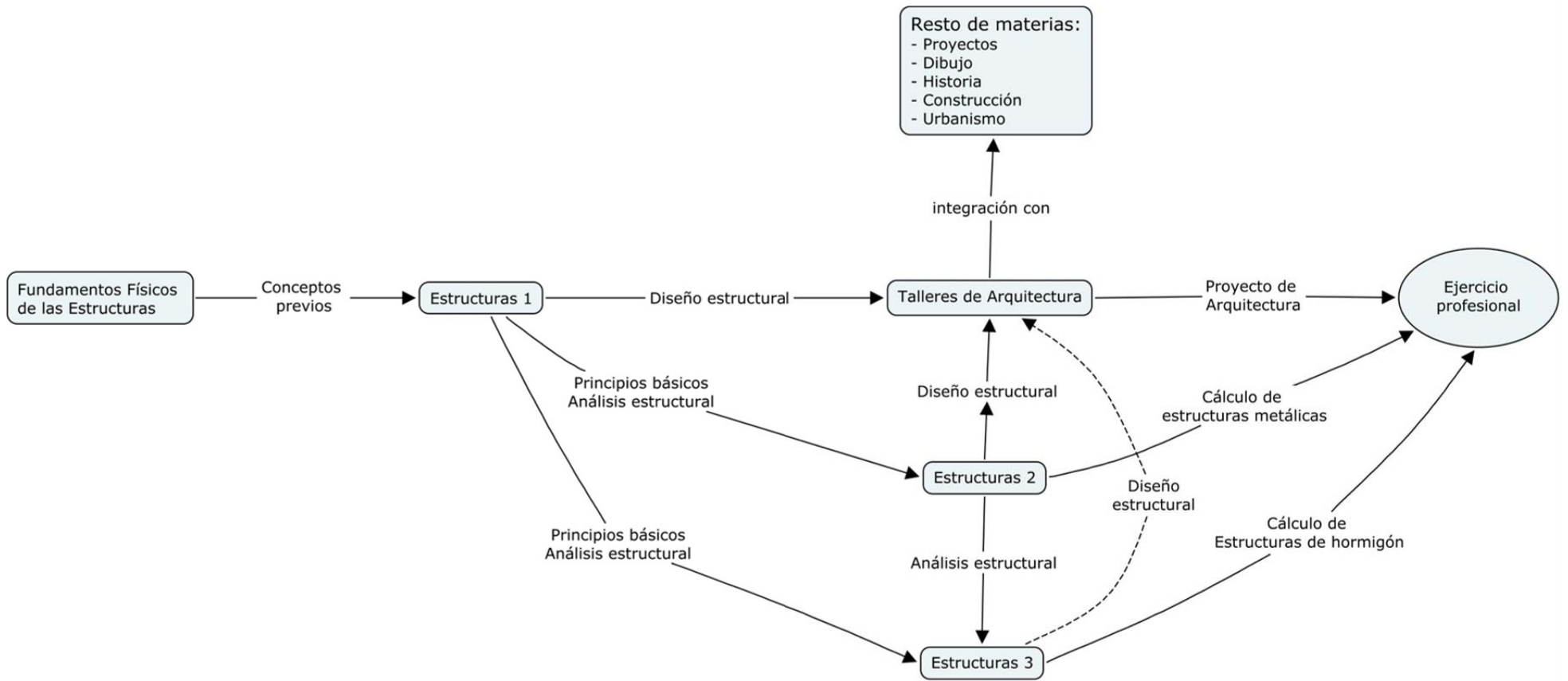


Figura 4.1. La asignatura Estructuras 1 en el contexto del plan de estudios.

La asignatura de Fundamentos físicos de las estructuras

La asignatura de Fundamentos físicos de las estructuras se imparte en el primer cuatrimestre de primer curso, y su docencia es responsabilidad de los profesores del departamento de Física Aplicada. En ella los alumnos deben aprender los conceptos previos de Física que deben servir de base a nuestra asignatura.

La asignatura tiene un enfoque más teórico que las asignaturas de Estructuras, lo cual repercute en que los estudiantes tengan dificultades para aplicar en nuestra asignatura los conocimientos adquiridos³.

4.3 Contexto humano

4.3.1 Perfil de los estudiantes

La asignatura de Estructuras 1 está situada en el 2º cuatrimestre de 1º curso. Por tanto, al llegar a ella, los estudiantes tienen la formación adquirida en las asignaturas del 1º cuatrimestre:

- Historia 1
- Dibujo 1
- Proyectos 1
- Construcción 1
- Fundamentos físicos de las estructuras

La experiencia del primer año de aplicación del nuevo plan en primero (curso 2010-11) ha permitido obtener algunas conclusiones sobre el perfil de los estudiantes que llegan a la asignatura:

- Debido a la baja tasa de abandono en las asignaturas del nuevo plan, basadas en evaluación continua, la mayor parte de los estudiantes han cursado las 5 asignaturas del cuatrimestre anterior. Un porcentaje de ellos, que ronda el 35%, tiene alguna asignatura pendiente que a veces deben recuperar durante el segundo cuatrimestre, lo

³ Esta dificultad, que ya se producía en el plan 98, se sigue produciendo en el plan 2010.

cual puede constituir un obstáculo para la dedicación en horario no presencial a la asignatura.

- Los estudiantes matriculados en la asignatura tienen, en general, una fuerte vocación para la Arquitectura, y su motivación inicial es alta. Suelen considerar las Estructuras como una disciplina útil en su formación como arquitectos. Esta motivación se mantiene a lo largo del curso, siempre y cuando el aprendizaje de conceptos de la asignatura se relacione con la práctica de la Arquitectura.
- Presentan carencias de formación previa en Física y Matemáticas, y, una parte de ellos, también en la capacidad de representación gráfica y de visión espacial.
- Debido a la inercia de muchos años de formación con una metodología clásica de enseñanza (clases - apuntes - exámenes), se sienten más cómodos inicialmente con una metodología más guiada. No obstante, tienen facilidad para adaptarse a las metodologías docentes de aprendizaje activo, como el ABP.

4.3.2 Perfil del profesorado

El equipo que imparte docencia en la asignatura Estructuras 1 lo componen un total de 9 profesores. Aunque forman un equipo heterogéneo, se podrían destacar algunas características comunes:

- Con experiencia docente muy variada.
- En el equipo coinciden profesores con mucha experiencia y profesores noveles. Los primeros tienen la ventaja de conocer en profundidad la materia y el inconveniente de tener el hábito de muchos años de enseñanza con la metodología tradicional.
- Dispuestos al cambio y con formación irregular en metodologías docentes.
- Aunque casi todos los profesores han seguido algún curso de formación en nuevas metodologías docentes, podrían distinguirse en el equipo de profesores dos grupos con características muy distintas: por una parte, los profesores con más formación en metodología docente y con experiencia previa en ABP, que han llevado los grupos piloto y apuestan claramente por un cambio de metodología. Por otra parte, los profesores con menos formación y experiencia, dispuestos al cambio, aunque con reticencias.

- Poca estabilidad de plantilla.
- En el diseño del programa de la asignatura deben tenerse en cuenta los posibles cambios en el equipo de profesores de un curso a otro, debido al clima general de inestabilidad laboral en la Universidad.

4.4 Identificación de necesidades por los expertos de la organización

El proceso de identificación de las necesidades educativas que deben cubrirse en la asignatura se ha llevado a cabo en cuatro niveles. Para definir qué necesitan aprender los estudiantes en la asignatura se han tenido en cuenta las directrices generales del Espacio Europeo y las específicas del libro blanco de Arquitectura, del plan de estudios y de una comisión de trabajo creada en el departamento. Se trata de necesidades predeterminadas (Álvarez Rojo et al., 2002), establecidas a partir de los objetivos globales marcados, a priori, por los expertos de la organización.

4.4.1 El Espacio Europeo de Educación Superior

La entrada en vigor del Espacio Europeo de Educación Superior implica un cambio en el modelo educativo de enseñanza universitaria. El nuevo modelo se basa en los siguientes principios (Ministerio de Educación, 2003; Ministerio de Educación, 2007):

- Aprendizaje centrado en el estudiante.
- Docencia basada en la adquisición de competencias.
- Sistema de créditos ECTS, basado en las horas de trabajo del estudiante (en lugar de en las horas de clase impartida).
- Aprendizaje durante toda la vida (que conlleva la necesidad de *aprender a aprender*).

Para que estos principios se puedan poner en práctica de forma efectiva, es requisito indispensable un cambio en la metodología docente. El Real Decreto 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, dice textualmente (Ministerio de Educación, 2007):

“La nueva organización de las enseñanzas universitarias responde no sólo a un cambio estructural sino que además impulsa un cambio en las metodologías docentes, que centra el

objetivo en el proceso de aprendizaje del estudiante, en un contexto que se extiende ahora a lo largo de la vida”.

4.4.2 El libro blanco de Arquitectura

El libro blanco de Arquitectura fue elaborado en el año 2005 por una comisión de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), con el objetivo de definir los estudios de grado en Arquitectura. Entre las características principales que según el libro blanco, debe tener el nuevo título de grado, interesa destacar las siguientes (ANECA, 2005):

- Está basado en un perfil profesional de edificación, que comprende tanto el proyecto de edificios completos como la rehabilitación de edificios, y al mismo tiempo la redacción, coordinación y supervisión del proyecto y la dirección de la obra.
- Debe ser congruente con el espacio europeo de educación superior y acorde a los decretos dictados por el gobierno en relación con él.
- No debe resultar engañoso sobre la duración real de los estudios, medida en tiempo de dedicación de los alumnos a ellos. Según el libro blanco, aunque actualmente los estudios de Arquitectura tienen una duración nominal de 5 años, su duración real ronda los 7.

En el libro blanco se propone una lista de competencias que deben adquirirse en los estudios de Arquitectura. De entre ellas, la más importante, en relación con el área de Estructuras es la de *proyectar estructuras*:

PROYECTO DE ESTRUCTURAS. *Aptitud o capacidad para concebir, diseñar, calcular, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar las soluciones estructurales, así como para asesorar técnicamente sobre estos aspectos*

4.4.3 El plan de estudios 2010 del grado en Arquitectura de la Universidad de Sevilla

Las bases del plan de estudios

El plan de estudios del grado en Arquitectura de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla (ETSAS, 2010) se elaboró en coherencia con las directrices del

Espacio Europeo y del libro blanco de Arquitectura. Su redacción se basó en los siguientes principios:

- Formar Arquitectos generalistas, con perfil profesional de edificación.
- Orientarse al aprendizaje de competencias, relacionadas con la práctica profesional.
- Emplear metodologías docentes de aprendizaje activo.
- Ajustar la duración real de los estudios a la nominal. Para ello, se propone descargar al título de las competencias que no sean imprescindibles para la formación de un Arquitecto con el perfil profesional de edificación.
- Fijar para todas las materias una carga docente de 6 créditos ECTS (4 horas de clase semanales + 6 horas de trabajo no presencial, durante un semestre).
- Disponer un primer curso de inmersión en la Arquitectura, con participación de todas las áreas de conocimiento (incluida Estructuras).
- Eliminar la distinción tradicional entre teoría y práctica. No habrá separación entre grupos de teoría y subgrupos de práctica.
- Plantear una ratio de 25-30 estudiantes por profesor en cada grupo, con 14 grupos por curso.
- Aplicar sistemas de evaluación continua. Según el plan de estudios, el sistema de evaluación mediante exámenes tras el periodo docente se podrá emplear sólo de forma excepcional.
- Garantizar la integración entre materias. Para ello se crea en cada semestre (a partir de segundo curso) una asignatura multidisciplinar, llamada Taller de Arquitectura, basada en una intervención arquitectónica con la participación de todas las áreas de conocimiento.

Competencias asignadas a la asignatura en el plan de estudios

Las siguientes competencias específicas son las asignadas en el plan de estudios a la asignatura Estructuras 1:

E08.- Conocimiento adecuado y aplicado a la arquitectura y al urbanismo de los principios de la mecánica general, la estática, la geometría de masas y los campos vectoriales y tensoriales.

E14.- Aptitud para concebir, calcular, diseñar, integrar en edificios y conjuntos urbanos y ejecutar estructuras de edificación.

E19.- Aptitud para aplicar las normas técnicas y constructivas.

E26.- Conocimiento adecuado de la mecánica de sólidos, de medios continuos y del suelo, así como de las cualidades plásticas, elásticas y de resistencia de los materiales de obra pesada.

E37.- Aptitud para la concepción, la práctica y desarrollo de proyectos básicos.

E81.- Conocimiento adecuado de los sistemas estructurales y de cimentación convencionales y su patología.

Estas competencias no son responsabilidad exclusiva de la asignatura Estructuras 1, sino que son compartidas con otras. Se deben desarrollar a lo largo de la carrera, y su adquisición completa no se producirá hasta los momentos finales del proceso. De entre ellas, la más importante es la E14, que es la competencia de *proyectar estructuras* (también propuesta en el libro blanco de Arquitectura, apartado 4.4.2). El resto son en realidad conocimientos y habilidades instrumentales para la competencia principal de proyectar estructuras.

4.4.4. La comisión de trabajo del Departamento de Mecánica de Medios Continuos

Durante el proceso de elaboración del plan de estudios de grado se creó en el departamento una comisión de trabajo para someter a debate los principios básicos que debían regir el diseño de los programas de las asignaturas de Estructuras.

Las principales conclusiones que derivaron de las reuniones del grupo de trabajo, en relación con la asignatura de Estructuras 1 fueron:

- La asignatura debe superar el planteamiento clásico de un curso de Resistencia de materiales, basado enteramente en el cálculo manual en modelos sencillos, poco realistas.
- Es conveniente introducir el cálculo informático, lo que permite trabajar con tipologías más reales, con una mayor relación con la Arquitectura.
- La asignatura debe iniciar al estudiante en el aprendizaje de proyectar estructuras, como competencia principal del área de Estructuras. Para ello debe contener una introducción a los tipos estructurales, a las acciones en la edificación, al análisis de estructuras sencillas de barras, y a la seguridad en las estructuras incluyendo la comprobación y el predimensionado de barras.

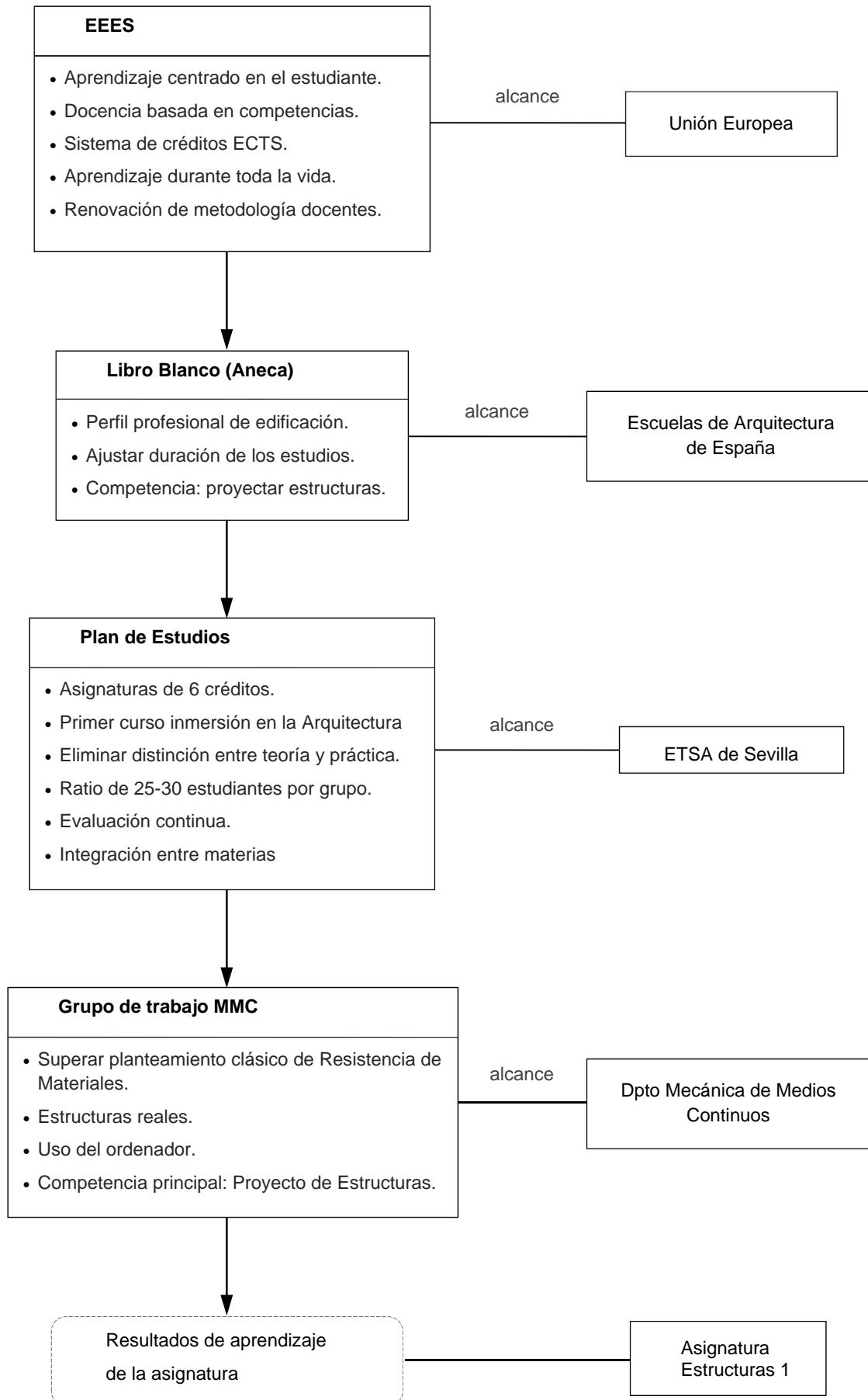


Figura 4. 2. Necesidades predeterminadas, según los expertos de la organización

4.5 Identificación de necesidades de los destinatarios

Dada la importancia que tiene la implicación de los estudiantes para que el aprendizaje sea efectivo (Savery & Duffy, 1995), es importante que los objetivos del programa se planteen en torno a unas necesidades realmente sentidas por estos (Álvarez Rojo et al., 2002; Pérez Juste, 2006). En este sentido es conveniente distinguir entre *necesidades*, que es lo que los destinatarios sienten que les falta, y *carencias*, que son necesidades no sentidas como tales. Las *expectativas*, por otra parte, representan la esperanza de realizar o conseguir algo, que el programa puede ayudar a alcanzar (Pérez Juste, 2006).

Pérez Juste (ibíd.) subraya la necesidad de sensibilizar a los estudiantes hacia sus carencias, a fin de convertirlas en necesidades, con objeto de lograr su implicación activa en el programa.

4.5.1 Carencias detectadas

Carencias de formación previa

Con el objetivo de determinar las posibles carencias de formación previa que tienen los estudiantes al llegar a la asignatura, se llevó a cabo una evaluación inicial el primer día de clase en todos los grupos (realizada por un total de 204 alumnos).

Las destrezas en conceptos básicos de Física necesarias para cursar la asignatura las deben adquirir los estudiantes en la asignatura Fundamentos Físicos de las Estructuras. Entre ellas, las cinco más importantes son:

- a) Calcular las reacciones en los enlaces de una estructura isostática aplicando las Ecuaciones de Equilibrio.
- b) Calcular los esfuerzos internos en una sección de una estructura isostática
- c) Dibujar los diagramas de esfuerzos de una estructura isostática.
- d) Descomponer una estructura en partes, determinando las fuerzas que actúan sobre cada una de ellas.
- e) Calcular el momento de Inercia en las secciones más habituales en edificación

La evaluación consistió en un test de 5 preguntas, donde los estudiantes debían aplicar las competencias anteriores en ejemplos sencillos (el enunciado del test se muestra en el anexo 1).

Destrezas	a) Calcular reacciones	b) Calcular esfuerzos	c) Dibujar diagramas	d) Descomponer estructura	e) Calcular Inercia
Porcentaje de alumnos que responden correctamente	66.2%	19.1%	20.1%	43.1%	34.3%

Tabla 4.6. Resultados del test de Física realizado el primer día de clase.

Los resultados del test (tabla 4.6) indican la existencia de carencias en la formación previa, especialmente en las cuestiones b) y c), relacionadas con los esfuerzos internos.

La evaluación inicial cumple también una segunda finalidad: alertar a los estudiantes de sus carencias en los conceptos previos, de forma que se conviertan en necesidades.

4.5.2 Expectativas de los alumnos

Para realizar un acercamiento a las expectativas que tienen los estudiantes de Arquitectura en relación con enseñanza de Estructuras nos hemos basado en dos estudios de cursos anteriores:

- Una encuesta realizada en la asignatura Estructuras II del plan 98 en el curso 2009-10.
- Un estudio sobre absentismo académico realizado en la Escuela de Arquitectura en el curso 2009-10.

Encuesta realizada en la asignatura Estructuras II

En el curso 2009-2010, en un grupo de la asignatura Estructuras II se pidió a los estudiantes el primer día de clase que redactaran una pregunta relacionada con lo que esperaban aprender de Estructuras. Las respuestas de los 110 alumnos se agruparon en temas. Los resultados obtenidos en la encuesta permiten concluir que lo que los estudiantes esperan de la asignatura es que les proporcione una formación práctica, centrada en el diseño, que les permita enfrentarse en un futuro a los problemas que les surjan en la práctica profesional.

Algunas de las preguntas más relevantes se han seleccionado a continuación:

- *¿El contenido de la asignatura es realmente la práctica de la profesión?*

- *¿Voy a saber calcular estructuras y defenderme con ellas cuando termine la carrera?*
- *¿Cómo se diseña y calcula una estructura?*
- *¿Seremos capaces de solucionar los problemas estructurales que se nos planteen en el futuro?*
- *¿Qué podemos llegar a hacer con los conocimientos que tendremos de estructuras al terminar la carrera? ¿Seremos capaces de calcular cualquier estructura, independientemente de su complejidad, como por ejemplo, un rascacielos? ¿Podemos competir con los ingenieros en cuanto a conocimientos de estructuras?*

De los resultados obtenidos se deduce que los alumnos demandan una formación orientada a la práctica profesional, en el contexto de un proyecto de arquitectura.

Informe sobre absentismo en la ETSAS

En el curso 2009-2010 la Subdirección de Innovación Docente llevó a cabo un estudio sobre absentismo académico en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla motivado por la observación de índices preocupantes de absentismo, especialmente en algunas áreas (De Justo et al., 2010). El objetivo de la investigación era cuantificar el fenómeno de absentismo, determinar sus causas y establecer estrategias para mejorar la asistencia a clase.

El estudio se basa en una encuesta online de 15 preguntas realizada a estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en el curso 2009-2010. La participación en la encuesta fue voluntaria. La población total encuestada fue de 351 alumnos, que representan aproximadamente el 10% del total de alumnos de la escuela, lo cual constituye una muestra significativa. De las conclusiones obtenidas en el estudio, interesa destacar dos:

En primer lugar, el porcentaje de asistencia a clase variaba mucho de unas áreas de conocimiento a otras. En general, las asignaturas técnicas mostraban un nivel de asistencia mucho menor que las asignaturas con contenido más práctico y con metodologías más activas en el plan 98, como Proyectos, Dibujo o Urbanismo. Las asignaturas de Estructuras (junto con las de Física) son las que tienen el nivel de asistencia más bajo, que está en torno al 50% (figura 4.3).

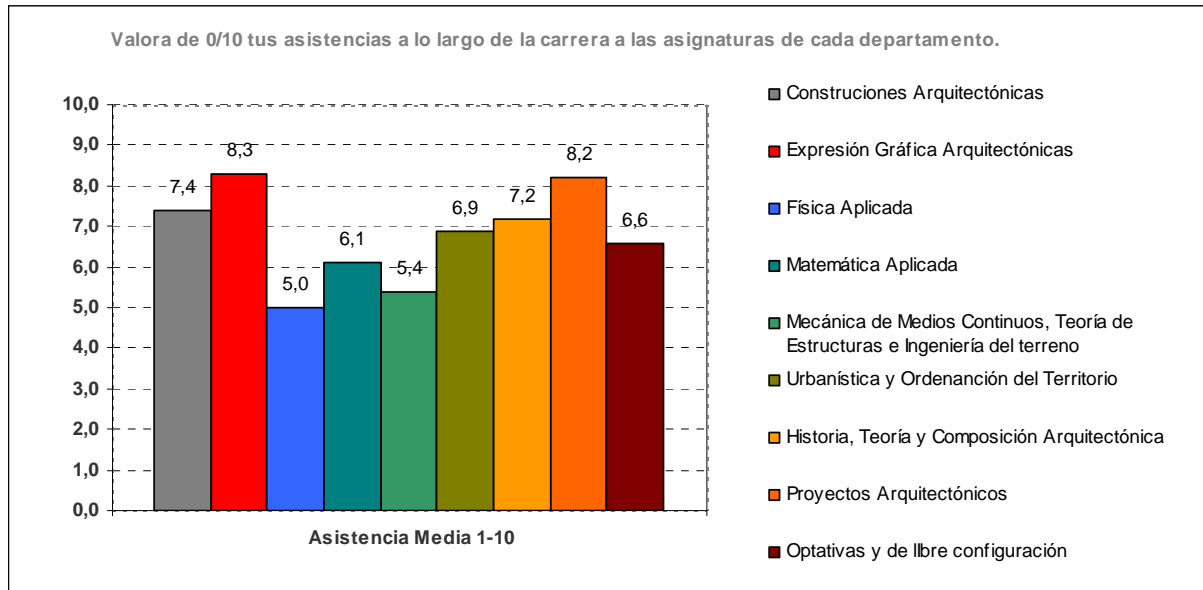


Figura 4.3. Valoración de los estudiantes de su asistencia a clase por áreas de conocimiento (10 = asisto siempre / 0 = no asisto nunca).

En segundo lugar, y teniendo en cuenta que el problema del absentismo afecta de manera especial a las asignaturas de Estructuras, se recopilieron propuestas de los estudiantes para mejorar la asistencia a clase. Con ese objetivo, en el cuestionario se incluyó una pregunta de respuesta abierta, donde se preguntaba a los alumnos:

¿Cómo crees que se podría mejorar la asistencia a clase del alumnado?

Las respuestas de los estudiantes dan una idea bastante aproximada de cuáles son sus expectativas respecto a la docencia que les gustaría recibir. Aunque sus propuestas van encaminadas a mejorar la asistencia, su alcance abarca todos los aspectos de la formación. Las más repetidas se pueden clasificar en cuatro categorías:

- Metodologías activas de aprendizaje
- Enfoque práctico de la docencia
- Implicación y actitud del profesorado
- Grupos más pequeños, con espacios adecuados

1. Metodologías activas de aprendizaje

Los estudiantes expresan la necesidad de un cambio de modelo docente hacia metodologías más activas y participativas:

- *“La experiencia asistiendo a clase me dice que las clases dinámicas donde existe una participación activa de los estudiantes motivan más que aquellas en las que parece que sólo eres un oyente, con dudas de vez en cuando. Para mantener esa motivación es necesario aprender ejerciendo, practicando”.*
- *“Obligando a los profesores a impartir una docencia acorde a los tiempos que corren, actualizada y dinámica. Algunos siguen aplicando sistemas y métodos (de construcción o expresión gráfica, por ejemplo) con más de 40 años de antigüedad, que no son de aplicación a día de hoy... y nadie les dice nada...”.*

2. Implicación y actitud del profesorado

Muchos alumnos demandan de los profesores un trato respetuoso y cercano, y que estén motivados para enseñar (lo cual, a su vez, les motiva a ellos).

- *“Los profesores deberían ser más amable y educados, más respetuosos con los alumnos y un poco más solidarios, tratar de ayudarles y explicarles las cosas lo más claramente posible, ya que no se esfuerzan nada porque tu entiendas las cosas y sean claros con lo que necesitas saber”.*
- *“Con profesores más implicados y con mayor vocación, haciendo que el alumno se motive, en lugar de aburrirse en clase”.*

La dureza de algunas asignaturas produce en algunos estudiantes un profundo sentimiento de frustración, que puede llevarles a perder su vocación como Arquitectos/as:

- *“Hacer una asignatura lo más imposible posible parece ser la filosofía de casi todos sus profesores. (...). Quizás creen que es más digna y prestigiosa una carrera (o una escuela) si se hace hostil e insalubre su ejecución. Yo estoy segura de que es eso, sí, segura de que se debe a ese concepto, que huele a rancio ya. Conmigo, me permito añadir, lo que consiguieron fue que abandonase aun habiendo llegado a quinto y con varias asignaturas de éste aprobadas. Sencillamente he perdido la ilusión en una PROFESIÓN que me apasionaba desde pequeña”.*

3. Enfoque práctico de la docencia

Muchos de los encuestados consideran que la formación debe ser más práctica y orientada hacia la profesión actual, con contenidos actualizados y una mayor integración entre teoría y práctica.

- *“Asignaturas que estén relacionadas de manera directa con la profesión o que al menos se enfoquen hacia ella. Asignaturas abstractas que no tienen casos prácticos en ningún momento hacen que se pierda el interés y la perspectiva de lo que, se supone, estamos estudiando”.*
- *“Clases teóricas más prácticas. Me explico: no tiene sentido una clase teórica de construcción o de estructuras en la que se dedican a poner fotos de escasa calidad y a repetir artículos del Código Técnico. (...)”*

4. Grupos más pequeños, con espacios adecuados

Muchos de los encuestados centran sus propuestas de mejora en la creación de un ambiente o atmósfera adecuada para la enseñanza que haga posible establecer nuevas dinámicas y formas más contemporáneas de aprendizaje.

- *“Creo que mejoraría si las condiciones en que se desarrollan las clases fuesen mejores. Grupos más pequeños que favorecieran el acercamiento profesor-alumno sería una medida fundamental. Es imposible seguir una clase en la que te encuentras a 30 metros del profesor...”.*
- *“Disponiendo de un tutor que llevara a cada grupo de alumnos y disponiendo de mejores medios, aulas con aislamiento acústico y térmico mejorado”.*

Las muestras de opinión recogidas en el estudio reflejan un panorama crítico con la docencia recibida en el plan 98. El descontento de una parte de los estudiantes es evidente, y sus causas principales están localizadas en los aspectos negativos de la metodología tradicional de aprendizaje. En este sentido, existe una sinergia clara entre las necesidades predeterminadas (de la organización) y las necesidades percibidas (por los destinatarios del programa) (Álvarez Rojo et al, 2002). Para que los estudiantes estén motivados, se impliquen, asistan a clase y participen, estas necesidades deben guiar el proceso de diseño del programa, empezando por la definición de sus objetivos.

Entre los aspectos negativos, existe uno que consideramos especialmente grave, y por tanto debe ser tenido en cuenta expresamente en los objetivos del programa: la posible pérdida de la vocación por la Arquitectura, como resultado de la desmotivación producida por una docencia que no respeta “las necesidades y capacidades de los individuos que están aprendiendo” (Dewey, 1938). En ese sentido, el ABP es también una opción ideológica, ya que constituye un modelo de aprendizaje más democrático. John Dewey (1938), el precursor de la educación progresista, en la que hunde sus raíces el ABP (Kolmos et al., 2009), proclama que una experiencia no es educativa si no fomenta en el educando el deseo de aprendizajes futuros:

“La actitud más importante que se puede formar es la de seguir aprendiendo. Si se debilita el ímpetu en esta dirección, en vez de intensificarlo, el daño es mucho mayor que el producido por la mera falta de preparación”.

5. Diseño del programa

El proceso de diseño de un programa es una actividad compleja que, siguiendo la propuesta de Álvarez Rojo et al. (2002), hemos dividido en las siguientes etapas:

1. Análisis del contexto y necesidades
2. Concreción de las bases de partida del programa (fundamentos teóricos y principios en los que se basa la intervención).
3. Preparación de los elementos formales del programa (objetivos, contenidos, actividades de enseñanza-aprendizaje y sistema de evaluación).
4. Diseño de los materiales del programa (material docente de apoyo al programa).
5. Elaboración de la estrategia de evaluación del programa (planificación de la evaluación).

5.1 Bases de partida para el diseño del programa

5.1.1 Bases teóricas

El modelo constructivista

El modelo constructivista de aprendizaje se basa en tres ideas fundamentales (Savery & Duffy, 1995):

- El aprendizaje se produce en interacción con el entorno. Lo que aprenden los estudiantes es función del contexto, de los contenidos, de la actividad que realicen y, sobre todo, de sus objetivos. En este modelo, el estudiante no es un sujeto pasivo que recibe el conocimiento, sino que lo construye a través de la acción.
- El conflicto cognitivo es lo que estimula el aprendizaje y determina la organización y la naturaleza de lo que se aprende. A partir de una situación problemática, los alumnos desarrollan la capacidad de construir el conocimiento utilizando sus propios esquemas intelectuales, sobre la base de los conceptos previos que cada uno posee.
- Esta construcción del conocimiento se produce en interacción con otros, en un entorno social. Al confrontar sus razonamientos con puntos de vista distintos los

estudiantes ponen a prueba la viabilidad de su comprensión, a la vez que se estimulan para seguir aprendiendo.

Alineamiento constructivo

El principio de *alineamiento constructivo* (Biggs & Tang, 2007) está basado en dos ideas fundamentales:

- El aprendizaje se produce según el modelo constructivista.
- En el programa debe existir coherencia y relación directa entre los resultados de aprendizaje esperados, las actividades formativas y el sistema de evaluación.

Es decir, que si el resultado del aprendizaje en la asignatura es *proyectar estructuras*, en las actividades previstas en el programa los estudiantes deben *proyectar estructuras*, y en la evaluación deben demostrar que son capaces de *proyectar estructuras*.

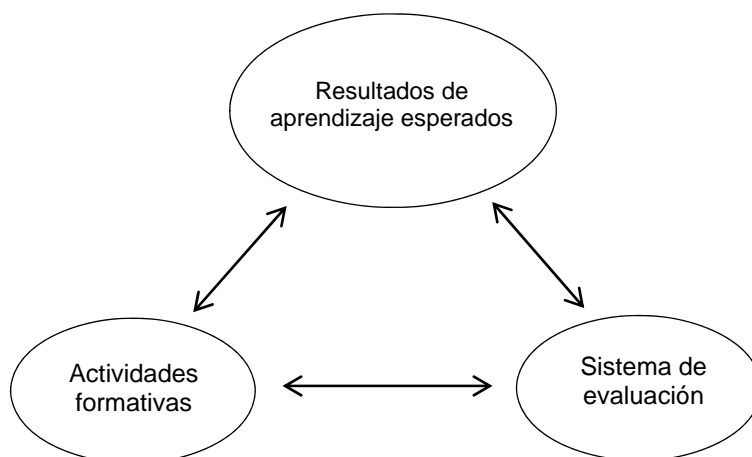


Figura 5.1. Alineamiento constructivo (Biggs & Tang, 2007)

Teoría del aprendizaje significativo

Frente al aprendizaje memorista, el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el material que se aprende e ideas pertinentes que existen en la estructura cognitiva del estudiante, y que sirven como *anclaje* (Ausubel, 2002). El aprendizaje significativo implica la reestructuración de la estructura del conocimiento existente en la mente del alumno. Como consecuencia de ello, el conocimiento aprendido de forma significativa se retiene más tiempo que el aprendido de manera memorística.

Aprendizaje profundo

Biggs y Tang (2007) hablan de un *enfoque profundo del aprendizaje*, basado en la comprensión, que ocurre cuando los estudiantes se implican de forma activa en el proceso de aprendizaje. Es un aprendizaje más efectivo, que implica un cambio profundo y permanente en la forma de ver la realidad.

En contraposición, el *enfoque superficial del aprendizaje* está relacionado con la actitud de cumplir con la tarea con el mínimo esfuerzo y con un aprendizaje de hechos aislados, sin conexión. Es un aprendizaje ritual, porque se basa en la imitación, en la apariencia externa del conocimiento, en memorizar ejemplos en lugar de comprender los principios subyacentes. La falta de tiempo para realizar las tareas, la evaluación por exámenes, o un ambiente poco propicio en clase fomentan el enfoque superficial (Kolmos, 1996; Biggs & Tang, 2007).

5.1.2 Bases metodológicas

Del análisis de necesidades realizado en el apartado anterior se derivan los principios metodológicos en los que debe basarse el diseño del programa de la asignatura:

Docencia por competencias

En línea con las directrices del EEES, el objetivo docente principal es el aprendizaje de competencias por el estudiante. La competencia conlleva dos conceptos asociados: conocimientos y su aplicación. Se trata, por tanto, de un aprendizaje activo, donde los conocimientos deben ir unidos a la acción.

Aprendizaje centrado en el estudiante

En coherencia con la filosofía del Espacio Europeo y el crédito ECTS, se debe pasar de un modelo basado en la transmisión de conocimientos del profesor a otro centrado en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Los estudiantes deben tener autonomía y responsabilizarse de tomar decisiones importantes relativas a su aprendizaje en la asignatura.

Aprendizaje Cooperativo

El aprendizaje cooperativo (AC) es una estrategia educativa en la que grupos pequeños de estudiantes emprenden juntos el aprendizaje de un tema. Basado en la construcción

colectiva del conocimiento, cada estudiante es responsable, no sólo de aprender él, sino también de que sus compañeros aprendan.

Como la metodología ABP se aplica en grupo, todo el trabajo de los estudiantes en torno a los problemas se realiza con técnicas de aprendizaje cooperativo. Las actividades se diseñan de modo que se promuevan los dos ingredientes básicos del AC: la interdependencia positiva (todos los miembros del grupo son necesarios) y la exigibilidad individual (cada miembro del grupo debe rendir cuentas) (Johnson et al., 2006).

Evaluación continua

El principio de *alineamiento constructivo* implica la necesidad de que las tareas de evaluación sean auténticas, lo cual requiere tiempo para su realización. Esto es incompatible con la evaluación por exámenes (Rojas et al., 2008). El modelo de evaluación continua, establecido en el plan de estudios, es más apropiado para evaluar las competencias de la asignatura, y además tiene la ventaja adicional (comprobada en las experiencias piloto en el plan 98) de mejorar la asistencia a clase, la participación y el rendimiento académico.

Motivación

La motivación es un condicionante esencial a tener en cuenta en el diseño del programa. La adquisición de un rango mayor de conocimientos de la materia no está justificada si se produce a expensas de una pérdida de vocación por la Arquitectura (Dewey, 1938). La motivación para seguir aprendiendo Estructuras debe ser un objetivo explícito del programa.

Participación y asistencia a clase

El programa debe diseñarse de forma que asegure un buen nivel de asistencia y participación en clase. Ambas son indispensables en un planteamiento con metodologías activas de aprendizaje y evaluación continua.

Rendimiento académico

Los problemas de rendimiento padecidos históricamente en las asignaturas de Estructuras, junto con el requisito planteado en el plan de estudios y el libro blanco de

Arquitectura de ajustar la duración real de la carrera a la nominal, obligan a considerar en el diseño de la asignatura mecanismos para mejorar el rendimiento académico.

El compromiso de los profesores.

Para alcanzar en todos los grupos los objetivos planteados, es preciso un fuerte compromiso de los profesores con el programa de la asignatura. Se han previsto mecanismos de coordinación, con reuniones frecuentes del equipo de profesores para fomentarlo y asegurar un planteamiento docente común en todos los grupos.

El nuevo plan de estudios, donde cada profesor es responsable único de un grupo reducido de alumnos (25-30), constituye un marco propicio para conseguir este compromiso.

Por otra parte, es importante que el programa permita la suficiente flexibilidad como para adaptar su aplicación al perfil de cada profesor.

5.1.3 Bases de contenidos

El trabajo con problemas reales

La asignatura debe tener un enfoque práctico, basado en el trabajo con problemas reales en un contexto arquitectónico. Al abordar los problemas, los estudiantes deben hacer el paso de la realidad a la abstracción (esquema estructural), y regresar de nuevo a la realidad, para interpretar los resultados del análisis (Vázquez Espí, 1997b).

El proyecto de estructuras como centro de la docencia de las estructuras.

En la docencia tradicional en las escuelas de Arquitectura, las Estructuras se enseñan como una disciplina aislada (Black & Duff, 1994; Banerjee, 1994), con un enfoque parcial, más teórico, en las primeras asignaturas, y dejando para las últimas la integración de los conocimientos en el proyecto de estructuras.

En el nuevo planteamiento basado en competencias, el proyecto de estructuras debe aglutinar la docencia de estructuras desde las primeras asignaturas.

Vázquez Espí (1997c), al evaluar la experiencia del plan de estudios del 96 de la Escuela de Arquitectura de Madrid, nos reafirma en este sentido:

“Lo fundamental es señalar que el estudiante de Arquitectura [y probablemente el de Ingeniería] “quiere” imaginar y crear... De ahí la buena acogida de los problemas “realistas” y el deseo de acometer cuanto antes el proyecto de estructuras”.

El uso del ordenador para aprender Estructuras

Normalmente, el trabajo en las asignaturas de Estructuras de los primeros cursos se limita al cálculo manual. Ello limita drásticamente el repertorio de Estructuras abarcables para su análisis, e imposibilita el trabajo con Estructuras reales. En el ámbito profesional, sin embargo, todas las Estructuras se analizan con programas de cálculo informático.

Se tomó la decisión de programar la asignatura introduciendo, desde este primer curso, el análisis informático, en paralelo al cálculo manual, y estableciendo criterios de comparación de resultados entre ambos métodos.

El uso del ordenador no debe limitarse a obtener resultados, sino que deben explotarse sus posibilidades como herramienta para simular la realidad y comprender el comportamiento estructural (Black & Duff, 1994; MacLeod, 2007).

El análisis para el diseño estructural

Cowan (2006) afirma que:

“Mucho de lo que los alumnos aprenden y hacen, en la actualidad es obsoleto, porque es lo que ya hacen las máquinas, y lo hacen mejor que los humanos. En el futuro, los estudiantes deberán trabajar en un nivel cognitivo más elevado, no en métodos y tareas rutinarias que puede hacer el ordenador”.

Aunque la docencia tradicional de Estructuras estaba centrada en el cálculo como un fin en sí mismo, la competencia principal que necesita aprender un arquitecto es la de *diseñar estructuras* (Black & Duff, 1994). Por ello, el análisis debe estar supeditado al diseño (Vázquez Espí, 1997a), y su finalidad principal debe ser verificar la idoneidad de un diseño dado.

BASES DE PARTIDA DEL PROGRAMA	
Bases teóricas	Modelo constructivista Alineamiento constructivo Aprendizaje significativo Aprendizaje profundo
Bases metodológicas	Docencia por competencias Aprendizaje centrado en el estudiante Aprendizaje cooperativo Evaluación continua Motivación Participación y asistencia Rendimiento académico Compromiso profesores
Bases de contenidos	Problemas reales Proyecto de Estructuras Uso del ordenador Diseño estructural

Tabla 5.1 Bases de partida del programa

5.2 Objetivos del programa

A la hora de determinar los objetivos del programa de la asignatura, se han tenido en cuenta las recomendaciones dadas por Pérez Juste (2000):

- “Todo programa debe contar con unas metas y objetivos que, obviamente, han de ser educativos. Esta afirmación parece una obviedad, pero no son pocas las ocasiones en que la evaluación de programas se «olvida» de plantearse esta tan importante como básica cuestión”.
- “Metas y objetivos deben estar acomodados a las características de los destinatarios en su contexto de referencia y ser asumidos como propios por los agentes del programa”.

En una docencia por competencias, el objetivo educativo principal de cualquier asignatura debe ser la adquisición de las competencias de la asignatura. Sin embargo, en relación con las necesidades detectadas en el capítulo anterior, se han fijado objetivos adicionales del programa, que complementan a la adquisición de competencias, y que también deberán ser tenidos en cuenta a la hora de valorar el éxito del programa.

Los objetivos del programa, que se definen en los apartados siguientes, se han dividido en dos grupos:

- Objetivos respecto al alumno
- Objetivos respecto al profesor

5.2.1 Objetivos respecto al alumno

Adquirir las competencias específicas de la asignatura

Las competencias específicas son las exclusivas de la disciplina (Álvarez Rojo, 2008).

El plan de estudios de Arquitectura establece que la adquisición de la competencia *proyectar estructuras* debe ser el objetivo final de la formación en todas las asignaturas de Estructuras del grado. Sin embargo, esta competencia solo se desarrollará de manera completa en las etapas finales del proceso de formación (últimos cursos y proyecto fin de carrera) (Golobardes & Madrazo, 2009).

Durante el proceso, en cada asignatura se producirá un desarrollo parcial de la competencia *proyectar estructuras*, que debe concretarse en el programa correspondiente. En las primeras asignaturas de Estructuras, ese desarrollo se llevará a cabo en contextos más simples y con un menor nivel de complejidad. La forma concreta en que cada asignatura colabora a la adquisición de la competencia principal constituye la lista de *competencias de la asignatura* (Valderrama, 2009), aunque también se les pueden denominar *subcompetencias* (Álvarez Rojo, 2008) o *resultados de aprendizaje esperados* de la asignatura (Biggs & Tang 2007; Golobardes & Madrazo, 2009).

En el caso de Estructuras 1, la lista de competencias de la asignatura se redactó a partir de los bloques temáticos asignados a la asignatura en la comisión de trabajo del departamento (apartado 4.4.4), y constituyen la definición de lo que los estudiantes deberán ser capaces de hacer al completar el programa de formación (Biggs & Tang, 2007; Valderrama, 2009):

- a) Identificar las tipologías estructurales más habituales en edificios construidos y describir su funcionamiento, y su relación con el proyecto arquitectónico.
- b) Determinar los valores aproximados de las acciones más frecuentes.
- c) Determinar el comportamiento de la barra, calculando las reacciones, esfuerzos, tensiones y deformaciones.

- d) Aplicar el método de los estados límite en casos sencillos, en relación con los requisitos estructurales de equilibrio, resistencia y rigidez.
- e) Determinar el comportamiento de la estructura de barras y aplicarlo a pórticos planos y espaciales, empleando aplicaciones informáticas.
- f) Analizar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, estableciendo un modelo y empleando aplicaciones informáticas.
- g) Diseñar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, adecuadas al proyecto arquitectónico, con elección de la tipología estructural, geometría, material y vínculos.

Adquirir las competencias genéricas o transversales

Las competencias transversales no están asociadas a disciplinas concretas. Según el plan de estudios, en la asignatura se deben aprender las siguientes competencias transversales:

- Habilidades para trabajar en equipo.
- Habilidad para trabajar de forma autónoma.
- Capacidad de resolución de problemas.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de aplicar la teoría a la práctica.
- Capacidad de organizar y planificar.

Las competencias transversales no son responsabilidad exclusiva de la asignatura, sino que se van aprendiendo a lo largo de todos los cursos de la carrera mediante la práctica en varias asignaturas de distintas áreas de conocimiento.

Satisfacción

Conseguir niveles altos de satisfacción con la asignatura.

Rendimiento

Como objetivo inicial nos propusimos conseguir una tasa de rendimiento (% aprobados sobre matriculados) igual o superior al 80%, una tasa de éxito (% aprobados sobre presentados) igual o superior al 90%.

Asistencia

Conseguir mejorar perceptiblemente el porcentaje de asistencia a clase.

Horas de trabajo del alumno

En cumplimiento de la carga en créditos ECTS de la asignatura, el tiempo de dedicación a la asignatura en horario no presencial de los estudiantes debe estar entre 4 y 6 horas semanales.

Motivación

Fomentar el interés por las Estructuras más allá de la asignatura.

5.2.2 Objetivos respecto al profesor

Satisfacción

Conseguir la satisfacción del equipo de profesores.

Dedicación

El tiempo de dedicación de los profesores a la docencia en la asignatura no debe ser excesivo.

En este sentido, conviene tener en cuenta que es previsible que la dedicación sea mucho mayor los primeros años de aplicación, por tratarse de una asignatura nueva, con un enfoque y metodología muy diferentes, pero luego debe estabilizarse.

OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Respecto al alumno:

1. Adquirir las competencias específicas de la asignatura
 - a) Identificar las tipologías estructurales más habituales en edificios construidos y describir su funcionamiento, y su relación con el proyecto arquitectónico.
 - b) Determinar los valores aproximados de las acciones más frecuentes.
 - c) Determinar el comportamiento de la barra, calculando las reacciones, esfuerzos, tensiones y deformaciones.
 - d) Aplicar el método de los estados límite en casos sencillos, en relación con los requisitos estructurales de equilibrio, resistencia y rigidez.
 - e) Determinar el comportamiento de la estructura de barras y aplicarlo a pórticos planos y espaciales, empleando aplicaciones informáticas.
 - f) Analizar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, estableciendo un modelo y empleando aplicaciones informáticas.
 - g) Diseñar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, adecuadas al proyecto arquitectónico, con elección de la tipología estructural, geometría, material y vínculos.
2. Adquirir las competencias transversales de la asignatura
 - Habilidades para trabajar en grupo.
 - Habilidad para trabajar de forma autónoma.
 - Capacidad de resolución de problemas.
 - Capacidad de análisis y síntesis.
 - Capacidad de aplicar la teoría a la práctica.
 - Capacidad de organizar y planificar.
3. Conseguir niveles altos de satisfacción con la asignatura.
4. Conseguir una tasa de rendimiento igual o superior al 80%.
5. Conseguir mejorar perceptiblemente el porcentaje de asistencia a clase.
6. Conseguir que el tiempo de dedicación a la asignatura en horario no presencial de los estudiantes se ajuste al ECTS (entre 4 y 6 horas).
7. Fomentar el interés por las Estructuras más allá de la asignatura.

Respecto al profesor:

1. Conseguir la satisfacción del equipo de profesores.
2. Conseguir que el tiempo de dedicación de los profesores a la asignatura no sea excesivo.

Tabla 5.2. Objetivos educativos del programa

5.3 Metodología docente

5.3.1 Criterios para elegir ABP

Se tomó la decisión de adoptar la metodología ABP, por considerarla la más adecuada para alcanzar con éxito los objetivos del programa, teniendo del mismo. La elección del ABP se fundamenta en los siguientes criterios:

- En una docencia por competencias es necesario adoptar una metodología activa de aprendizaje, como el ABP. La metodología tradicional, con evaluación por exámenes, no es adecuada para el aprendizaje y evaluación de competencias.
- Coherencia con las bases metodológicas del Espacio Europeo y el plan de estudios: aprendizaje centrado en el estudiante, aprendizaje cooperativo y evaluación continua.
- La metodología ABP parece hecha a medida para adaptar el contenido de la asignatura a las nuevas bases de partida: problemas reales, más complejos, en un contexto relacionado con la Arquitectura.
- La motivación, incluida expresamente en las bases de partida del programa, es uno de los objetivos que se consiguen con el ABP.
- La organización de la docencia presencial en sesiones tutoriales, con una fase no presencial donde cada estudiante trabaja individualmente en función de los objetivos de aprendizaje identificados por el grupo, permite al profesor aprovechar y controlar las horas de trabajo no presencial de los estudiantes (aproximadamente 6 horas semanales), de acuerdo con el sistema de créditos ECTS.
- El ABP es una metodología activa de aprendizaje con evaluación continua, que fomenta el trabajo semanal del alumno, y es por tanto adecuada para aumentar el rendimiento y la asistencia a clase.
- La baja ratio profesor-alumno en el nuevo plan de estudios hace viable su aplicación.
- En los proyectos pilotos realizados en algunos grupos en cursos anteriores la experiencia ha dado resultados muy satisfactorios.

5.3.2 Características del ABP propuesto

Clasificación

Para clasificar el ABP que hemos llevado a la práctica en la asignatura nos basaremos en los criterios aplicados por García y Pérez (2009), que ordenan las iniciativas de ABP en el marco del sistema universitario español en tres niveles:

- (a) ABP en una asignatura.
- (b) ABP en un grupo de asignaturas.
- (c) ABP en un plan de estudios completo.

El programa objeto de esta tesis es un caso de ABP en el ámbito de una asignatura, y por tanto, sigue un planteamiento unidisciplinar. Las dificultades derivadas del aprendizaje de los conceptos de Estructuras dentro de un enfoque multidisciplinar han sido documentadas por Banerjee (1994). Por otra parte, se trata de una asignatura de primer curso, lo cual limita el alcance y la complejidad de los problemas que pueden abordarse.

No obstante, la asignatura forma parte de un contexto más amplio, que completa la formación de Estructuras en el plan de estudios. En este aspecto, la propuesta global del departamento para el plan de estudios se puede clasificar en el nivel (b), pues la asignatura Estructuras 1 forma parte de un grupo de asignaturas que implementan una metodología común (ver esquema en el apartado 4.2.2). En este grupo están incluidos:

- En segundo curso, los talleres de Arquitectura, asignaturas multidisciplinarias (talleres de Arquitectura) donde se integran los conocimientos de Estructuras con los de otras áreas, en el contexto de un proyecto de Arquitectura.
- En tercer y cuarto curso, las asignaturas Estructuras 2 y Estructuras 3, planteadas con una metodología de aprendizaje basado en proyectos.

Características

Varios autores (Savin-Baden, 2000; Van Barneveld & Strobel, 2009) insisten en la necesidad de que los responsables del diseño clarifiquen cuál son las características concretas del ABP que van a llevar a cabo en su programa. En nuestro caso, estas se

derivan de particularizar las 7 características básicas del ABP (apartado 3.3) para adaptarlos al aprendizaje en una disciplina técnica como Estructuras:

1. El problema dirige el aprendizaje

El programa de la asignatura Estructuras 1 está centrado en 5 problemas reales (uno por cada módulo), en un contexto arquitectónico. Los problemas son lo primero que se encuentran los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

2. Activar el conocimiento previo

El temario está organizado por módulos, de forma que cada módulo se basa en el anterior. Al abordar un problema, los estudiantes deben reconocer y aplicar el conocimiento previo adquirido en los módulos anteriores.

3. Los estudiantes dirigen su propio aprendizaje

En este caso se ha implementado una versión más guiada del ABP, por dos razones fundamentales:

- La complejidad de la materia, y su carácter jerárquico, con predominio de conceptos “umbral” (apartado 3.11).
- Se trata de una asignatura de primer curso, por lo cual la capacidad de los estudiantes de aprender de forma autónoma es aún limitada.

En relación con la necesidad de ir desarrollando gradualmente la autonomía de los estudiantes, coincidimos con Schmidt et al. (2009), cuando afirman:

“En la fase inicial de sus estudios, es difícil que los estudiantes tengan aún una visión global de su campo de estudio, y por tanto, la guía por parte del tutor se debe llevar a cabo de forma más exhaustiva que en las fases posteriores”.

4. Los estudiantes deben colaborar para resolver el problema

Los estudiantes se enfrentan a los problemas en equipos de 3-4 alumnos. Una parte sustancial del trabajo en equipo se produce en clase, bajo la supervisión del profesor, con técnicas de aprendizaje cooperativo.

5. Centrado en el proceso de aprendizaje

El interés del curso no se centra únicamente en los resultados. El desarrollo de habilidades transversales, relacionadas con el proceso de aprendizaje, es uno de los objetivos del programa.

6. Reflexión

La resolución del problema debe ir seguida de un proceso de reflexión sobre lo aprendido (qué y cómo). En esta línea se han previsto la autoevaluación del trabajo en equipo al finalizar los problemas y los debates en clase tras las exposiciones.

7. El aprendizaje tiene lugar bajo la guía de un tutor/facilitador

Nuestro ABP sigue el modelo del “tutor flotante” (roving tutor), ya que hay un solo tutor por cada clase de 25-30 alumnos. Eso significa que el tutor no puede estar presente en el grupo durante toda la sesión tutorial.

8. El programa debe estar organizado por problemas

El curso sigue una estructura de módulos, centrados alrededor de cada problema. El temario se ha reorganizado para incluir en cada módulo los contenidos que se requieren para la resolución del problema correspondiente. Las clases teóricas se distribuyen a demanda, según las necesidades de aprendizaje que surgen en el proceso de resolución del problema.

Características de los problemas

Durante el curso se resuelven 5 problemas, uno por cada módulo. La duración aproximada de cada problema es de 3 semanas. Aunque en general, los problemas, siguen las características que deben tener los problemas de ABP (reales, complejos), al ser una asignatura de primero, el grado en que son *abiertos* y *no estructurados* está limitado, especialmente en los problemas iniciales del curso.

La complejidad va aumentando conforme avanza el curso, pero en general son problemas con objetivos bien definidos, donde se deben aplicar los procedimientos de la disciplina (unidisciplinares). Muchos autores (Mills & Treagust, 2003; Alcober et al., 2003; Bowe et al., 2003; Maufette et al., 2004) subrayan la necesidad de controlar la

complejidad de los problemas en los primeros cursos de carrera, aumentándola gradualmente en cursos superiores.

Por otra parte, la necesidad de limitar el número de conceptos nuevos que se introducen en cada problema desaconseja la elección de problemas más abiertos (Bowe et al., 2005).

Organización de las sesiones tutoriales

Cada semana del curso se realizan entre una y dos sesiones tutoriales, de dos horas de duración. En las sesiones tutoriales, los estudiantes trabajan en clase, en grupos de 4 alumnos. La organización de las sesiones tutoriales sigue el esquema expuesto en el apartado 3.5. Al final de la sesión cada grupo acuerda un plan de trabajo que debe guiar la fase de estudio individual durante la semana.



Figura 5.2. Estudiantes en la sesión tutorial. Curso 2012-13.

5.4. Contenidos y actividades formativas

El curso se compone de 5 módulos, con una media de tres semanas de duración. En cada módulo, la actividad principal es un problema.

El primer módulo, tipología estructural, sirve para situar desde el principio las Estructuras dentro de un contexto arquitectónico, como elemento de motivación inicial. Los demás módulos van creciendo en amplitud y dificultad, desde los esfuerzos en la barra hasta el diseño de una estructura. En cada módulo se repasan los aprendizajes de los módulos anteriores empleando la estrategia de la repetición para afianzar lo aprendido.

En general, la estructura de un módulo es la siguiente:

- En primer lugar, se presenta el problema principal del módulo. En la primera sesión tutorial los estudiantes se plantean objetivos de aprendizaje, y elaboran un plan de trabajo para el estudio individual durante la semana en horario no presencial (los enunciados de todos los problemas se pueden consultar en el anexo 2).
- En las siguientes sesiones, el grupo sintetiza el conocimiento adquirido individualmente, y lo aplica a la resolución del problema. Se plantean nuevos objetivos de aprendizaje y se elabora de nuevo el plan de trabajo.
- Complementariamente, pueden realizarse clases expositivas para aclarar conceptos relacionados con los objetivos de aprendizaje identificados por los estudiantes.
- Igualmente, se realizan actividades breves complementarias relacionadas con el contenido del módulo: problemas cortos, edificio del día, ejercicios breves de cálculo con aplicaciones informáticas (CYPE u otra), etc...
- En algunos módulos, los estudiantes tendrán que realizar una exposición pública al finalizar el problema.

MÓDULO 1. INTRODUCCIÓN A LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Competencias:

- a) Identificar las tipologías estructurales más habituales en edificios construidos y describir su funcionamiento, y su relación con el proyecto arquitectónico.

Unidades de competencia:

- Definir el concepto de estructura.
- Identificar los elementos y sistemas estructurales más habituales en edificios construidos según su forma, material y funcionamiento.

Actividad principal (Problema 1):

Análisis de la tipología estructural de un edificio.

Contenidos:

Tema 1. Introducción a las estructuras de edificación.

Tema 2. Tipología estructural.

MÓDULO 2. ESFUERZOS Y DEFORMADAS

Competencias:

- c) Determinar el comportamiento de la barra, calculando las reacciones, esfuerzos, tensiones y deformaciones.

Unidades de competencia:

- Determinar qué reacciones y coacciones implica cada una de las soluciones de enlace.
- Calcular las reacciones en una estructura isostática con las ecuaciones de equilibrio.
- Definir los esfuerzos Axil, Cortante, Flector y Torsor. Analizar cómo deforman la rebanada.
- Calcular el valor de los esfuerzos aplicando la técnica del corte, en barras isostáticas.
- Dibujar los diagramas de esfuerzos y la deformada en barras isostáticas, aplicando las relaciones entre q , V , M .

Actividad principal (problema 2):

Determinación de esfuerzos y deformada de una viga.

Contenidos:

Tema 3. Enlaces y equilibrio.

Tema 4. Esfuerzos. Solicitaciones.

MÓDULO 3. DIMENSIONADO DE VIGAS A FLEXIÓN

Competencias

- c) Determinar el comportamiento de la barra, calculando las reacciones, esfuerzos, tensiones y deformaciones.
- d) Aplicar el método de los estados límite en casos sencillos, en relación con los requisitos estructurales de equilibrio, resistencia y rigidez.

Unidades de competencia:

- Dibujar la distribución de tensiones normales y tangenciales en una sección sometida a flexión, indicando sus valores máximos.
- Calcular la flecha de una barra utilizando prontuarios de vigas.
- Identificar las verificaciones de estados límite últimos y de estados límite de servicio.
- Asignar coeficientes de seguridad a las acciones y a las resistencias.
- Dimensionar y comprobar barras a partir de las tensiones y de las deformaciones.

Actividad principal (Problema 3):

Problema de dimensionado de vigas a flexión, en acero o madera, con cargas habituales en edificación, a mano y con aplicaciones informáticas (aplicación NM3D de CYPE).

Contenidos:

Tema 7. Tensiones. (Apartado de flexión simple).

Tema 8. Deformaciones. (Apartado de flexión simple).

Tema 9. La seguridad en las estructuras. Comprobaciones de tensiones y deformaciones.

MÓDULO 4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL 2D

Competencias:

- b) Determinar los valores aproximados de las acciones más frecuentes.
- e) Determinar el comportamiento de la estructura de barras y aplicarlo a pórticos planos y espaciales, empleando aplicaciones informáticas.
- f) Analizar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, estableciendo un modelo y empleando aplicaciones informáticas.

Unidades de competencia:

- Determinar las acciones más frecuentes y relevantes sobre una estructura.
- Convertir la carga superficial sobre forjados y cubiertas en carga lineal sobre vigas.
- Elaborar un modelo simplificado para el cálculo cuyo comportamiento sea representativo del de

la estructura real.

- Distinguir entre estructura principal y secundaria.
- Dibujar la distribución de tensiones en una sección sometida a tracción o compresión simple, indicando sus valores máximos.
- Dibujar la distribución de tensiones en secciones sometidas a flexión compuesta y flexión esviada, indicando sus valores máximos.
- Elegir las secciones más adecuadas para una barra en función de la sollicitación que recibe.
- Calcular el alargamiento de una barra debido al axil.
- Elaborar el modelo de una estructura en un programa de cálculo informático.
- Analizar la estructura con ordenador, determinando diagramas de esfuerzos y deformadas, comprobando las barras y obteniendo el dimensionado definitivo.
- Relacionar la solución manual, simplificada, con el modelo más complejo de la estructura calculado por ordenador.
- Analizar y comparar el comportamiento de los distintos tipos de estructuras de barras.

Actividad principal (Problema 4):

Proyecto de análisis estructural, de la estructura de un edificio real: identificación de los elementos y la geometría de la estructura, determinación de acciones verticales, predimensionado, modelos informáticos de la estructura secundaria (viguetas) y principal (pórtico en 2D), análisis por ordenador con dimensionado definitivo, análisis crítico.

Contenidos:

Tema 5. Acciones.

Tema 6. Realidad y modelo estructural.

Tema 7. Tensiones. (Apartados de axil y de flexión compuesta).

Tema 8. Deformaciones. (Apartado de axil).

Tema 10. Análisis de estructuras por ordenador.

Tema 11. Estructuras de barras.

MÓDULO 5. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL 3D

Competencias:

- g) Diseñar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, adecuadas al proyecto arquitectónico, con elección de la tipología estructural, geometría, material y vínculos.

Unidades de competencia:

- Distinguir entre el diseño estructural (definición de la estructura) y el análisis estructural (verificación de la estructura) como los pasos fundamentales del proyecto de estructuras.
- Diseñar estructuras sencillas con barras de acero o madera, adecuadas al proyecto arquitectónico.
- Identificar los casos habituales en que se produce torsión, y elegir las secciones más convenientes para resistir a torsión.

Actividad principal (Problema 5):

Proyecto de diseño y análisis estructural, de una estructura sencilla: diseño de la estructura con determinación de geometría, material y vínculos, determinación de acciones, predimensionado, modelos informáticos de la estructura secundaria (viguetas) y principal (estructura en 3D), análisis por ordenador con dimensionado definitivo, análisis crítico.

Contenidos:

Tema 12. Proyecto de estructuras.

Tabla 5.3. Competencias, unidades de competencia, contenidos y actividades de cada módulo.

La organización del programa en módulos y la relación entre los contenidos de los distintos módulos se ilustra en el mapa conceptual de la figura 5.3. El mapa se construye a partir de la competencia principal *proyectar estructuras*, y muestra el esquema de aprendizaje por repetición planteado en la asignatura,

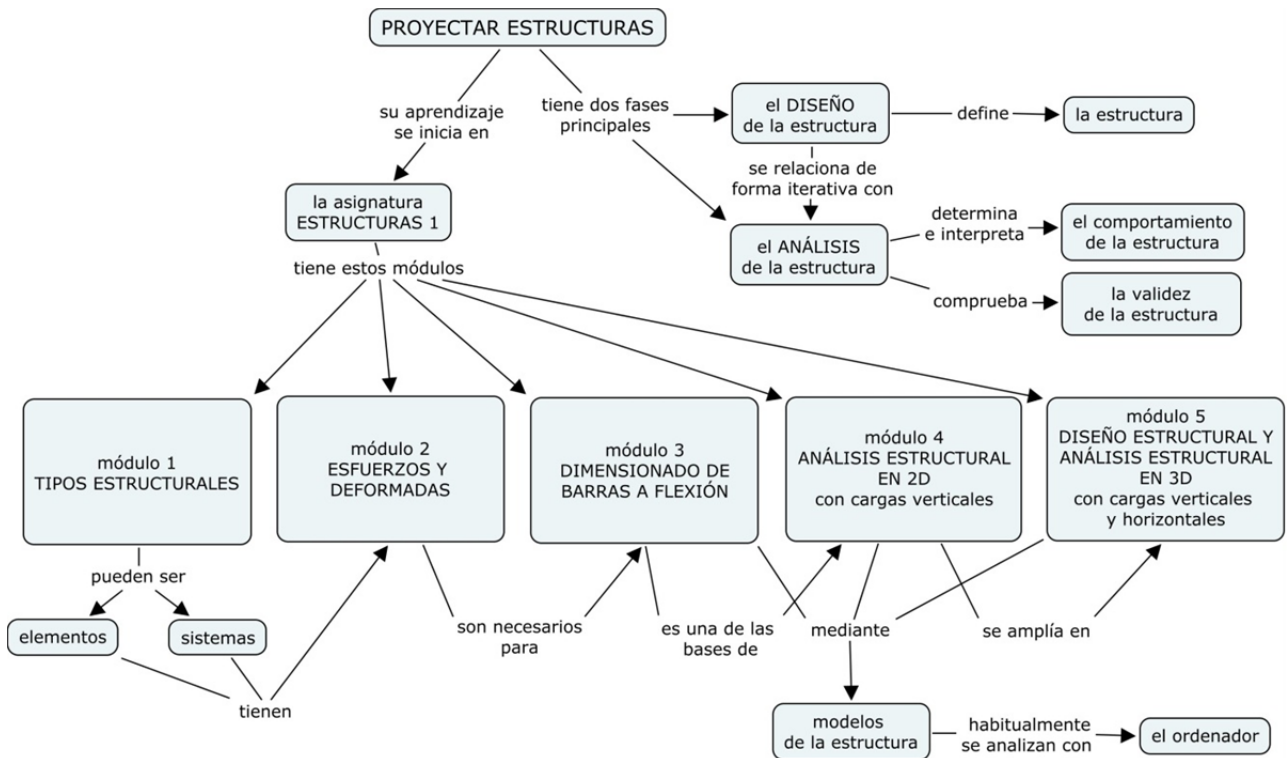


Figura 5.3. Mapa conceptual que representa la organización de la asignatura en módulos

5.5 Evaluación del aprendizaje

Objeto (¿QUÉ se evalúa?)

El objeto de la evaluación es el aprendizaje de las competencias de la asignatura, que se descomponen en unidades de competencia en cada módulo. Al tratarse de un sistema de evaluación continua, se evalúan tanto los resultados como el proceso de aprendizaje.

Finalidad (¿PARA QUÉ se evalúa?)

La evaluación tiene una doble finalidad:

- **Formativa:** el sistema de evaluación debe proporcionar retorno frecuente al alumno que le permita reflexionar, detectar sus errores y corregirlos. Para garantizar la evaluación formativa, se han previsto entregas parciales en todos los problemas (excepto el 1º por su corta duración) con retorno rápido a los estudiantes, indicando los errores cometidos.
- **Sumativa:** la evaluación debe certificar si se han adquirido las competencias de la asignatura.

Momento (¿CUÁNDO se evalúa?)

El sistema de evaluación continua es el más apropiado para el aprendizaje de competencias y la metodología ABP. La evaluación está integrada en las actividades de cada módulo (ver cronograma de la asignatura, tabla 5.4).

Criterios (¿CÓMO se evalúa?)

Los criterios de evaluación de cada problema se hacen explícitos mediante RÚBRICAS. En las rúbricas (adjuntadas en el anexo 3) se especifican los criterios con los que se evalúa cada problema, en relación con los objetivos de aprendizaje del módulo.

Técnicas e instrumentos (¿CON QUÉ se evalúa?)

- Problemas de ABP. Son la actividad principal. Se evalúa:
 - El informe o entrega final del problema (resultados de aprendizaje).
 - Entregas parciales en todos los problemas.
 - El seguimiento del profesor (proceso de aprendizaje).
 - Las exposiciones y debates.
- Test individuales. Se realiza uno a mitad de cuatrimestre, y otro al final. Su función principal es fomentar la responsabilidad individual.
- Actividades breves (en clase y fuera de clase). Su evaluación se integra en la nota del problema. Incluyen:
 - Edificio del día.
 - Ejercicios de cálculo manual de vigas.
 - Ejercicios breves de análisis por ordenador.
- Autoevaluación / evaluación por pares. En algunos problemas, los equipos de estudiantes evalúan su propio trabajo, y el de sus compañeros. Este tipo de evaluación es muy útil para que los estudiantes reflexionen sobre su proceso de aprendizaje.

Calificación

Ponderación de calificaciones entre las distintas actividades evaluables:

- 15% Tests individuales.
- 85% Problemas de estructuras.

En la evaluación de cada problema se incluye también la calificación de las actividades complementarias incluidas en el módulo de ese problema. El peso en la calificación final de cada uno de los módulos es:

1. Introducción a la tipología estructural (15%)
2. Esfuerzos y deformadas (15%)
3. Dimensionado de vigas a flexión (15%)
4. Análisis estructural (20%)
5. Diseño y análisis estructural (20%)

5.6 Medios y recursos

Aulas

La metodología docente empleada necesita un espacio adecuado. Se han previsto, para las aulas:

- Mobiliario: mesas de trabajo en equipo.
- Ordenadores portátiles (alumnos y profesor).
- Proyector.
- Red inalámbrica.
- Electrificación del aula.

Documentación

El planteamiento docente de la metodología ABP, que implica el aprendizaje autónomo de la materia a partir de las necesidades de aprendizaje establecidas en cada problema, hace necesario que los estudiantes tengan documentación de calidad a su disposición.

Por ello, en la elaboración de la documentación del curso, hemos tenido en cuenta los siguientes condicionantes (Álvarez Rojo et al., 2002):

- Que sea clara, y de fácil comprensión.
- Que tenga un alto contenido visual y gráfico, para hacer más asequible la comprensión de los conceptos estructurales básicos de la asignatura.
- Que sea práctica: que esté enfocada de la forma más directa posible a la resolución de problemas.
- De fácil acceso: que permita a los estudiantes localizar las partes necesarias para la resolución de un problema determinado. Para ello, el temario de la asignatura se ha reorganizado siguiendo la misma estructura que los módulos del curso.

Se pueden distinguir tres tipos de documentos:

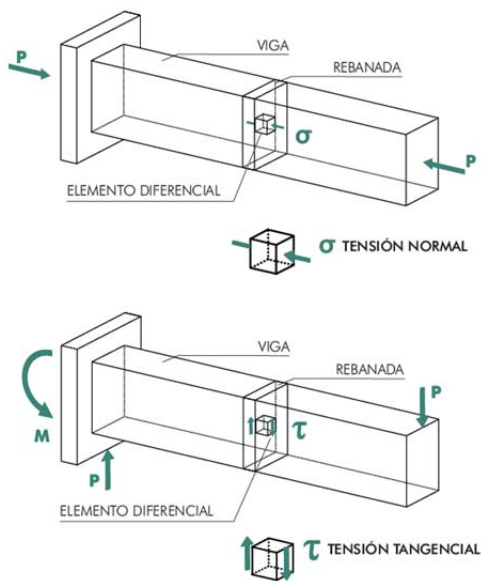
- Apuntes de la asignatura. Se ha reorganizado el temario para adaptarse mejor a la estructura de 5 módulos.
- Técnicas básicas. Son tutoriales de carácter práctico, donde se explica, con un ejemplo comentado, cómo aplicar las técnicas básicas de la asignatura. Por ejemplo: “¿Cómo dimensionar una viga a flexión?”.
- Problemas resueltos.

2_DISTRIBUCIÓN

4

[2.1] TENSIONES NORMALES- TENSIONES TANGENCIALES:

EN EL CASO ANTERIOR LA TENSION ES **NORMAL** A LA SECCION DE LA BARRA. NO OBSTANTE, LA TENSION PUEDE SER TAMBIEN **TANGENTE** A LA SECCION.



[2.2] DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES EN LA SECCIÓN:

DE FORMA GENERAL LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES EN LA SECCIÓN PUEDE SER **CONSTANTE**, **LINEAL** O **PARABÓLICA**.

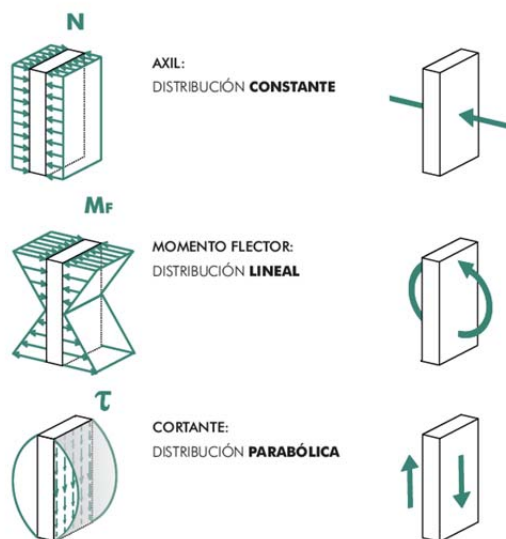


Figura 5.4. Página correspondiente al tema 7 (tensiones) de los apuntes de la asignatura.

Programas de ordenador

- Programa Nuevo Metal 3D de CYPE: para el análisis de estructuras por ordenador, se ha elegido el programa Nuevo Metal 3D de CYPE, por ser el programa comercial más utilizado por los profesionales en el cálculo de estructuras de edificación.
- Programa Kilo: es una aplicación interactiva desarrollada en el departamento que muestra en tiempo real los diagramas de esfuerzos y deformadas de vigas.

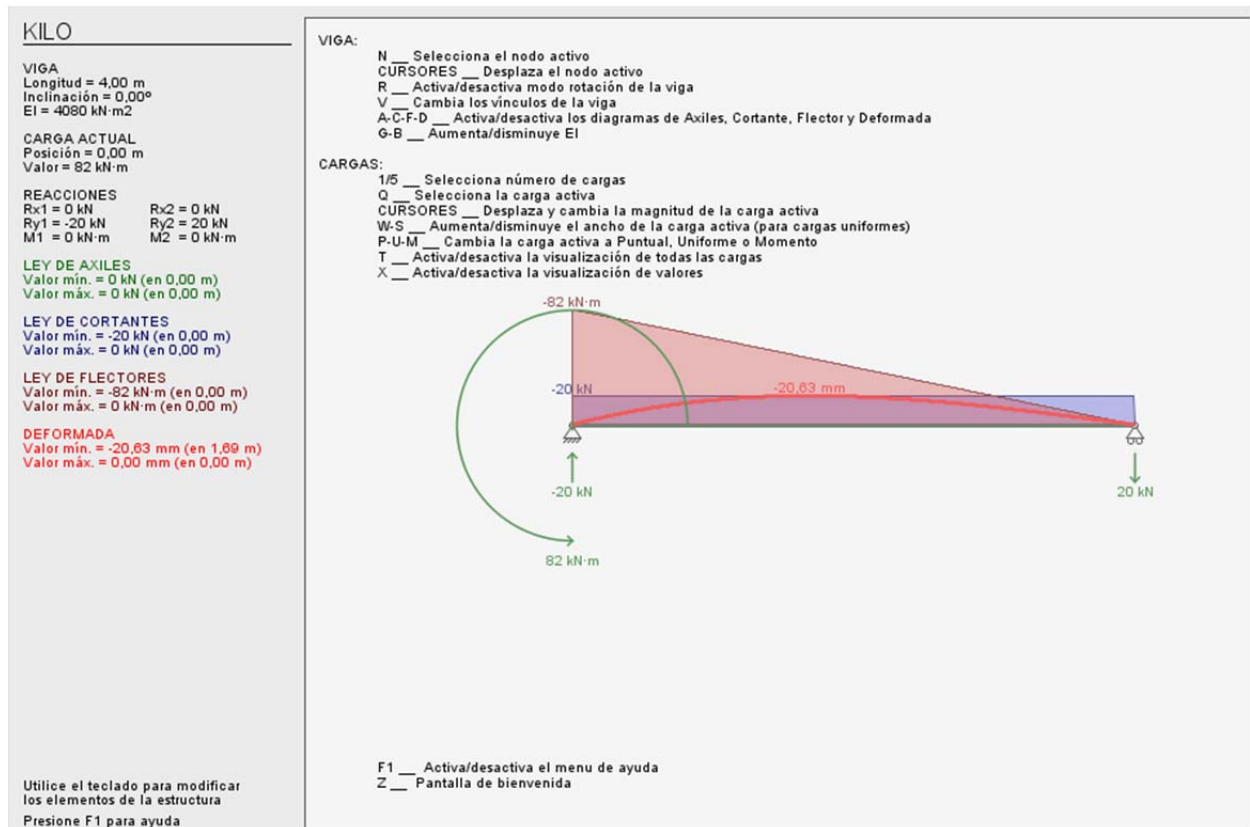


Figura 5.5. Pantalla del programa interactivo "kilo", que muestra los esfuerzos y la deformada en tiempo real de una viga sometida a un momento puntual.

Plataforma de enseñanza virtual

El curso se apoya intensivamente en la plataforma de enseñanza virtual de la Universidad de Sevilla: contenidos, horarios de tutorías, anuncios, correo, publicación y entrega de tareas, publicación de calificaciones, etc...

5.7 Temporalización

El desarrollo temporal del curso se organiza de acuerdo con el cronograma de la tabla 5.4.

ESTRUCTURAS 1 - grupo 1 - CRONOGRAMA					
SEMANA	FECHA	ACTIVIDADES PRESENCIALES (2h) primera clase semanal	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES (2h) intermedio	ACTIVIDADES PRESENCIALES (2h) segunda clase semanal	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES (3 a 4 h) durante la semana
1	13/02/2012	Presentación del curso Test personal y Test Física	-	Formación de grupos Enunciado P1. Tipología estructural. Sesión 1.1	Trabajo individual en P1 Estudio Temas 1 y 2
2	20/02/2012	P1. Sesión 1.2. Puesta en común	P1. Preparación de exposición	P1. Sesión 1.3. Exposición y debate, coevaluación y autoevaluación	Estudio Temas 3 y 4
3	27/02/2012	Enunciado P2. Esfuerzos y deformada. Sesión 2.1. Reacciones y esfuerzos-cálculo	P2. Reacciones y esfuerzos-cálculo	P2. Sesión 2.2. Esfuerzos y deformada-a estima	P2. Esfuerzos y deformada-a estima Repaso Temas 3 y 4
4	05/03/2012	Actividad breve: Programa Kilo	P2. Esfuerzos y deformadas	P2. Sesión 2.3. Ejercicios	Estudio Temas 5 y 6
5	12/03/2012	Enunciado P3. Dimensionado a flexión. Sesión 3.1. Reacciones y esfuerzos	P3. Reacciones y esfuerzos	P3. Sesión 3.2. Tensiones y flecha	P3. Tensiones y flecha Estudio Temas 7 y 8
6	19/03/2012	P3. Sesión 3.3. Comprobaciones	P3. Comprobaciones. Instalación programa Cype	Actividad breve: Programa Cype. 1-vigas	P3. Comprobaciones Estudio Temas 9 y 10
26/03/2012 SEMANA CULTURAL					
02/04/2012 SEMANA SANTA					
7	09/04/2012	P3. Sesión 3.4. Cálculo por ordenador	-	Colchón 1. Recuperaciones, repastos, complementos	Estudio para el test 1 Repaso Temas 3 a 10
8	16/04/2012	Primer test individual. Vigas (a mano/ordenador)	-	Enunciado P4. Análisis estructural 2D. Sesión 4.1. Modelos y vigueta	P4. Modelos y vigueta Repaso temas 5 a 9
23/04/2012 FERIA					
9	30/04/2012	P4. Sesión 4.2. Viga	P4. Viga	P4. Sesión 4.3. Pilar	P4. Pilar Estudio Tema 11
10	07/05/2012	Actividad breve: Programa Cype. 2-pórticos	P4. Cálculo por ordenador	P4. Sesión 4.4. Cálculo por ordenador	P4. Cálculo por ordenador
11	14/05/2012	P4. Sesión 4.5. Análisis crítico e informe	P4. Preparación de exposición	P4. Sesión 4.6. Exposición y debate	Estudio para el test 2 Repaso Temas 3 a 11
12	21/05/2012	Segundo test individual. Pórticos (a mano/ordenador)	-	Enunciado P5. Diseño estructural y análisis 3D. Sesión 5.1. Diseño	P5. Diseño Estudio Tema 12
13	28/05/2012	P5. Sesión 5.2. Dimensionado de viguetas, predimensionado de vigas y pilares	P5. Dimensionado de viguetas, predimensionado de vigas y pilares	P5. Sesión 5.3. Cálculo 3D por ordenador	P5. Cálculo por ordenador
14	04/06/2012	P5. Sesión 5.4. Viento	P5. Viento	P5. Sesión 5.5. Análisis crítico e informe	P5. Preparación de exposición
15	11/06/2012	P5. Sesión 5.6. Exposición y debate. Encuestas	-	Colchón 2. Recuperaciones, repastos, complementos	-

Tabla 5.4. Cronograma de la asignatura

6. Diseño de la evaluación del programa

6.1 La evaluación de programas educativos

Para precisar el concepto de evaluación de programas elegimos la definición de Pérez Juste (2000):

“La evaluación de programas es un proceso sistemático, diseñado intencional y técnicamente, de recogida de información rigurosa —valiosa, válida y fiable— orientado a valorar la calidad y los logros de un programa, como base para la posterior toma de decisiones de mejora, tanto del programa como del personal implicado y, de modo indirecto, del cuerpo social en que se encuentra inmerso”.

En el contexto de esta tesis, interesa resaltar una cuestión primordial: el objetivo último de la evaluación debe ser la toma de decisiones que lleven a la mejora del programa. La información más valiosa, por tanto, será la que permita identificar aspectos importantes que puedan servir para perfeccionar el programa.

6.2 Modelo para la evaluación del programa

6.2.1 Características de la evaluación realizada

Según Tejedor (2000):

“La Evaluación de Programas es un proceso para generar formas útiles de comprensión sobre una innovación (o una intervención)”.

En el caso del que se ocupa esta investigación, donde se trata de evaluar un programa que implementa la metodología ABP, la comprensión del proceso en toda su complejidad es esencial para esbozar un plan de mejora que sea verdaderamente eficaz. Para ese fin, la simple identificación de puntos negativos no basta. Una evaluación más efectiva debe indagar también en las causas que explican los datos que se vayan encontrando (Tejedor, 2000).

Por ello, la evaluación realizada tiene las siguientes características:

- Es una evaluación eminentemente formativa, orientada a la toma de decisiones para mejorar el programa. No obstante, también tiene una componente sumativa, con el objeto de valorar si se han cumplido los objetivos (Álvarez-Rojo et al., 2002).
- Es una evaluación interna, llevada a cabo por los propios responsables del programa (Álvarez-Rojo et al., 2002).
- Es una evaluación criterial, en la que las referencias de comparación son “los niveles de eficacia, eficiencia, satisfacción... que la propia institución considerara razonablemente alcanzables” (Pérez Juste, 2000).
- Es una evaluación integrada, no es un elemento extraño a la actividad educativa, sino que forma parte de ella, y sirve a los mismos objetivos (Pérez Juste, 2006).
- Se encuadra dentro de un esquema de ciclos sucesivos de evaluación-mejora.

Este conjunto de características definen un modelo de evaluación continua y formativa, donde en la etapa final del primer ciclo se evalúa no sólo el resultado, sino también el diseño y el proceso, con el objetivo de mejorar el programa en ciclos posteriores. En este sentido, coincidimos plenamente con Pérez Juste (2000), cuando afirma:

“Esta concepción conduce a la institucionalización (de la evaluación), con lo que, en ciclos o bucles evaluativos posteriores, se da un enlace y entrelazamiento entre la evaluación final de un ciclo y la inicial del siguiente, lo que permite extraer el máximo potencial de mejora a esta función educativa”.

6.2.2 Modelo en que se basa la evaluación

Para definir las componentes de nuestro plan de evaluación del programa nos hemos basado en el modelo de Tejada et al. (2007a), que a la hora de abordar la planificación de la evaluación considera siete dimensiones básicas:

- Objeto: ¿qué se evalúa?
- Finalidad: ¿para qué se evalúa?
- Momento: ¿cuándo se evalúa?

- Instrumento: ¿con qué se evalúa?
- Evaluador: ¿quién evalúa?
- Modelo o metodología: ¿cómo se evalúa?
- Criterios y referencias: ¿cómo y con qué se compara?

La elección del modelo de Tejada como base para la planificación de nuestra evaluación, se debe a dos razones fundamentalmente:

En primer lugar, proporciona la flexibilidad necesaria para evaluar un programa complejo, basado en la metodología ABP. Un aspecto clave en este sentido es la distinción entre el *momento* y el *objeto* de la evaluación.

En segundo lugar, el modelo de evaluación propuesto por Tejada atiende a cada una de las fases del proceso de diseño e implementación del programa: evaluación inicial, evaluación durante el desarrollo y evaluación final. Este esquema facilita a los responsables del programa la identificación de dificultades y la toma de decisiones de mejora (Tejada, 2007b).

La evaluación del proceso, en particular, es de vital importancia en la aplicación de una metodología como el ABP, donde la forma en que se desarrolla realmente el proceso de aprendizaje, independientemente de lo diseñado, es de vital importancia. Por ejemplo: un programa bien diseñado sobre el papel puede fracasar si el funcionamiento real de las sesiones tutoriales es deficiente.

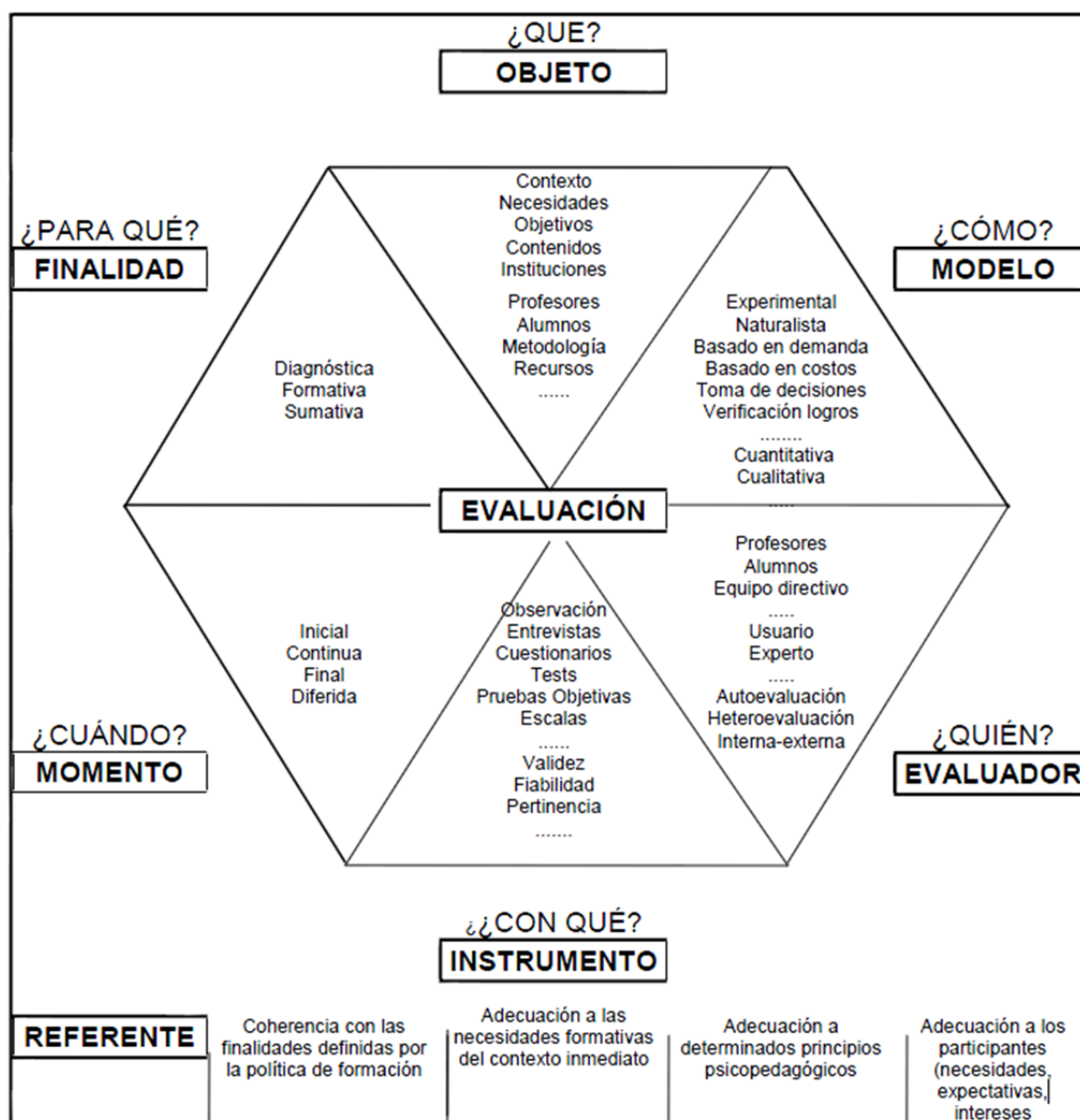


Figura 6.1. Dimensiones según el modelo de evaluación de Tejada (Tejada et al., 2007a)

6.3 Plan de evaluación

6.3.1 Momento, objeto y finalidad

A partir del modelo de Tejada hemos desarrollado la planificación del proceso de evaluación del programa de la asignatura, que se muestra gráficamente en el esquema de la figura 6.2. Cabe destacar el hecho de que no en todas las fases existe paralelismo entre el momento y el objeto de la evaluación:

- En la evaluación inicial, se evalúa el *diseño* del programa.

- En la evaluación durante el desarrollo se evalúa el *proceso* o implementación del programa.
- En la evaluación final se evalúan el *diseño*, el *proceso* y los *resultados* de la aplicación del programa.

En este sentido, se trata de una evaluación más global, lo cual es coherente con el esquema de ciclos sucesivos de evaluación-mejora en el que se encuadra. Los datos recogidos al finalizar el programa son útiles para evaluar, no solo el resultado, sino también el proceso y el diseño, para su mejora de cara a las siguientes ediciones del programa (en cursos sucesivos). El reto que supone la implementación de la metodología ABP en una disciplina técnica como Estructuras obliga al perfeccionamiento sucesivo del programa, que solo funcionará con plena eficacia tras varios cursos de rodaje.

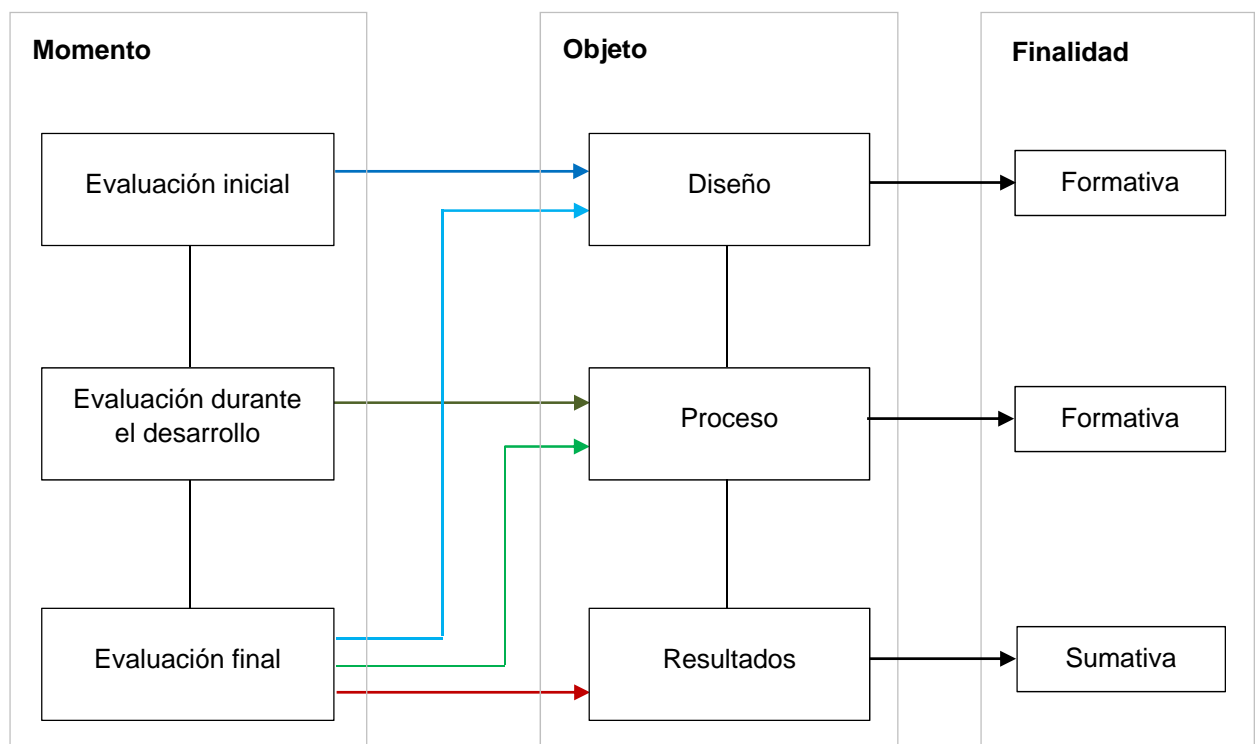


Figura 6.2. Plan de evaluación del programa

Aunque es útil ordenar la evaluación en distintas fases, es igualmente importante mantener una visión global del proceso de evaluación, tal como puntualiza Tejedor (2000):

“La supervisión del desarrollo de cada una de esas fases en términos evaluativos nos lleva al establecimiento de diferentes tipos de evaluación que pueden llegar a tener interés en sí mismo, incluso con su metodología propia (necesidades, objetivos, proceso, resultados,...); pero no podemos olvidar que todos ellos forman parte de un esquema único de investigación que nos informará sobre la puesta en marcha del programa y la calidad de sus logros”.

6.3.2 Criterios y referencias

Las *referencias* son los términos de comparación que utilizaremos para evaluar. En el caso de una evaluación orientada a la mejora como el que nos ocupa hemos considerado adecuado adoptar, como recomienda Pérez Juste (2000), una perspectiva de evaluación *criterial*, donde los referentes para comparar serían “los niveles de eficacia, eficiencia, satisfacción, etc... que la propia institución, tras el análisis de su situación, considera razonablemente alcanzables”.

Los *criterios* de evaluación son los parámetros en los que se basará la comparación.

Criterios y referencias se concretan en los apartados siguientes para cada objeto de evaluación (diseño, proceso y resultados).

6.3.3 Evaluadores

En el apartado *evaluadores* habría que distinguir entre (1) los que proporcionan la información (estudiantes, profesores y expertos) y (2) los encargados de recopilarla y manejarla de acuerdo a un plan sistemático, con el fin de valorar el programa y tomar decisiones de mejora (los responsables del diseño del programa, que en una evaluación interna como la que nos ocupa, son también los responsables últimos de la evaluación).

6.3.4 Metodología

En cuanto a la *metodología*, hemos optado por un enfoque mixto, que incluye métodos cualitativos, más útiles de cara a explicar la realidad compleja del programa, y métodos

cuantitativos, que permiten considerar un rango de datos más representativo y contrastar la percepción de los distintos agentes implicados.

La unión de ambos enfoques, y la triangulación en el análisis de datos proporcionan refuerzo a la validez de las conclusiones obtenidas. La triangulación se lleva a cabo contrastando diversos instrumentos de recolección de datos.

Por tanto, aplicamos el *principio de complementariedad metodológica*, defendido por Pérez Juste (2000) como respuesta, por un lado, a la diversidad de objetivos de la evaluación (evaluación formativa/sumativa), y por otro, a la diversidad de agentes y destinatarios del programa, con intereses muy variados.

Un resumen completo de la evaluación realizada se muestra en la tabla 6.1, atendiendo a las 15 dimensiones y cuestiones planteadas por Tejada (2007b).

DIMENSIONES	CUESTIONES	COMENTARIOS
1. El origen de la evaluación	¿Quién solicita la evaluación?	Un grupo de profesores de la asignatura, responsables del diseño del programa.
2. Finalidad de la evaluación	¿Para qué? ¿Cuál es su justificación?	Mejorar la docencia
3. Objeto de la evaluación	¿Qué evaluar?	Evaluación del programa de la asignatura Estructuras 1 (diseño, proceso y resultados)
4. Referentes de la evaluación	¿Qué criterios aplicar? ¿Quién los define?	Los marcados por: la Universidad de Sevilla, el plan de estudios y el propio programa de la asignatura.
5. Metodología a emplear	¿Qué paradigma ilumina nuestra evaluación?	Metodología mixta (cualitativa, cuantitativa)
6. Técnicas e instrumentos	¿Cómo recoger los datos y las informaciones?	Cualitativos: grupos de discusión, entrevistas, cuestionarios de respuesta abierta. Cuantitativos: escalas de valoración.
7. Selección de las fuentes de información	¿A quién o a dónde dirigimos para recabar la información?	Alumnos, profesores y expertos multidisciplinares.
8. Ubicación y temporalidad	¿Cuándo y dónde se realizan los procesos de evaluación?	Evaluación inicial, durante el desarrollo y final.
9. Responsabilización de la acción	¿Quién recoge la información o aplica los instrumentos?	Los responsables del diseño del programa (evaluación interna)
10. Elaboración de los instrumentos y tratamiento de la información	¿Con qué medios?	Encuestas en soporte papel y electrónico, grupos de discusión grabados en soporte audio. Análisis de datos cualitativo con el programa ATLAS.ti
11. Costos	¿Con qué medios contamos?	Ayudas del I Plan Propio de docencia a proyectos de innovación e investigación docente.
12. Informe	¿Quién evalúa?	Los responsables del diseño del programa (evaluación interna).
13. Destinatarios del informe	¿Cuál es la naturaleza de las audiencias?	El equipo de profesores de la asignatura.
14. Toma de decisiones	¿Qué consecuencias tiene la evaluación?	Formativas (plan de mejora del programa).
15. Responsabilidad de la toma de decisiones	¿Quién debe tomarlas?	Los responsables del diseño de la asignatura, de acuerdo con el equipo de profesores.

Tabla 6.1. Dimensiones y cuestiones sobre la evaluación del programa de la asignatura (adaptada de Tejada et al., 2007b)

6.4 Evaluación inicial

La evaluación inicial se realiza antes de la puesta en marcha del programa.

6.4.1 Objeto

El objeto de la evaluación inicial es el *diseño* del programa.

6.4.2 Finalidad

Formativa: la finalidad de la evaluación es detectar puntos fuertes y débiles en el diseño del programa, que permitan tomar decisiones de mejora sobre el mismo.

6.4.3 Criterios

La evaluación inicial se ha basado en los siguientes criterios: (Pérez Juste, 2000; Tejada, 2007b):

- Adecuación de los distintos componentes del programa (contenidos, metodología docente y actividades, medios y recursos, sistema de evaluación) a los objetivos propuestos.
- Coherencia interna entre los distintos componentes del programa (objetivos, contenidos, metodología docente y actividades, medios y recursos, sistema de evaluación).

6.4.4 Evaluadores

La evaluación inicial ha sido llevada a cabo por un grupo multidisciplinar de expertos: metodológicos, técnicos y pedagógicos (Pérez Juste, 2000).

6.4.5 Técnicas e instrumentos

La evaluación inicial se realiza mediante la técnica del *juicio de expertos*, consultados por medio de un cuestionario.

EVALUACIÓN INICIAL			
Objeto	Criterios	Finalidad	Técnicas
DISEÑO	- Adecuación de los componentes del programa a los objetivos - Coherencia interna entre los componentes del programa	Formativa	Juicio de expertos

Tabla 6.2 Evaluación inicial

6.5 Evaluación durante el desarrollo

6.5.1 Objeto

El objeto de la evaluación durante el desarrollo es el *proceso* de implementación del programa, entendiéndose por *proceso* la puesta en marcha de lo planificado en el diseño del programa (Álvarez Rojo et al., 2002).

6.5.2 Finalidad

Formativa. La finalidad de la evaluación del proceso es cuádruple (Tejedor, 2000; Álvarez Rojo et al., 2002):

- Analizar las diferencias que existen entre el funcionamiento real del programa y el previsto inicialmente.
- Identificar las posibles dificultades que pueden aparecer en el proceso de implementación del programa.
- Facilitar la toma de decisiones sobre la marcha, en caso necesario, para hacer frente a las dificultades que surjan.
- Identificar puntos fuertes y puntos débiles del programa para el plan de mejora.

6.5.3 Criterios

Para establecer los criterios por los que se guía la evaluación del proceso nos hemos basado en las propuestas realizadas por diversos autores (Álvarez Rojo et al., 2002; Linnan & Steckler, 2002; Pérez Juste, 2006).

- Control del contexto
 - Respuesta del contexto: aspectos del entorno que afectan a la implementación del programa (actitud de los profesores y alumnos, influencia de otras asignaturas...).
- Control de la ejecución
 - Fidelidad: calidad de la implementación, en relación con lo planificado (actividades, secuencias, temporalización, flexibilidad, recursos).
 - Obstáculos: dificultades que aparecen al implementar el programa.
- Control de la cobertura

- Asistencia: proporción de los destinatarios potenciales del programa que se beneficia efectivamente de sus actuaciones.
- Implicación: grado en que los participantes interaccionan, o se implican en el programa.

6.5.4 Evaluadores

Los encargados de proporcionar la información para la evaluación durante el desarrollo son los profesores y los estudiantes.

6.5.5 Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos que se han previsto para la evaluación del programa durante su desarrollo son:

- Cuestionarios de observación del módulo (rellenados por el profesor al final de cada módulo).
- Actas de las sesiones tutoriales (rellenadas por el grupo de estudiantes al final de la sesión tutorial).

EVALUACIÓN DURANTE EL DESARROLLO			
Objeto	Criterios	Finalidad	Técnicas e instrumentos
PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> - Control del contexto - Control de la ejecución - Control de la cobertura 	Formativa	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionarios de observación del módulo - Actas de las sesiones tutoriales

Tabla 6.3. Evaluación durante el desarrollo

6.6 Evaluación final

6.6.1 Objeto

En coherencia con un esquema de intervención organizada en ciclos sucesivos de evaluación-mejora, la evaluación realizada al finalizar el programa no se limita a valorar los resultados del este, sino que alcanza simultáneamente a los tres objetos de evaluación: el *diseño*, el *proceso* y los *resultados* obtenidos con el programa.

6.6.2 Finalidad

La evaluación final tiene una doble finalidad:

- **Formativa:** el objetivo en la evaluación formativa es localizar puntos fuertes y débiles que informen la toma de decisiones de mejora, de cara a las siguientes ediciones del programa, en próximos cursos.
- **Sumativa:** el objetivo en la evaluación sumativa es determinar la eficacia del programa (grado en que se han conseguido los objetivos).

6.6.3 Criterios

Para la evaluación final del diseño y del proceso, los criterios de evaluación ya se definieron en las fases anteriores (apartados 6.4 y 6.5).

Para la evaluación de resultados los criterios a aplicar son los siguientes:

- **Eficacia:** grado de logro de los objetivos propuestos (Pérez Juste, 2000).
- **Satisfacción de los agentes implicados** (alumnos y profesores) (Pérez Juste, 2000).

6.6.4 Referencias

Las referencias de comparación, en una evaluación criterial, son los niveles de logro de resultados preespecificados por los responsables de la Institución a distintos niveles, en este caso, la Universidad de Sevilla y el plan de estudios:

La Universidad de Sevilla

En el sistema Docencia (Universidad de Sevilla, 2012), aprobado por el Consejo de Gobierno de la Universidad de Sevilla en Diciembre de 2012, se definen referencias útiles para la evaluación de resultados, que permiten estimar cuáles son los niveles considerados aceptables por la Institución. Dentro de la dimensión *resultados*, el sistema establece referencias en la variable *rendimiento académico*, a través de 3 indicadores:

- **Tasa de rendimiento (aprobados/matriculados):** se establece que, para obtener una valoración positiva una tasa de rendimiento debe ser mayor o igual al 25%.
- **Tasa de éxito (aprobados/presentados):** para una evaluación positiva, la tasa de éxito debe ser mayor o igual al 60%
- **Tasa de abandono (no presentados/matriculados):** la tasa de abandono debe ser menor o igual al 60%, para obtener una valoración positiva.

El plan de estudios

En el plan de estudios de grado en Arquitectura (ETSAS 2010) se establecen también, en el apartado *resultados previstos*, los niveles esperados de los indicadores relacionados con el rendimiento académico para las asignaturas del nuevo grado:

- Tasa de rendimiento: 55%.
- Tasa de éxito: 80%.

El propio documento del plan de estudios considera estos niveles como “optimistas”, aunque justifica sus predicciones basándose en algunos de los parámetros docentes que conforman las bases de partida del nuevo plan (enseñanza centrada en el alumno, seguimiento y evaluación continua, etc...).

El programa de la asignatura

Teniendo en cuenta estos parámetros, los profesores responsables del diseño de la asignatura hemos establecido las referencias en cuanto a resultados académicos, para la asignatura, que se incluyeron en los objetivos del programa, y son las siguientes:

- Tasa de rendimiento: 80%⁴
- Tasa de éxito: 90%

EVALUACIÓN FINAL (formativa)		
Objeto	Criterios	Finalidad
DISEÑO	- Adecuación de los componentes del programa a los objetivos - Coherencia interna entre los componentes del programa	Formativa
PROCESO	- Control del contexto - Control de la ejecución - Control de la cobertura	
EVALUACIÓN FINAL (sumativa)		
RESULTADOS	- Eficacia - Satisfacción	Sumativa

Tabla 6.4. Esquema de la evaluación final organizada en dos bloques: formativa y sumativa.

⁴ La tasa de abandono no se establece explícitamente como objetivo del programa, pero sí de forma implícita. Alcanzar una tasa de rendimiento del 80% garantiza una tasa de abandono igual o inferior al 20%.

6.6.5 Evaluadores

Alumnos y profesores de la asignatura.

6.6.6 Técnicas e instrumentos

En la evaluación final se utilizan diversas técnicas e instrumentos para la recogida de datos que incluyen tanto el punto de vista de los destinatarios del programa (alumnos) como el de los encargados de impartirlo (profesores).

Alumnos:

- Encuesta a alumnos
 - Cuestiones cerradas
 - Cuestiones abiertas
- Grupo de discusión de alumnos

Profesores:

- Encuesta a profesores
- Grupo de discusión de profesores

	Técnicas e instrumentos	Objeto
Alumnos	Encuesta a alumnos	Diseño Proceso Resultados
	Grupo de discusión de alumnos	Diseño Proceso
Profesores	Encuesta a profesores	Diseño Proceso Resultados
	Grupo de discusión de profesores	Diseño Proceso

Tabla 6.5 Técnicas e instrumentos en la evaluación final.

7. Evaluación inicial del programa

Tal como está planificado en el capítulo 6, la evaluación inicial del programa se realizó con la técnica del juicio de expertos. La evaluación por expertos aporta objetividad al proceso de evaluación del programa, y permite contrastar la percepción de los implicados en el programa con la experiencia de profesionales competentes en el campo que es objeto de evaluación (De Miguel, 1995).

7.1 Actuaciones

7.1.1 Selección de expertos

La selección de los expertos se realizó basándose en criterios de multidisciplinariedad (Pérez Juste, 2000). Para juzgar el programa desde todas las perspectivas posibles, es necesario contar con expertos de todos los campos relevantes para la evaluación. Por ser el objeto de evaluación un programa para aprender Estructuras con la metodología ABP, para la valoración de todos los aspectos del mismo se requieren tres tipos de expertos:

- Expertos en Estructuras.
- Expertos en metodología de la evaluación.
- Expertos en ABP.

En general, resulta muy difícil encontrar un perfil de experto que pueda juzgar todas las áreas del programa simultáneamente, especialmente en nuestra disciplina, donde las metodologías docentes innovadoras como el ABP están aún poco extendidas.

Igualmente, los expertos del ámbito educativo, aunque conozcan la metodología ABP, es difícil que tengan experiencia directa en su aplicación práctica en disciplinas técnicas como Ingeniería o Arquitectura.

Por esas razones seleccionamos un equipo formado por 7 expertos:

- 3 expertos en Estructuras, que cumplieran simultáneamente tres condiciones: ser profesores de Estructuras en escuelas de Arquitectura, cercanos a planteamientos innovadores en la docencia y tener relación directa con la práctica profesional. Esta última condición era indispensable en un planteamiento de docencia por

competencias, que pretende precisamente aproximar la formación a las necesidades de la práctica profesional.

- 3 expertos en metodología de la evaluación.
- 1 experto en aprendizaje basado en problemas, con experiencia en la aplicación práctica del ABP en el área de Ingeniería.

Para reforzar la credibilidad del grupo evaluador de expertos, todos sus miembros son externos al equipo responsable del diseño e implementación del programa (De Miguel, 1995)

7.1.2 Elaboración del cuestionario

La valoración de los expertos se realiza por medio de un cuestionario, con 5 cuestiones de respuesta cerrada y 3 cuestiones de respuesta abierta, en las que se invita a los expertos a señalar puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora del programa (ver cuestionario en anexo 4).

Las cuestiones de respuesta cerrada siguen una escala de valoración tipo Likert, con cinco niveles de respuesta. Las variables a evaluar son las siguientes:

- Adecuación de los contenidos del programa a los objetivos
- Adecuación de la metodología docente del programa a los objetivos
- Adecuación de los medios y recursos del programa a los objetivos
- Adecuación del sistema de evaluación del programa a los objetivos

En cada cuestión se ha añadido un apartado de *comentarios*, donde los expertos pueden explicar sus valoraciones.

Por otra parte, las cuestiones de respuesta abierta pretenden, desde un enfoque cualitativo, recoger una valoración más completa, y más significativa para la toma de decisiones de mejora (De Miguel, 1995).

7.1.3 Documentación enviada a los expertos

Para dotar a los expertos de elementos de juicio suficientes, se les envió documentación sobre el programa, que incluía:

- Un texto donde se documentaba el diseño del programa, incluyendo el contexto, las bases de partida y los distintos apartados del programa en sí (objetivos, contenidos, metodología docente, actividades, medios y recursos, sistema de evaluación y cronograma).
- El enunciado de un problema.
- Una rúbrica de evaluación.
- Un tema de los apuntes de la asignatura.

7.2 Resultados obtenidos

7.2.1 Valoración en las distintas variables

En la tabla 7.1 se muestran las puntuaciones medias y las desviaciones típicas obtenidas en cada una de las variables.

Hemos considerado como criterio para obtener una evaluación positiva el de alcanzar una puntuación media superior a 4 puntos, discriminando en función de la desviación típica (Molero & Ruiz, 2005). No obstante, desde una perspectiva formativa, como la que adoptamos al abordar la evaluación, los resultados numéricos no tendrían utilidad si no se contrastan con la información que aportan los expertos en sus comentarios. Ello nos permite identificar no solo *que algo va mal*, sino *por qué va mal*.

Ítems	Media	Desv. típ.
Adecuación de los contenidos	4,60	0,548
Adecuación de la metodología docente	4,50	1,225
Adecuación de los medios y recursos	4,50	0,548
Adecuación del sistema de evaluación	3,67	0,816

Tabla 7.1. Estadísticos descriptivos de las variables consideradas en la evaluación por expertos.

En las variables *adecuación de los contenidos* y *adecuación de los medios y recursos*, la media es claramente superior a 4, y todas las puntuaciones de los expertos son de 4 o más.

La variable *adecuación de la metodología docente* tiene una media superior a 4, sin embargo, su desviación típica es mucho mayor, Ello es debido a que uno de los expertos la ha puntuado con 2, lo cual identifica un posible punto débil relacionado con la metodología docente.

La variable *adecuación del sistema de evaluación* es la que presenta la puntuación media más baja, menor que 4. Tres de los expertos puntúan esta variable por debajo de 4 puntos, lo cual anticipa la existencia de posibles puntos débiles en el sistema de evaluación.

A partir de los datos cuantitativos reflejados en la tabla 7.1, y de los cualitativos que se recogen en los comentarios y en las cuestiones de respuesta abierta (puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora), se ha llevado a cabo un análisis global de los resultados obtenidos de la evaluación inicial por expertos, que se sintetiza en los apartados siguientes.

7.2.2 Aspectos positivos

SOBRE LOS CONTENIDOS

Enfoque práctico

Dos de los expertos del área de Estructuras destacan el enfoque práctico que tiene la asignatura y su acercamiento al proyecto de Estructuras desde el primer curso:

“Me parecen muy acertados los contenidos para el curso de ingreso en la escuela, especialmente el tocar el proceso completo de diseño y análisis estructural, llegando a un proyecto elemental”.

“Se trata del primer acercamiento a las Estructuras en la formación de arquitectos, el hecho de acercar el proyecto de estructura como finalidad del proceso al primer curso permitirá comprender mejor las implicaciones de las estructuras en el proceso de creación arquitectónica: desde la tipología al proyecto, incorporando los conceptos relacionados con el comportamiento y análisis estructural”.

“Este nuevo espíritu que introducís en el planteamiento general, con los ejercicios que proponéis (muy bien la elección de la obra de Koenig) y con la presencia de las tipologías estructurales ya desde el primer tema, me parece muy acertado”.

En otro comentario, uno de los expertos en Estructuras valora como punto fuerte el aprendizaje a través de problemas en un contexto real (una característica fundamental del ABP), que facilita la recuperación de conocimientos en la práctica profesional, y establece unas bases que propician el aprendizaje durante toda la vida:

“El estudiante podrá trasladar la metodología aprendida a su práctica profesional, de modo que cada nuevo “problema” (proyecto, obra, informe, dictamen) se pueda convertir en una oportunidad para continuar aprendiendo”.

Uso de herramientas informáticas

El uso del ordenador para calcular Estructuras es un aspecto positivo para tres de los expertos consultados.

“Resulta fundamental la incorporación de aplicaciones informáticas desde el primer momento”.

SOBRE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Metodología docente utilizada

Cuatro de un total de siete expertos señalan como aspecto positivo la metodología docente utilizada (ABP, aprendizaje activo, aprendizaje cooperativo), subrayando expresamente su adecuación a las necesidades que trata de cubrir el programa.

“El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es a mi juicio especialmente adecuado para la formación en Estructuras. Enseñar esta forma de trabajar implicará beneficios para el desarrollo del estudiante como arquitecto”.

“La metodología de aprendizaje se adapta a las necesidades actuales del programa”.

7.2.3 Aspectos negativos

SOBRE LOS CONTENIDOS

Aunque los contenidos de la asignatura han sido valorados en general positivamente, algunas puntualizaciones realizadas por los expertos en este apartado sugieren puntos de mucho interés.

Exceso de contenidos

El exceso de contenidos es sin duda un punto débil sobre el que conviene reflexionar, y está relacionado con la apuesta por desarrollar (aunque de forma simplificada) el proceso completo de proyectar Estructuras en el primer curso, en una asignatura cuatrimestral de 6 créditos ECTS. Este aspecto negativo está relacionado con los dos que vienen a continuación, en los que algunos expertos echan en falta aspectos importantes del temario.

“Lo extenso del programa en el espacio temporal disponible. Aunque esta cuestión entiendo que tiene difícil solución, salvo asumir la simplificación de algunos temas desviándolos a cursos posteriores. La dificultad estará en no perder el carácter global del planteamiento, que a mi juicio es una de las grandes virtudes de la propuesta”.

Faltan contenidos sobre el proceso de diseño

El proceso de diseño estructural, a pesar de incluirse expresamente en las bases de partida del programa, no está suficientemente desarrollado en el temario. Las causas relacionadas con este aspecto negativo son dos, fundamentalmente:

- La herencia, que aún pesa, de enfoques anteriores dominados por el cálculo.
- La dificultad de desarrollar contenidos relacionados con un proceso de diseño.

“Puesto a encontrar algún pequeño reparo, encuentro a faltar algo parecido al tema de cómo se desarrolla el “proceso de diseño y cálculo estructural” de un edificio, aunque luego, en las cuestiones referentes al ejercicio pedís opiniones concretas que tienen que ver con ello (relación Estructura-Arquitectura, por ejemplo)”.

Faltan contenidos sobre procedimientos de cálculo

En el mismo sentido se manifiesta otro de los expertos en Estructuras, con respecto a los beneficios que podrían obtenerse al introducir más variedad en los procedimientos de cálculo.

“Los contenidos conceptuales están muy bien desarrollados pero desde la perspectiva de un ingeniero se considera que faltan contenidos sobre procedimientos de cálculo”.

SOBRE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Falta de coherencia entre la metodología y las actividades formativas

Este aspecto negativo ha dado lugar a una puntuación muy baja por parte de uno de los expertos, por tanto merece que se le preste especial atención. Se trata de una dificultad documentada en la literatura sobre ABP en disciplinas técnicas (Perrenet et al., 2000; Raine & Symons, 2005), relacionada con la implementación de un ABP demasiado guiado, con problemas que no son de respuesta abierta sino de solución única, y que por tanto impiden a los estudiantes de llevar a cabo un verdadero aprendizaje autodirigido (Savery & Duffy, 1995; De Graaff & Kolmos, 2003).

“Considero que no hay coherencia entre la metodología que se expresa que se va a desarrollar (enseñanza basada en problemas) y las actividades que se plantean. Los problemas –aunque no se describen– parecen ser muy puntuales y no parece que vayan a facilitar un trabajo más o menos amplio de indagación y creación por parte del alumnado. Da la impresión –con la breve descripción de los problemas– que es una suma de pequeñas actividades con una respuesta

concreta (no las varias alternativas que implicaría el ABP). En todo caso, las dos últimas actividades sí parecen responder a las características propias del ABP. Tal vez podrían utilizarse para integrar los contenidos de los temas anteriores”.

Planificación poco detallada de las actividades relacionadas con el problema

Las críticas de uno de los evaluadores referentes a la planificación se centran en dos cuestiones principalmente:

- No está claro si se trabaja en modo problemas (ABP) o en modo proyectos (ABPry).
- No se detalla en qué consisten algunas fases importantes de la sesión tutorial.

Estas críticas están relacionadas con la falta de definición precisa del ABP que se está utilizando. Savin-Baden (2000) incluye este factor entre las dificultades que pueden limitar el potencial del ABP, cuando afirma:

“Existe muchas formas posibles de implementar el ABP, pero las decisiones sobre qué forma concreta se adopta se hacen raramente explícitas en los documentos del plan de estudios o a los estudiantes implicados en los programas”.

En referencia a la primera cuestión, aunque partimos de un planteamiento cercano a autores como Kolmos et al. (2009) que consideran que la diferencias entre ABP y ABPry están relacionadas con el tipo y duración de problema y no con la metodología de aprendizaje, la crítica merece una reflexión profunda, pues identifica carencias del programa tal vez relacionadas con un ABP demasiado guiado o con un excesivo énfasis en el producto.

En cuanto a la segunda cuestión, las carencias detectadas en la definición precisa de las fases en cada sesión tutorial se centran en tres momentos:

1. La fase de estudio individual

“En la segunda sesión de la semana se plantea el problema. (...) Y se produce también un reparto de tareas entre los miembros del grupo. Después cada alumno debe hacer un estudio individual. No está claro en qué consiste el estudio individual. ¿Debe tratar de resolver el problema el solo? ¿O debe preparar algunos aspectos que ayudarán luego al grupo a resolver juntos el problema?”.

2. La puesta en común al volver al grupo tras la fase individual

“En la primera sesión de la siguiente semana se pone en común el trabajo realizado. ¿Cuánto tiempo se dedica a esta tarea? ¿Cuál es el procedimiento? Seguramente hay varios grupos distintos en clase simultáneamente. ¿Se ponen las cosas en común entre los grupos o solamente dentro de cada grupo? ¿Cuál es el resultado de esa puesta en común?”.

3. La vuelta al problema

“¿Qué significa “volver al problema”? ¿En qué consiste la siguiente fase de estudio individual?”.

No hay fuentes diversas de documentación

Este aspecto negativo, mencionado por uno de los expertos, está también documentado en la literatura sobre ABP. Según varios de los autores más relevantes, pertenecientes al ámbito de la medicina (Neufeld & Barrows, 1974; Schmidt et al., 2009), es importante que en el proceso de resolución del problema se integren conocimientos de diversas fuentes. De esta forma, los estudiantes desarrollan algunas habilidades básicas para el aprendizaje autodirigido, como la búsqueda y selección crítica de información en diversas fuentes (Barrows, 1986).

“Faltan fuentes documentales de información que vayan más allá de los apuntes de la asignatura. La selección de la información entre diversas fuentes es un aspecto fundamental del aprendizaje autodirigido”.

Otros autores recomiendan, sin embargo, que la autonomía en la búsqueda y selección de recursos sea adquirida gradualmente, con mayor presencia de material de apoyo autocontenido en los primeros cursos (Mills & Treagust, 2003; Maufette et al., 2004).

En el caso concreto de la disciplina de Estructuras, la ausencia de libros de texto útiles (Johnson & May, 2008), especialmente para el nuevo enfoque que se plantea en el programa, dificulta la autonomía en la búsqueda de información. En las experiencias documentadas de ABP en Estructuras, los recursos de información principales son las unidades didácticas elaboradas por el propio equipo de profesores (Banerjee, 1994; Abdullah, 2006).

Dudas sobre la conducción del curso sin clases teóricas

Uno de los expertos en estructuras hace alusión a las dificultades que pueden surgir al aplicar ABP en una disciplina tan técnica, sin clases teóricas previas (ver el apartado 3.12.1).

“La no impartición de clases teóricas me parece una apuesta valiente. Me surgen dudas, dado lo ajustado del calendario, sobre las posibilidades reales de conducción del curso por parte del profesor cuando se produce alguna carencia fundamental. Son procesos muy intensos que se desarrollan en espacios temporales muy cortos (de 2-3 semanas)”.

SOBRE LOS MEDIOS Y RECURSOS

Dedicación excesiva del profesorado

El posible exceso de dedicación por parte del profesorado, es un aspecto negativo que podría aparecer al poner en práctica esta metodología (ver apartado 3.8.16). El evaluador advierte también de la necesidad de prever posibles relevos relacionados con la movilidad del profesorado.

“Definir un modelo que no agote al docente, y que permita el intercambio de docentes en la asignatura. Definir muy bien el rol del profesor”.

SOBRE LA EVALUACIÓN

El sistema de evaluación es la dimensión peor evaluada del programa. Los comentarios sobre aspectos negativos realizados por los expertos sobre este punto pueden servir para identificar los puntos débiles del sistema de evaluación e informar la toma de decisiones para corregirlos.

Falta de claridad, transparencia y concreción en los criterios de evaluación

Tres de los expertos critican la falta de transparencia en los criterios de evaluación, así como una evaluación centrada (en la práctica) en los resultados y que no incluye mecanismos para evaluar el proceso, ni las competencias transversales. Un ejemplo de los comentarios en este sentido es el siguiente:

“Deberían hacerse explícitos los criterios de evaluación, completándolos por ejemplo con la inclusión en el programa de las rúbricas utilizadas. Los criterios mencionados en el programa hacen referencia solo a los problemas, y parece sobreentenderse que se orientan a la evaluación de resultados, sin incluir la evaluación del proceso de aprendizaje”.

Queda la duda sobre qué se entiende por test individual, como instrumento de evaluación. Debería explicarse en qué consisten, qué tipo de preguntas incluye, con qué extensión, cómo fomentan la responsabilidad individual, etc...".

Deficiencias en la evaluación individual

En una metodología de aprendizaje basada íntegramente en el trabajo en equipo como el ABP, es habitual que aparezcan dificultades en la evaluación individual (Holgaard & Kolmos, 2009). Uno de los expertos nos advierte en ese sentido:

“No queda claro si ese 85% de problemas de estructuras es la misma nota para todos los miembros del grupo o si cada alumno tendrá nota diferente. En el segundo caso, ¿cómo se diferenciará entre alumnos del mismo grupo?”

Otro aspecto importante es qué pasa si un alumno no supera la evaluación individual. Si el 85% es nota de grupo, podría ocurrir que un alumno en un buen grupo aprobase sin haber aprendido mucho y con una muy mala nota individual que solo vale el 15%”.

Un resumen de los aspectos positivos y negativos recogidos en la evaluación inicial se muestra en las tablas 7.2 Y 7.3, con indicación de la frecuencia con que aparece cada uno de ellos (número de expertos que lo señalan). En el anexo 5 se pueden consultar las valoraciones completas.

Dimensión	Aspectos positivos	Frecuencia
Contenidos	Enfoque práctico	2
	Uso de herramientas informáticas	3
Metodología docente	Metodología docente utilizada	5

Tabla 7.2 Aspectos positivos en la evaluación inicial por expertos.

Dimensión	Aspectos Negativos	Frecuencia
Contenidos	Exceso de contenidos	1
	Faltan contenidos sobre proceso de diseño	1
	Faltan contenidos procedimientos de cálculo	1
Metodología docente	Falta coherencia entre metodología y actividades	1
	Planificación poco detallada de actividades	1
	No hay fuentes diversas de información	1
	Dudas sobre conducción del curso sin clases teóricas	1
Medios y recursos	Dedicación excesiva del profesorado	1
Evaluación	Falta de transparencia en criterios de evaluación	3
	Deficiencias evaluación individual	1

Tabla 7.3. Aspectos negativos en la evaluación inicial por expertos.

7.2.4 Propuestas de mejora

SOBRE LOS CONTENIDOS

Añadir contenidos sobre procedimientos de cálculo

“Según mi experiencia, los procedimientos obligan a que el alumno realice un esfuerzo de comprensión y de aplicación de la teoría de estructuras”.

A pesar de la utilidad evidente para los estudiantes de conocer más procedimientos de cálculo, la dificultad para llevar a la práctica esta propuesta tiene que ver con el exceso de contenidos en la asignatura, que aparece como aspecto negativo del programa.

SOBRE LA METODOLOGÍA DOCENTE

Modificar los problemas de acuerdo con la metodología

“Problemas más amplios y abiertos, que faciliten un trabajo de indagación por parte de los estudiantes”.

Detallar la planificación de un problema ‘tipo’

“Describir un modelo de cómo se progresa en un problema tipo”.

Esta propuesta no es incompatible con la anterior, ya que se podrían hacer problemas de respuesta más abierta en los que la planificación del proceso se detalle más.

Poner en marcha mecanismos de coordinación con cursos posteriores

“El Aprendizaje Basado en Problemas implica que cada curso académico y cada grupo son diferentes, los estudiantes son una pieza fundamental en la metodología. La información para el profesor del siguiente curso de en qué conceptos se ha trabajado con mayor intensidad, donde hay lagunas, etc., favorecerá la continuidad de la metodología propuesta, su aplicación y ajuste a cada grupo concreto en cursos posteriores”.

SOBRE LOS MEDIOS Y RECURSOS

Incluir un listado de fuentes bibliográficas

“Incluir un listado final de fuentes bibliográficas útiles para el aprendizaje de los alumnos”.

SOBRE LA EVALUACIÓN

Explicitar los criterios de evaluación

- Describir con algo más de detalle en qué consisten y cómo se aplicarán los diferentes instrumentos y técnicas de evaluación (ej.: tests individuales).
- Concretar qué subcompetencias se evalúan en cada módulo/problemas, cómo y cuándo.
- Concretar el seguimiento que realiza el profesorado.

Negociar la evaluación con los alumnos

“Algunos de los criterios de evaluación, e incluso la calificación de determinados aspectos, podría negociarse con los alumnos”.

En relación con las posibles ventajas que podría implicar una participación de los estudiantes en la evaluación, Biggs y Tang (2007) argumentan que (1) aumenta su grado de implicación en la asignatura y (2) les ayuda a entender mejor cuáles son los estándares de calidad en la disciplina, lo cual es muy útil para detectar y comprender sus propios fallos.

8. Evaluación durante el desarrollo del programa

8.1 La evaluación del proceso

Tal y como se expuso en el capítulo 6, el objeto de la evaluación durante el desarrollo es el *proceso* de implementación del programa. No obstante, la evaluación del proceso no se realiza únicamente durante el desarrollo del programa, sino que una parte importante de la misma se lleva a cabo al finalizar el programa (evaluación final del proceso). Algunas de las estrategias de evaluación del proceso (como los grupos de discusión) es conveniente realizarlas al finalizar el programa, porque en ese momento los alumnos disponen de (1) más tiempo para participar en reuniones y entrevistas, (2) una visión más global de la asignatura y (3) más libertad para expresar su opinión, una vez que ya han sido evaluados.

Varios autores han argumentado sobre la importancia de evaluar el proceso. Tejedor (2000), por ejemplo, destaca la necesidad de comprobar si existen diferencias entre el funcionamiento real y el previsto inicialmente, con el objetivo, en caso de existir discrepancias, de hallar sus causas y subsanar las posibles deficiencias.

Linnan y Steckler (2002) realizan un análisis muy completo sobre las razones que justifican la evaluación del proceso:

- Conocer la forma en que se implementan en la práctica todos los componentes del programa.
- Asegurar que el programa se lleva a la práctica de forma similar en todos los sitios en que se implementa (en nuestro caso: en todos los grupos de la asignatura, impartidos por profesores distintos).
- Comprender qué componentes del programa contribuyen al éxito o al fracaso del mismo.
- En intervenciones basadas en la teoría (como es el caso del ABP), entender los mecanismos por los que ciertos principios teóricos son eficaces (o ineficaces) para mejorar el programa, con objeto de (1) refinar la teoría, y (2) mejorar la efectividad de la intervención.

- En intervenciones complejas la evaluación del proceso puede ayudar en la comprensión las relaciones existentes entre los distintos componentes del programa: de qué forma interaccionan y en qué condiciones se produce un efecto sinérgico que contribuya positivamente a su eficacia.

Es de destacar la relevancia que tienen algunos de los fundamentos de la evaluación del proceso señalado por Linnan y Steckler en relación con la investigación sobre ABP en general y con las preguntas de investigación planteadas en esta tesis en concreto. En nuestro caso, el interés no se centra en valorar la eficacia del método, sino principalmente en comprender cómo funciona el proceso de aprendizaje e identificar mecanismos que permitan mejorar su eficacia (apartados 1.3 y 3.7).

Las técnicas e instrumentos empleados en la evaluación durante el desarrollo del programa se describen en los apartados siguientes, con un resumen de los resultados obtenidos.

8.2 Cuestionarios de observación del módulo

8.2.1 Descripción

Con la finalidad de recabar datos sobre el desarrollo del programa se envió a todos los profesores de la asignatura un cuestionario de observación del módulo, en el que se pedía que evaluaran el desarrollo del curso en sus grupos en las siguientes variables:

- Asistencia: porcentaje medio de asistencia a clase durante el módulo.
- Funcionamiento del trabajo en equipo: identificación de posibles grupos disfuncionales, y de las causas de su mal funcionamiento.
- Material docente: utilidad práctica del material docente de apoyo al curso (apuntes, técnicas básicas, videos).
- Temporalización: posibles retrasos o desajustes con respecto al cronograma previsto.
- Otras dificultades: posibles dificultades de cualquier índole que aparezcan durante el desarrollo del módulo.

La conveniencia de no recargar a los profesores durante el curso con una evaluación exhaustiva obligó a centrar la recogida de datos en los aspectos que, según la experiencia

de los proyectos piloto, habían demostrado ser más problemáticos en cursos anteriores. El cuestionario (que se puede consultar en el anexo 6) consta de 5 preguntas de respuesta abierta. Para no incrementar el trabajo de los profesores en los módulos iniciales, se inició la observación a partir del módulo 3, con el ritmo del curso ya estabilizado.

8.2.2 Resultados obtenidos

El total de los 8 profesores que impartían docencia en los 12 grupos sometidos a evaluación contestó al cuestionario. Los resultados obtenidos se resumen a continuación, para cada una de los aspectos evaluados.

Asistencia a clase

Los datos recopilados en los cuestionarios de observación permitieron determinar el porcentaje de asistencia a clase y la tasa de abandono en cada grupo (tabla 8.1).

Grupo	Alumnos Matriculados	Abandono inicial	Abandono durante el curso	Alumnos que terminan el curso	Tasa de abandono % (sobre matriculados)	Asistencia media % (sobre presentados)	Asistencia media % (sobre matriculados)
1.01	31	2	3	26	16.1	92.5	77.6
1.02	23	2	1	20	13.0	95.0	82.6
1.03	26	2	2	22	15.4	88.0	74.5
1.04	25	0	2	23	8.0	92.5	85.1
1.05	30	1	0	28	3.3	95.0	88.7
1.06	27	1	2	24	11.1	92.0	81.8
1.07	30	1	0	29	3.3	91.5	88.5
1.08	29	0	0	29	0.0	95.0	95.0
1.09	25	3	1	21	16.0	81.0	68.0
1.12	21	2	0	19	9.5	95.0	86.0
1.13	30	1	0	29	3.3	95.0	91.8
1.14	27	1	1	25	7.4	95.0	88.0
Media	27.0	1.3	1.0	24.6	8.9	92.3	84.0

Tabla 8.1. Datos de asistencia y abandono por grupos en la asignatura Estructuras 1.

Funcionamiento del trabajo en equipo

El número de equipos disfuncionales detectados por los profesores se muestra en la tabla 8.2. Se puede comprobar que la media de equipos disfuncionales detectados no es excesiva, si consideramos que en cada grupo de la asignatura se forman una media de 7 equipos de alumnos, aproximadamente.

Según los profesores, el mal funcionamiento de los grupos está relacionado con cuatro causas principales:

- La falta de implicación de algunos estudiantes en las tareas del grupo.
- Los problemas de sintonía entre los distintos miembros del grupo.
- El abandono de algún componente, que deja mermado el equipo.
- La asistencia irregular de algún miembro del grupo (por circunstancias personales, o simple falta de implicación).

Grupo	Equipos disfuncionales	Causas
1	1	Falta de sintonía Abandonos
2	1	Falta de sintonía
3	2	Falta de implicación
4	0	–
5	1	Asistencia irregular Falta de implicación
6	1	Asistencia irregular
7	1	Falta de implicación
8	1	Abandonos
9	0	–
12	1	Falta de implicación Abandonos
13	3	Falta de implicación
14	0	–
Media	1	

Tabla 8.2. Causas detectadas del mal funcionamiento de los equipos de trabajo

Material docente

En general el material docente de apoyo al curso se considera útil, aunque con algunas puntualizaciones importantes realizadas por los profesores, que se sintetizan en la tabla 8.3. Para no repetir las valoraciones, se han agrupado los grupos que lleva el mismo profesor.

Grupo	Incidencias documentación
1	En general muy útil. Dificultades con el tema 9. Añadir más ejemplos. El ejemplo <i>Stahl House</i> no es útil.
2 y 7	Documentación demasiado esquemática para una primera toma de contacto, especialmente en algunos temas muy conceptuales. Los estudiantes acuden a preguntar antes de mirar las dudas en los temas.
3	Los alumnos se quejan de que no saben aplicar la teoría a la práctica
4	Los videos, aunque útiles, están descontextualizados. El ejemplo <i>Stahl House</i> no es útil, por ser demasiado extenso y complejo. Problemas con la red inalámbrica en el aula, que dificultan el uso del programa CYPE de análisis estructural.
5 y 13	Dificultades en la comprensión del tema 9. No estudian los temas en la fase de estudio individual. Problemas con la red inalámbrica en el aula, que dificultan el uso del programa CYPE de análisis estructural.
8 y 14	-
9	Demasiado extensa.
12	Muy útil.

Tabla 8.3. Incidencias relacionadas con el material docente de apoyo al curso.

Los comentarios incluidos en este apartado por los profesores han permitido recopilar una serie de sugerencias de mejora a la documentación del curso, que son las siguientes:

- *Enlazar con los videos en los apuntes de teoría, en los de técnicas básicas, o introducirlos en las presentaciones en Power Point.*
- *Fragmentar el documento de ejemplo de la Stahl House e introducirlo por partes, que engloben, por ejemplo el reparto de cargas superficiales a lineales, o el cálculo de acciones.*
- *Añadir más ejemplos, especialmente en el tema 9 (todos con la misma orientación: reales e instructivos).*
- *Plantear un resumen de la asignatura (que incluya las diapositivas más útiles para los problemas) con un índice para que todos los alumnos y el profesor nos podamos referir de manera clara y eficaz a los contenidos.*

Temporalización

Según los datos recogidos en el cuestionario, el calendario de actividades del programa se desarrolló en general según lo planificado. En la mayoría de los grupos, el módulo 2

duró una semana más de lo previsto. No obstante, este posible retraso estaba contemplado en la planificación, con dos sesiones previstas de “colchón” (de dos horas cada una) en vista de posibles incidencias (ver cronograma en el apartado 5.4.4).

Al final de curso los estudiantes realizaron un paro académico de dos semanas de duración relacionado la protesta en contra de una reforma educativa del gobierno. Ello obligó a reconsiderar el calendario, y a suspender, por acuerdo entre los profesores, el módulo 5 en la mayor parte de los grupos.

Dificultades detectadas

1. Los estudiantes no activan el conocimiento previo

Los estudiantes abordan el problema del módulo sin aplicar los conceptos aprendidos en el módulo anterior.

Un ejemplo ilustrativo de un comentario realizado por una profesora en este sentido es el siguiente:

“La principal dificultad que he observado es que algunos alumnos han visto el aprendizaje como algo completamente lineal. Es decir, en cada fase van viendo cosas nuevas, pero todo es para incorporarlo a lo hecho anteriormente. En este sentido, cuando estaban dimensionando la viga de madera, pretendían buscar el módulo resistente en un prontuario similar al de perfiles metálicos, en vez de calcular el canto, como lo hicieron en el problema 3, de la casa Palmyra”.

2. Dificultades para aplicar la teoría a la práctica

Los estudiantes tienen dificultades para encontrar la teoría relevante y aplicarla al problema.

3. Exceso de objetivos de aprendizaje en el problema 3

En el problema 3, especialmente en la primera semana, hay un exceso de objetivos de aprendizaje, diseminados en un gran número de temas de los apuntes, lo cual hace difícil su asimilación en el tiempo (presencial + no presencial) dedicado a la asignatura en esa semana.

4. Control del aprendizaje individual

Los profesores experimentan dificultades en el control del aprendizaje individual, principalmente por tres motivos:

- No es fácil distinguir a los estudiantes que no se implican.
- Consume mucho tiempo (de clase, o no presencial).
- En general, los profesores consideran que esta es una tarea desagradable (*hacer de policía*), y que no entra dentro de sus atribuciones como docentes.

El control del aprendizaje individual de los estudiantes implica para los profesores un doble esfuerzo, ya que al aumento del tiempo de dedicación que supone se añade una componente emocional, que incide negativamente en la moral del equipo docente:

“En general, mi mayor dificultad ha sido el hacer de “policía” todo el curso, buscando cuáles son los alumnos “escaqueados”, diferenciándolos de los que tienen un ritmo de aprendizaje más lento, o son menos participativos por timidez. Realmente, la única forma que he visto para medir los conocimientos individuales son los controles, ya que he podido detectar muchos más casos de alumnos que no se han enterado que en la tutorización en clase”.

6. Problemas transitorios de rendimiento

En algunos grupos (aunque son minoría) el número de estudiantes suspensos en los módulos intermedios ha sido muy elevado, lo cual ha llevado a los profesores responsables a un replanteamiento de los módulos siguientes, reforzando la repetición de conceptos importantes. El balance final es positivo, no obstante, como refleja el siguiente comentario:

“He visto que tienen grandes lagunas, preocupante a estas alturas de curso (hay un total de 5 equipos suspensos en mis dos grupos). Por eso he decidido para el problema 5 no introducir el viento, sino resolver las dificultades encontradas en el problema 4 y el enunciado propuesto ha sido recalcular el Café do Cais en madera, realizando varias comprobaciones a mano. El resultado ha sido bueno, con un solo equipo suspenso en el siguiente problema.”

En relación con este punto, cabe hacer la reflexión de que el programa está funcionando con la flexibilidad suficiente, permitiendo a cada profesor realizar cambios sobre la marcha para adaptarse al aprendizaje *realmente* adquirido por los estudiantes. Para

ese fin, hay dos mecanismos que están resultando muy útiles: la evaluación formativa y el aprendizaje de conceptos por repetición.

7. Poca dedicación en horario no presencial

En algunos grupos, los estudiantes dedican menos tiempo no presencial en la semana del previsto según la carga en créditos ECTS de la asignatura (4-6 horas).

En los grupos que han previsto un espacio intermedio para el estudio individual entre los dos módulos de clase, este no se aprovecha.

8. Carencias en la formación previa

En varios grupos, la baja formación en conceptos previos relacionados con la asignatura *Fundamentos Físicos de las Estructuras* está dificultando el aprendizaje. Se observa, no obstante, que la incidencia de esta dificultad es muy dependiente del profesor que haya impartido docencia en el grupo en la asignatura de Física.

Dificultades detectadas	Frecuencia
No activan el conocimiento previo	2
Aplicación de la teoría a la práctica	2
Exceso objetivos de aprendizaje en P3	2
Control del aprendizaje individual	2
Problemas transitorios de rendimiento	2
Dedicación en horario no presencial inferior al ECTS	4
Carencias de formación previa	2

Tabla 8.4. Dificultades detectadas en los cuestionarios de observación de los módulos.

8.3 Actas de las sesiones tutoriales

8.3.1 Descripción

Según se especifica en la *guía para el aprendizaje basado en problemas* suministrada a principio de curso a los estudiantes las *actas* son el documento que da constancia del funcionamiento del grupo durante la sesión tutorial.

Las actas deben ser redactadas por los estudiantes durante la sesión, siendo responsabilidad del coordinador del equipo su cumplimentación correcta. El acta consta de los siguientes apartados:

- Trabajo individual aportado por cada miembro del grupo.
- Breve síntesis del trabajo del grupo durante la sesión.
- Objetivos de aprendizaje (*¿qué necesitamos aprender?*).
- Plan de trabajo.

En ausencia de un tutor permanente, las actas juegan un papel importante para el desarrollo correcto de la sesión tutorial. Sus funciones principales son:

- Guiar al grupo de estudiantes a través de las diferentes fases de la de la sesión tutorial.
- Obligar al grupo a determinar explícitamente los objetivos de aprendizaje que van surgiendo durante la sesión.
- Reflejar los compromisos de cada estudiante con el grupo en la fase de estudio individual.
- Ayudar al profesor para controlar las aportaciones de cada miembro al grupo.
- Mantener informado al profesor de los objetivos de aprendizaje identificados por los estudiantes, para determinar el grado en que los distintos equipos están bien encaminados en el problema.

8.3.2 Resultados obtenidos

A pesar de su utilidad teórica, en la práctica existe una tendencia entre profesores y estudiantes a considerar el acta como un instrumento burocrático, un gasto inútil de tiempo sin utilidad real (tal vez por su falta de repercusión en la evaluación). Como consecuencia de ello, en 6 grupos, de un total de 12, los profesores decidieron dejar de usarlas en la parte inicial del curso.

No obstante, el análisis de las actas de las sesiones tutoriales en los 3 grupos restantes, donde las actas sí fueron utilizadas hasta final de curso (grupos 1.03, 1.04, 1.05, 1.06, 1.12 y 1.13), arroja datos valiosos para la evaluación del proceso en lo referente al

funcionamiento de las sesiones tutoriales, que son una componente crucial en un esquema de aprendizaje con ABP.

Se examinaron un total de 49 actas correspondientes a 14 equipos de alumnos de los grupos 1.05 y 1.13. Las conclusiones principales que se extraen de su análisis son las siguientes:

- Las actas proporcionan información muy valiosa sobre el proceso de aprendizaje en ABP, que es necesaria para evaluar posibles deficiencias en el desarrollo del programa.
- Los objetivos de aprendizaje identificados por los estudiantes presentan deficiencias, que pueden revelar la existencia de dificultades en el proceso de aprendizaje autodirigido. Los resultados del análisis de los objetivos de aprendizaje recogidos en las actas de las sesiones tutoriales se resumen a continuación.

Deficiencias detectadas en los objetivos de aprendizaje generados por los estudiantes

Una buena parte de los objetivos de aprendizaje identificados por los estudiantes son poco productivos. Las deficiencias detectadas se han clasificado en varias categorías:

- Irrelevantes: poco relevantes para la resolución del problema.
- Poco concretos: objetivos de aprendizaje demasiado extensos o genéricos. Objetivos que no requieren de una respuesta, y no son útiles para guiar y estructurar el estudio individual y el informe al grupo en la próxima sesión.
- Superficiales: poco conceptuales. Objetivos que derivan de una simplificación excesiva de los principios implicados en el problema. A menudo, los estudiantes intentan simplemente aplicar una fórmula para resolverlo.
- Poco claros: los objetivos no están enunciados con claridad, de forma que sean comprensibles para los estudiantes y el profesor.
- Imprecisos: no usan una terminología y lenguaje apropiado, o son incoherentes.

El análisis de los objetivos de aprendizaje revela que estos derivan, en muchos casos, de la simple lectura del enunciado del problema, y no reflejan un proceso de elaboración colectiva del conocimiento, con activación del conocimiento previo. A menudo los

estudiantes señalan como objetivos de aprendizaje cuestiones que ya conocen (o al menos, deberían conocer).

Ejemplos

La lista completa de objetivos de aprendizaje recopilados puede consultarse en el anexo 7. A continuación se muestran algunos ejemplos correspondientes a los problemas 2 y 3, con indicación de las deficiencias que presentan:

Objetivos de aprendizaje bien formulados

Problema 2 (esfuerzos y deformadas):

- *Definición de esfuerzo interno.*
- *Diferencia entre resistencia y rigidez.*
- *Ventajas de los diferentes tipos de vigas.*
- *¿Qué hacer para que no se produzcan fisuras?*
- *Diferencia entre esfuerzo y tensión.*
- *Diferencia entre fisuras y deformación.*
- *¿Cómo influye el perfil y el material de la viga en los esfuerzos?*

Problema 3 (dimensionado a flexión de una viga):

- *¿Cómo influye el canto en la deformación de una viga?*
- *¿Existe algún límite de luz? Si es así, ¿cómo se calculará la luz máxima?*
- *¿Por qué es mejor esto que esto ?*
- *¿Por qué el código técnico limita la flecha límite a $L/300$?*
- *¿Qué es estado límite último y estado límite de servicio?*
- *¿Por qué no es necesario el módulo de elasticidad para calcular la flecha máxima?*

Objetivos de aprendizaje con alguna deficiencia

Problema 2 (esfuerzos y deformadas):

- *Aprender esfuerzos (poco concreto).*

Problema 3 (dimensionado a flexión de una viga):

- *Cómo se dimensiona una viga? (poco concreto, superficial: coincide con el título del problema)*
- *¿Existe algún material cuyo ancho junto con sus características actúe igual que el acero en forma de I? (impreciso, poco claro)*
- *¿Cómo despejar h , es decir, a qué fórmula igualamos para obtenerla? (superficial)*
- *Profundizar en el temario de las tensiones y terminar de resolver el problema (poco concreto).*
- *¿Cuál es la razón por la que el ancho de una vigueta mide 100 mm? (superficial)*
- *¿Qué es la resistencia característica y módulo de elasticidad? (superficial: deriva directamente de datos que aparecen en el enunciado, sin que medie ninguna reflexión)*
- *Saber reconocer el funcionamiento de una estructura sencilla y sacar conclusiones de los datos obtenidos por los distintos medios de los que disponemos (poco concreto).*

9. Evaluación final del programa

9.1 Introducción

Como se anticipó en el capítulo 6, la evaluación final del programa tiene dos componentes:

- Una componente formativa, centrada en evaluar el diseño del programa y su proceso de desarrollo.

Los datos recogidos sobre el diseño y el proceso en la evaluación final se integrarán con los obtenidos en las fases anteriores (evaluación inicial y evaluación durante el desarrollo) con el objetivo de encontrar puntos fuertes y débiles que permitan mejorar el diseño del programa y el proceso en que se desarrolla.

- Una componente sumativa, cuyo objetivo es determinar el grado en que el programa consigue los resultados previstos (evaluación de resultados).

La evaluación de resultados es de vital importancia, pues, como apunta Pérez Juste (2006), “todo programa se orienta, para ser considerado tal, al logro de unos objetivos o metas”. Sin embargo, esta queda incompleta si no forma parte de una evaluación integral que incluya el diseño y el proceso. De no ser así, en caso de que el programa no tenga éxito, la evaluación de resultados “solo permite constatar que los objetivos no se cumplen, pero no informa de las causas que han conducido al fracaso del programa”, por lo que se manifiesta inútil para la mejora del mismo (Ibíd.).

En los apartados siguientes se sintetiza la información recogida en los distintos instrumentos en los que se materializa la evaluación final del programa.

9.2 Encuesta a alumnos. Descripción

La encuesta realizada a los estudiantes a final de curso la hemos dividido en dos partes claramente diferenciadas en cuanto a (1) el tipo de información que recogen y (2) los procedimientos de análisis utilizados para procesar esa información:

- Las cuestiones de respuesta cerrada, que producen datos numéricos, susceptibles de un análisis cuantitativo.

- Las cuestiones de respuesta abierta, que recogen información textual, analizable con métodos cualitativos.

La encuesta consta de un total de 33 cuestiones, de las cuales 30 son de respuesta cerrada y 3 de respuesta abierta (ver anexo 10). En las preguntas de respuesta abierta se solicita al alumno que identifique aspectos positivos y negativos del programa y que realice propuestas de mejora.

Finalidad

La finalidad de la encuesta a alumnos es contar con información completa (cuantitativa y cualitativa) que represente al total de alumnos que cursan la asignatura. Ello permitirá la triangulación de los datos obtenidos con los de otros instrumentos (como los grupos de discusión) en los que se profundiza más en las causas que explican los datos, a costa de trabajar con muestras más pequeñas de la población (y por tanto, menos representativas).

Objeto de evaluación. Dimensiones y variables.

La encuesta a alumnos evalúa el diseño, proceso y resultados del programa.

Las dimensiones y variables que se han considerado en la valoración se muestran en el cuadro siguiente, agrupadas según el objeto de evaluación:

CUADRO 9.1

DIMENSIONES Y VARIABLES CONSIDERADAS EN EL CUESTIONARIO A ALUMNOS

EVALUACIÓN DEL DISEÑO	
Contenidos/competencias	<ul style="list-style-type: none"> Extensión de las competencias. Dificultad de las competencias.
Metodología docente	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de la metodología docente a los objetivos del programa. Adecuación de las actividades formativas a los objetivos del programa. Relevancia de las actividades formativas para los estudiantes.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Transparencia del sistema de evaluación. Adecuación del sistema de evaluación para valorar el logro de los objetivos. Adecuación del reparto de calificaciones. Coherencia del sistema de evaluación con las competencias y las actividades.

Medios y recursos

Utilidad de los recursos de apoyo a la docencia:

- Apuntes.
- Documentos de técnicas básicas.
- Programa CYPE.
- Plataforma virtual.

EVALUACIÓN DEL PROCESO

Contexto curricular

Dificultades debidas a la carga de trabajo de otras asignaturas.

Dificultades debidas a la falta de formación previa.

Funcionamiento del trabajo en equipo

Adecuación del número de integrantes de los grupos.

Adecuación del procedimiento de formación de los grupos.

Satisfacción con la dinámica de trabajo en equipo.

Reparto de trabajo en el grupo.

Exposiciones en clase

Utilidad de las exposiciones del profesor.

Suficiencia de las exposiciones del profesor.

Secuencia y temporalización

Idoneidad de la secuenciación de actividades.

Idoneidad de la temporalización del programa.

Evaluación (ejecución)

Correspondencia entre las calificaciones y el aprendizaje adquirido.

Puntualidad de la evaluación con finalidad formativa.

Suficiencia de la evaluación individual.

Utilidad de las herramientas de control individual (actas, seguimiento prof. en clase, tutorías).

Cobertura

Fomento de la asistencia.

Fomento de la participación.

Dedicación de los estudiantes en horario no presencial.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Eficacia

Eficacia subjetiva (percepción del aprendizaje por los estudiantes, en cada una de las competencias de la asignatura).

Satisfacción

Satisfacción global de los estudiantes con la asignatura.

Muestra

La encuesta se realizó en clase el último día del curso en los 12 grupos de la asignatura en los que se implementó el programa. La población encuestada está compuesta por 276 estudiantes, que constituyen el 85,2% del total de alumnos matriculados (324 alumnos) y el 92,6% de los presentados en primera convocatoria (298 alumnos). La muestra es, por tanto, representativa de la población total de alumnos que cursan la asignatura.

Metodología

La metodología utilizada varía en función del tipo de cuestión:

- Cuantitativa: en las cuestiones de respuesta cerrada, se aplicaron técnicas estadísticas de tratamiento de datos.
- Cualitativa: en las cuestiones de respuesta abierta, se aplicaron técnicas de análisis de datos cualitativas.

9.3 Encuesta a alumnos. Resultados obtenidos en las cuestiones cerradas

A continuación se presentan las puntuaciones medias obtenidos para todas las variables consideradas en las cuestiones cerradas de la encuesta a alumnos, agrupadas por dimensiones. Para lograr una idea más completa del funcionamiento del programa, los resultados incluyen:

- Las puntuaciones medias globales (de todos los estudiantes de la asignatura).
- Las puntuaciones medias en cada uno de los 12 grupos de la asignatura.

De esta forma, se facilita la detección de posibles puntos débiles, que podrían afectar de forma minoritaria a algunos grupos de la asignatura, y cuya incidencia podría quedar oculta en las medias globales. Por otra parte, la presentación de resultados parciales permite evaluar las diferencias en la implementación entre los distintos grupos de la asignatura, lo cual es una componente importante en la evaluación del proceso.

Aunque inicialmente hemos considerado como criterio para obtener una evaluación positiva el de alcanzar una puntuación media superior a 3 puntos (o inferior a 3 puntos, en las variables en las que valores bajos significan una valoración positiva), la evaluación definitiva (con efectos formativos) de los resultados obtenidos en el cuestionario se ha de realizar globalmente. Para ello se han de integrar los datos obtenidos en este apartado con los del resto de instrumentos de evaluación (en capítulo 10).

Con ese criterio, se han marcado en todas las tablas los valores que suponen valoraciones negativas, como posibles indicios de la presencia de puntos débiles en el programa.

9.3.1 Dimensiones correspondientes a la evaluación del diseño

Dimensión 1: Contenidos

En la tabla 9.1 se resumen los resultados obtenidos en las variables *extensión* y *dificultad de las competencias*, pertenecientes a la dimensión *contenidos*.

La valoración media es inferior a 3 en las dos variables, lo cual indica que, en principio, los estudiantes no consideran las competencias de la asignatura excesivas, ni demasiado difíciles. Sin embargo, en algunos grupos de la asignatura, la variable dificultad de las competencias presenta una media superior a 3.

TABLA 9.1

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 1: CONTENIDOS

Nº DE GRUPO		1. La cantidad de competencias que se aprenden en la asignatura es excesiva	2. El grado de dificultad de las competencias de la asignatura me ha resultado excesivo
1.01	Media	2.32	2.68
	Desv. típ.	0.85	0.75
1.02	Media	2.84	3.11
	Desv. típ.	0.83	0.68
1.03	Media	2.85	3.25
	Desv. típ.	0.88	0.85
1.04	Media	2.91	2.86
	Desv. típ.	0.97	0.64
1.05	Media	2.50	2.54
	Desv. típ.	0.84	1.00
1.06	Media	3.00	2.77
	Desv. típ.	0.80	0.81
1.07	Media	2.97	3.45
	Desv. típ.	0.87	1.06
1.08	Media	2.91	3.17
	Desv. típ.	1.04	1.03
1.09	Media	2.95	2.90
	Desv. típ.	0.89	0.64
1.12	Media	2.31	2.38
	Desv. típ.	1.14	0.72
1.13	Media	2.30	2.22
	Desv. típ.	0.87	0.64
1.14	Media	2.63	3.29
	Desv. típ.	0.97	0.81
Total	Media	2.70	2.89
	Desv. típ.	0.93	0.90

Dimensión 2: Metodología docente

Los resultados correspondientes a las variables *adecuación de la metodología docente*, *adecuación de las actividades formativas* y *relevancia de las actividades formativas* se muestran en la tabla 9.2.

TABLA 9.2

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 2: METODOLOGÍA DOCENTE

Nº DE GRUPO		7. La metodología docente es adecuada para el aprendizaje de las competencias de la asignatura	8. Las actividades realizadas cubren las competencias de la asignatura	9. Las actividades realizadas han sido interesantes y motivadoras para mi
1.01	Media	4.16	4.32	4.04
	Desv. típ.	1.106	.690	.878
1.02	Media	3.42	3.84	3.42
	Desv. típ.	1.502	.958	.902
1.03	Media	4.15	4.20	3.80
	Desv. típ.	.587	.834	.696
1.04	Media	4.00	4.27	3.59
	Desv. típ.	.816	.550	.796
1.05	Media	4.07	3.96	3.81
	Desv. típ.	.979	.854	.801
1.06	Media	4.30	4.30	3.77
	Desv. típ.	.559	.635	.528
1.07	Media	2.97	3.48	3.21
	Desv. típ.	1.295	1.214	1.048
1.08	Media	3.09	3.39	3.35
	Desv. típ.	1.276	1.196	1.112
1.09	Media	3.70	4.05	3.90
	Desv. típ.	.923	.686	.788
1.12	Media	4.31	4.06	4.44
	Desv. típ.	.873	.574	.727
1.13	Media	4.67	4.37	4.15
	Desv. típ.	.555	.629	.662
1.14	Media	2.50	3.08	3.04
	Desv. típ.	1.103	1.018	.999
Total	Media	3.76	3.93	3.69
	Desv. típ.	1.181	.941	.920

Del análisis de las puntuaciones medias obtenidas puede concluirse que la valoración es alta (> 3.5) en las tres variables relacionadas con la metodología docente. En la variable *adecuación de la metodología* la media es inferior a 3 en algunos grupos de la asignatura y se observan diferencias importantes entre grupos (de más de 2 puntos, en ocasiones).

Dimensión 3. Evaluación

Los resultados de las valoraciones de los estudiantes en las *variables transparencia del sistema de evaluación, adecuación del sistema de evaluación, adecuación del reparto de calificaciones y coherencia del sistema de evaluación* se sintetizan en la tabla 9.3.

TABLA 9.3
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 3: EVALUACIÓN

Nº DE GRUPO		19. He sido informado de cómo iban a evaluarse las distintas tareas con la suficiente antelación	20. Los instrumentos de evaluación me han permitido demostrar lo que he aprendido.	21. Los porcentajes de calificación de cada actividad sobre el total de la nota son adecuados	22. La relación entre las competencias, las actividades y la evaluación me ha parecido adecuada
1.01	Media	4.72	4.12	3.92	3.84
	Desv. típ.	.678	.927	.862	.624
1.02	Media	3.58	3.79	3.42	3.26
	Desv. típ.	1.465	1.134	1.261	1.098
1.03	Media	4.15	3.90	3.80	3.75
	Desv. típ.	.933	.852	.768	.716
1.04	Media	4.50	3.86	3.82	3.64
	Desv. típ.	.673	.834	.795	.581
1.05	Media	4.14	4.00	3.61	3.68
	Desv. típ.	.932	.903	.956	.723
1.06	Media	4.43	3.65	3.78	3.65
	Desv. típ.	.896	.832	.998	.775
1.07	Media	3.72	3.17	3.21	3.21
	Desv. típ.	1.032	1.002	.861	.774
1.08	Media	3.60	3.60	3.50	3.30
	Desv. típ.	1.392	1.095	.946	1.129
1.09	Media	4.55	4.05	3.75	3.60
	Desv. típ.	.759	.826	.851	.754
1.12	Media	4.63	4.06	3.50	3.75
	Desv. típ.	.500	.680	1.033	.577
1.13	Media	4.63	4.22	4.07	4.30
	Desv. típ.	.629	.751	.616	.609
1.14	Media	2.95	3.10	2.42	2.60
	Desv. típ.	1.146	.968	.769	.821
Total	Media	4.14	3.79	3.59	3.57
	Desv. típ.	1.067	.959	.966	.860

Las puntuaciones medias son superiores a 3.5 en todas las variables relacionadas con el sistema de evaluación de la asignatura, lo cual puede considerarse una valoración positiva. En general, la media en todas las variables es superior a 3 en todos los grupos de la asignatura (con la única excepción del grupo 1.14).

Dimensión 4. Medios y recursos

En la dimensión medios y recursos, se han evaluado la variable *utilidad* de las distintas herramientas de apoyo a la docencia (apuntes, técnicas básicas, programa CYPE y plataforma virtual). La valoración media dada por los estudiantes a la utilidad de cada una de estas herramientas se representa en la tabla 9.4.

La valoración media de las cuatro herramientas de apoyo a la docencia es positiva. Cabe destacar que, en este caso, las diferencias entre grupos son menores, lo cual es coherente, ya que los recursos que se evalúan son comunes para todos los grupos.

TABLA 9.4
 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 4: MEDIOS Y RECURSOS.

Nº DE GRUPO		25a. Utilidad de los apuntes	25b. Utilidad de las técnicas básicas	25c. Utilidad del programa CYPE	25d. Utilidad de la plataforma virtual
1.01	Media	4.20	4.52	4.48	4.04
	Desv. típ.	.957	.872	.653	.935
1.02	Media	3.79	3.68	4.00	3.42
	Desv. típ.	.918	.946	.943	1.387
1.03	Media	3.95	3.35	3.70	4.10
	Desv. típ.	1.099	.988	1.174	.641
1.04	Media	3.41	4.05	3.86	4.18
	Desv. típ.	1.054	.722	1.246	.733
1.05	Media	4.50	4.57	3.89	4.07
	Desv. típ.	.577	.573	1.100	.716
1.06	Media	3.22	3.57	3.91	4.00
	Desv. típ.	1.242	.843	.733	.905
1.07	Media	3.55	3.83	3.79	3.25
	Desv. típ.	1.242	.966	1.082	1.323
1.08	Media	3.70	3.60	3.30	3.60
	Desv. típ.	1.218	1.188	1.218	1.231
1.09	Media	3.90	3.85	3.80	3.65
	Desv. típ.	.718	.745	1.005	.988
1.12	Media	3.81	4.06	4.13	2.94
	Desv. típ.	.750	.680	.719	.998
1.13	Media	4.48	4.22	4.30	4.63
	Desv. típ.	.753	.934	.912	.629
1.14	Media	3.60	3.05	3.55	2.85
	Desv. típ.	1.142	1.099	.945	1.137
Total	Media	3.87	3.90	3.91	3.77
	Desv. típ.	1.057	.978	1.023	1.097

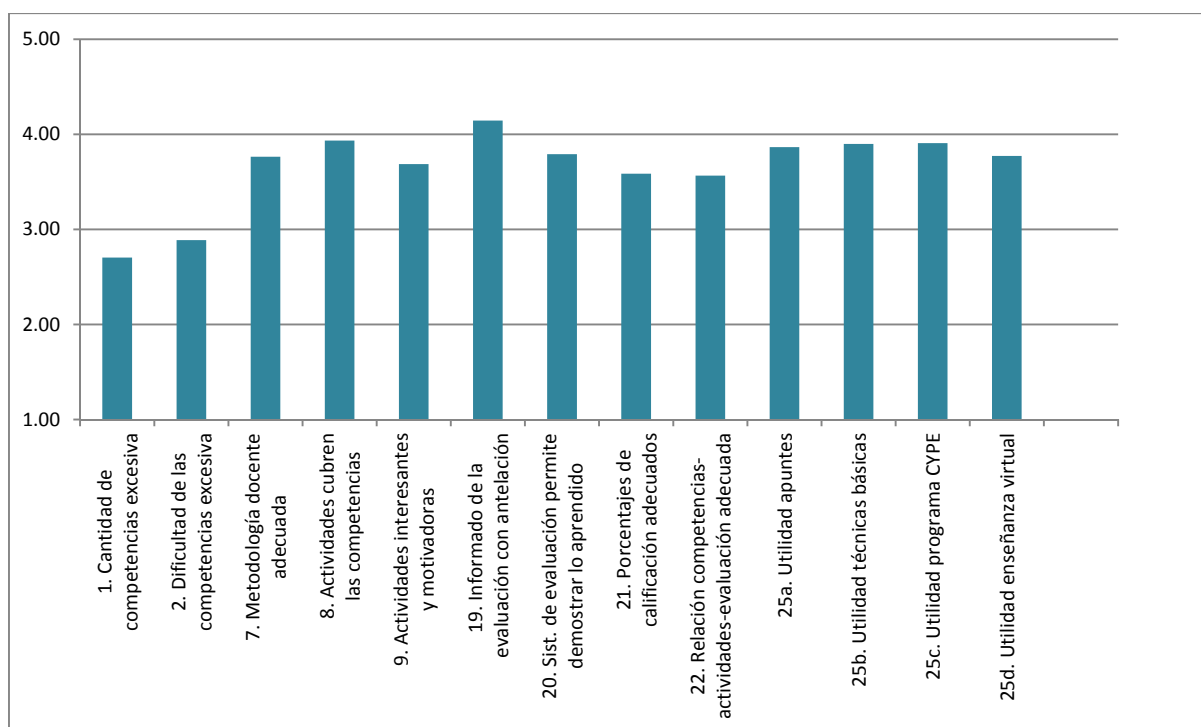


Figura 9.1. Puntuaciones medias en las variables de evaluación del diseño.

Un resumen de las puntuaciones medias obtenidas en todas las variables de evaluación del diseño se muestra en la figura 9.1.

9.3.2 Dimensiones correspondientes a la evaluación del proceso

Dimensión 5: Contexto curricular

En la tabla 9.5 se muestran las puntuaciones medias obtenidas en las variables *dificultades debidas a la carga de trabajo de otras asignaturas* y *dificultades debidas a la falta de formación previa*.

El análisis de las valoraciones realizadas en este apartado por los estudiantes permite concluir que:

- La carga de trabajo de otras asignaturas es una dificultad que ha tenido una incidencia importante en todos los grupos de la asignatura.
- Las carencias en conceptos de Física constituyen un impedimento con incidencia muy variable entre unos grupos y otros, dependiendo del profesor que haya impartido Física 1 en el grupo.

TABLA 9.5
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.
DIMENSIÓN 5: CONTEXTO CURRICULAR

Nº DE GRUPO		5. La carga de trabajo de otras asignaturas me ha impedido dedicar el tiempo necesario a Estructuras 1	6. Mis carencias en conceptos de Física 1 me han dificultado el aprendizaje en Estructuras 1
1	Media	3.24	2.88
	Desv. típ.	1.165	1.536
2	Media	4.16	2.24
	Desv. típ.	1.068	1.251
3	Media	4.00	3.72
	Desv. típ.	1.328	1.487
4	Media	3.71	3.00
	Desv. típ.	.902	1.483
5	Media	3.25	2.29
	Desv. típ.	1.143	1.384
6	Media	3.52	1.74
	Desv. típ.	1.163	.810
7	Media	3.61	2.32
	Desv. típ.	1.286	1.541
8	Media	3.91	2.22
	Desv. típ.	.949	1.085
9	Media	4.60	2.15
	Desv. típ.	.598	1.226
12	Media	3.63	1.94
	Desv. típ.	1.360	.854
13	Media	3.41	3.78
	Desv. típ.	1.118	1.188
14	Media	3.91	2.43
	Desv. típ.	1.164	1.273
Total	Media	3.71	2.57
	Desv. típ.	1.161	1.414

Dimensión 6. Funcionamiento del trabajo en equipo.

El funcionamiento real de los grupos de estudiantes es un aspecto de vital importancia en el éxito del programa, que corresponde al proceso, y que se ha evaluado a través de cuatro variables: *adecuación del número de integrantes de los grupos, adecuación del procedimiento de formación de grupos, satisfacción con la dinámica de trabajo en equipo y reparto del trabajo en el grupo.*

TABLA 9.6
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.

DIMENSIÓN 6: FUNCIONAMIENTO DEL TRABAJO EN EQUIPO

Nº DE GRUPO		11. El nº de integrantes de los grupos es el adecuado	12. El procedimiento de formación grupos ha sido adecuado	13. Estoy satisfecho con la dinámica de trabajo desarrollada en mi grupo	14. ¿Cómo ha sido el reparto de trabajo en tu grupo?
1.01	Media	4.24	3.64	3.88	2.16
	Desv. típ.	1.012	1.350	.850	.688
1.02	Media	3.39	2.78	3.58	2.05
	Desv. típ.	1.461	1.555	1.346	.621
1.03	Media	4.00	4.13	4.10	2.40
	Desv. típ.	.816	.719	1.119	.754
1.04	Media	4.36	3.00	3.59	2.18
	Desv. típ.	.658	1.155	.959	.588
1.05	Media	4.36	3.46	3.26	2.00
	Desv. típ.	.951	1.319	1.375	.667
1.06	Media	3.57	2.96	2.83	1.87
	Desv. típ.	1.121	1.430	1.337	.626
1.07	Media	3.10	2.86	3.28	1.90
	Desv. típ.	1.345	1.246	1.306	.673
1.08	Media	3.74	3.55	2.77	1.77
	Desv. típ.	1.176	1.262	1.232	.813
1.09	Media	4.00	3.45	3.25	2.10
	Desv. típ.	1.257	1.317	1.070	.788
1.12	Media	3.94	3.25	3.56	2.06
	Desv. típ.	1.181	1.291	1.094	.680
1.13	Media	4.56	4.00	4.19	2.44
	Desv. típ.	.847	.961	1.178	.577
1.14	Media	3.83	3.67	3.75	2.29
	Desv. típ.	1.341	1.204	1.152	.690
Total	Media	3.93	3.39	3.50	2.10
	Desv. típ.	1.176	1.294	1.240	.697

En general, existe satisfacción con el funcionamiento del trabajo en equipo en todas las variables. La variable *adecuación del número de integrantes* es la mejor valorada, con una media superior a 3 en todos los grupos y una media global de 3.93.

El *procedimiento de formación de los grupos* también tiene una valoración positiva. En general, en la asignatura se han seguido dos esquemas distintos a la hora de formar los equipos de alumnos.

- En los grupos 1.01, 1.04, 1.05, 1.06, 1.12 y 1.13 los equipos los ha formado el profesor, con criterios de heterogeneidad. La puntuación media considerando solo estos grupos es de 3.42.
- En los grupos 1.02, 1.03, 1.07, 1.08, 1.09 y 1.14 los estudiantes han elegido libremente la formación de los equipos. La media en estos grupos es de 3.39.

La valoración media en esta variable es mayor que 3 en todos los grupos, excepto en los 1.02 y 1.07 (formados por los alumnos) y en el 1.06 (formados por el profesor).

La satisfacción con la dinámica de trabajo desarrollada en el grupo es también alta, con valores medios superiores a 3 prácticamente en todos los grupos.

En cuanto al *reparto de trabajo en el grupo*, al interpretar los resultados hay que tener en cuenta que esta variable se mide con una escala de 1 a 3, donde los distintos niveles en el reparto de trabajo se han establecido de la siguiente forma:

1. Algunos han cargado con todo el trabajo y otros no han hecho casi nada.
2. Algunos han trabajado más que otros.
3. Todos han trabajado aproximadamente por igual.

A pesar de que la media sea superior a 2 en la mayoría de los grupos, los resultados no pueden considerarse positivos, ya que la presencia de algún equipo donde parte de los estudiantes cargan con todo el trabajo tiene una incidencia alta en el desarrollo correcto del proceso de aprendizaje de ABP.

Para tener una idea más precisa del número de grupos disfuncionales (que corresponden con el valor “1” de la escala), hemos recurrido a la tabla de frecuencias:

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Valores	1	54	19.6	19.6
	2	139	50.4	70.2
	3	82	29.7	100.0
Total		276	100.0	

Tabla 9. 7. Frecuencias de las respuestas en la escala de reparto del trabajo en equipo.

Se puede estimar, por tanto, que casi un 20% de los estudiantes manifiestan tener problemas graves relacionados con el reparto de trabajo en sus grupos, lo cual es un

porcentaje demasiado elevado que permite prever posibles dificultades en el desarrollo del curso.

Dimensión 7: Exposiciones en clase.

La forma en que cada profesor ha planificado las exposiciones en clase como apoyo para el trabajo desarrollado por los alumnos en los problemas es un factor importante, correspondiente al proceso de implementación del programa, que conviene valorar. En la literatura sobre la implementación de ABP en disciplinas técnicas, algunas de las dificultades detectadas están relacionadas con la falta de clases expositivas (apartado 3.12.1, subapartados 3 y 4).

En la tabla 9.8 se resumen las valoraciones de los estudiantes en las variables *utilidad* y *suficiencia de las exposiciones del profesor*.

De las valoraciones recogidas, puede concluirse que los estudiantes encuentran las exposiciones en clase *útiles* en mayor grado que *suficientes*. Este dato aporta elementos de reflexión que pueden ser relevantes para el análisis global del programa, especialmente en los grupos que presentan puntuaciones más bajas en la segunda variable.

TABLA 9.8

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 7: EXPOSICIONES EN CLASE

Nº DE GRUPO		15. Las exposiciones del profesor en clase me han resultado útiles	16. Las exposiciones del profesor en clase me han resultado suficientes
1.01	Media	3.92	3.68
	Desv. típ.	.954	.945
1.02	Media	3.53	3.37
	Desv. típ.	1.264	1.535
1.03	Media	3.80	3.20
	Desv. típ.	.951	1.005
1.04	Media	3.41	2.91
	Desv. típ.	.666	.750
1.05	Media	4.07	3.61
	Desv. típ.	.858	.875
1.06	Media	3.39	3.04
	Desv. típ.	.891	.825
1.07	Media	3.41	2.97
	Desv. típ.	.825	1.117
1.08	Media	3.35	3.04
	Desv. típ.	1.229	1.364
1.09	Media	3.45	3.00
	Desv. típ.	1.099	1.076
1.12	Media	4.19	3.31
	Desv. típ.	.750	1.014
1.13	Media	4.48	3.89
	Desv. típ.	.580	1.013
1.14	Media	2.38	2.17
	Desv. típ.	1.096	1.007
Total	Media	3.62	3.19
	Desv. típ.	1.064	1.126

Dimensión 8: secuencia y temporalización

En esta dimensión, que engloba los aspectos temporales dentro del control de la ejecución del programa, se han considerado las variables *idoneidad de la secuenciación* e *idoneidad de la temporalización*. Los resultados obtenidos en cada una de las variables se presentan en la tabla 9.9, para cada uno de los grupos de la asignatura.

TABLA 9.9
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS.
DIMENSIÓN 8: SECUENCIA Y TEMPORALIZACIÓN

Nº DE GRUPO		17. La secuencia de actividades y fases en cada tarea del curso ha estado bien planeada	18. El desarrollo temporal del curso ha sido adecuado
1	Media	4.16	4.20
	Desv. típ.	0.90	0.91
2	Media	3.89	3.68
	Desv. típ.	0.99	1.11
3	Media	3.65	3.11
	Desv. típ.	0.99	0.74
4	Media	3.59	3.41
	Desv. típ.	0.80	1.22
5	Media	4.07	3.50
	Desv. típ.	0.77	0.96
6	Media	3.91	3.78
	Desv. típ.	0.73	0.74
7	Media	3.59	3.34
	Desv. típ.	0.95	0.86
8	Media	3.22	2.50
	Desv. típ.	0.95	1.06
9	Media	3.90	3.60
	Desv. típ.	0.79	0.88
12	Media	4.06	4.00
	Desv. típ.	0.68	0.73
13	Media	4.41	3.89
	Desv. típ.	0.50	0.70
14	Media	3.17	2.83
	Desv. típ.	1.13	0.76
Total	Media	3.80	3.49
	Desv. típ.	0.92	1.00

En general, los estudiantes hacen una valoración positiva de la secuencia y temporalización del curso, con incidencias minoritarias en algunos grupos.

Dimensión 9: Evaluación (ejecución)

La ejecución de la evaluación se mide con 4 variables, que valoran la forma en que se ha llevado a la práctica en cada grupo el sistema de evaluación de la asignatura: *correspondencia entre las calificaciones y el aprendizaje, puntualidad de la evaluación formativa,*

suficiencia de la evaluación individual y utilidad de las herramientas de control individual (actas, control del trabajo en equipo en clase, tutorías).

TABLA 9.10

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 8: EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN

Nº DE GRUPO		23. Las calificaciones que he ido obteniendo se corresponden con mi aprendizaje	24. He ido recibiendo evaluación puntual que me ha permitido mejorar	26. En mi opinión se ha controlado suficientemente el aprendizaje individual	27. Valora lo útiles que te han parecido, para el seguimiento del aprendizaje individual:		
					Las actas	El control del trabajo en equipo en clase por el profesor	Las tutorías
1.01	Media	3.24	4.52	3.78	2.72	3.88	3.52
	Desv. típ.	1.091	.653	1.085	.980	.927	1.082
1.02	Media	2.89	3.95	3.35	2.00	3.63	3.59
	Desv. típ.	1.487	.911	1.367	1.155	1.065	.939
1.03	Media	3.30	4.25	3.45	3.30	3.95	3.80
	Desv. típ.	1.031	.716	.826	1.031	.759	.834
1.04	Media	3.36	4.00	2.90	3.00	3.41	3.52
	Desv. típ.	.848	.926	.944	1.140	1.008	1.123
1.05	Media	3.46	4.19	3.50	2.89	3.64	3.12
	Desv. típ.	.999	.962	.882	1.133	.989	1.130
1.06	Media	3.09	4.22	3.14	2.70	3.52	3.53
	Desv. típ.	.996	.600	.774	1.222	.846	.964
1.07	Media	3.17	3.83	2.86	2.45	3.24	4.11
	Desv. típ.	1.197	.928	1.177	1.121	1.023	1.133
1.08	Media	3.45	3.70	3.58	2.70	3.40	3.60
	Desv. típ.	.945	1.302	1.121	1.081	1.095	1.188
1.09	Media	3.45	4.10	3.90	2.58	3.70	3.79
	Desv. típ.	.887	.912	.788	.961	.923	.855
1.12	Media	3.63	4.50	3.69	3.38	3.91	4.13
	Desv. típ.	.806	.516	.602	.500	.735	.806
1.13	Media	3.89	4.48	4.15	3.26	4.11	3.32
	Desv. típ.	.801	.643	.818	.944	.751	.748
1.14	Media	2.84	2.85	2.55	2.10	2.80	3.30
	Desv. típ.	1.068	1.040	.945	1.021	1.056	1.174
Total	Media	3.32	4.06	3.41	2.76	3.60	3.60
	Desv. típ.	1.047	.950	1.051	1.106	.984	1.040

La ejecución del sistema de evaluación ha sido valorado positivamente en todas las variables excepto en *utilidad de las actas para el control individual*. En 8 de los 12 grupos, las actas reciben una valoración media inferior a 3 puntos como herramientas útiles para el control del aprendizaje individual.

A la hora de interpretar estos resultados, conviene tener en cuenta que una parte de los profesores dejó de utilizar las actas en sus grupos precisamente por considerarlas poco útiles. Si analizamos únicamente los resultados de los grupos en los que las actas se usaron

durante todo el curso (1.03, 1.04, 1.05, 1.06, 1.12 y 1.13) podemos comprobar que es precisamente en esos grupos donde las actas reciben una puntuación más alta (en casi todos los casos superior a 3). La puntuación media que se obtendría en esta variable, restringiendo el análisis a los grupos en los que las actas realmente se utilizaron, es de 3,07.

Dimensión 10: Cobertura

En esta dimensión, que se engloba dentro del control de la cobertura en la evaluación del proceso, se han considerado dos variables: *fomento de la asistencia* y *fomento de la participación*. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 9.11.

Los estudiantes valoran ambas variables muy positivamente, con puntuaciones medias superiores a 3 en todos los grupos de la asignatura. Como puede observarse, los estudiantes valoran el fomento de la asistencia en mayor grado que el de la participación.

En cuanto a las horas de dedicación en horario no presencial, aunque la dedicación media (4,54 horas) está dentro del rango establecido en los objetivos del programa (4-6 horas semanales), los valores en algunos grupos se salen de ese rango, ya sea por exceso (grupo 1.03) o por defecto (grupos 1.05, 1.09, 1.12 y 1.13).

TABLA 9.11
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 10: COBERTURA

Nº DE GRUPO		28. La forma en que está concebida la asignatura fomenta la asistencia a clase	29. La forma en que está concebida la asignatura fomenta la participación en clase	4. ¿Cuántas horas semanales de trabajo no presencial has dedicado de media a la asignatura?
1	Media	4.36	4.24	4.280
	Desv. típ.	.907	.779	1.4367
2	Media	4.42	3.95	5.658
	Desv. típ.	.769	1.026	2.6355
3	Media	4.15	4.00	7.026
	Desv. típ.	.745	.858	2.5845
4	Media	4.36	3.77	4.476
	Desv. típ.	.581	.869	1.2498
5	Media	4.54	4.18	3.685
	Desv. típ.	.838	.863	1.0483
6	Media	4.17	3.87	4.391
	Desv. típ.	.984	.968	1.6649
7	Media	4.21	3.28	4.296
	Desv. típ.	.978	1.066	2.0156
8	Media	3.63	3.42	5.162
	Desv. típ.	1.116	1.071	2.6173
9	Media	4.40	4.30	3.895
	Desv. típ.	.598	.470	1.7367
12	Media	4.69	4.44	2.375
	Desv. típ.	.479	.629	.9399
13	Media	4.67	4.41	3.660
	Desv. típ.	.555	.694	1.3364
14	Media	3.25	3.15	5.773
	Desv. típ.	1.209	.875	2.0686
Total	Media	4.25	3.91	4.536
	Desv. típ.	.913	.950	2.1066

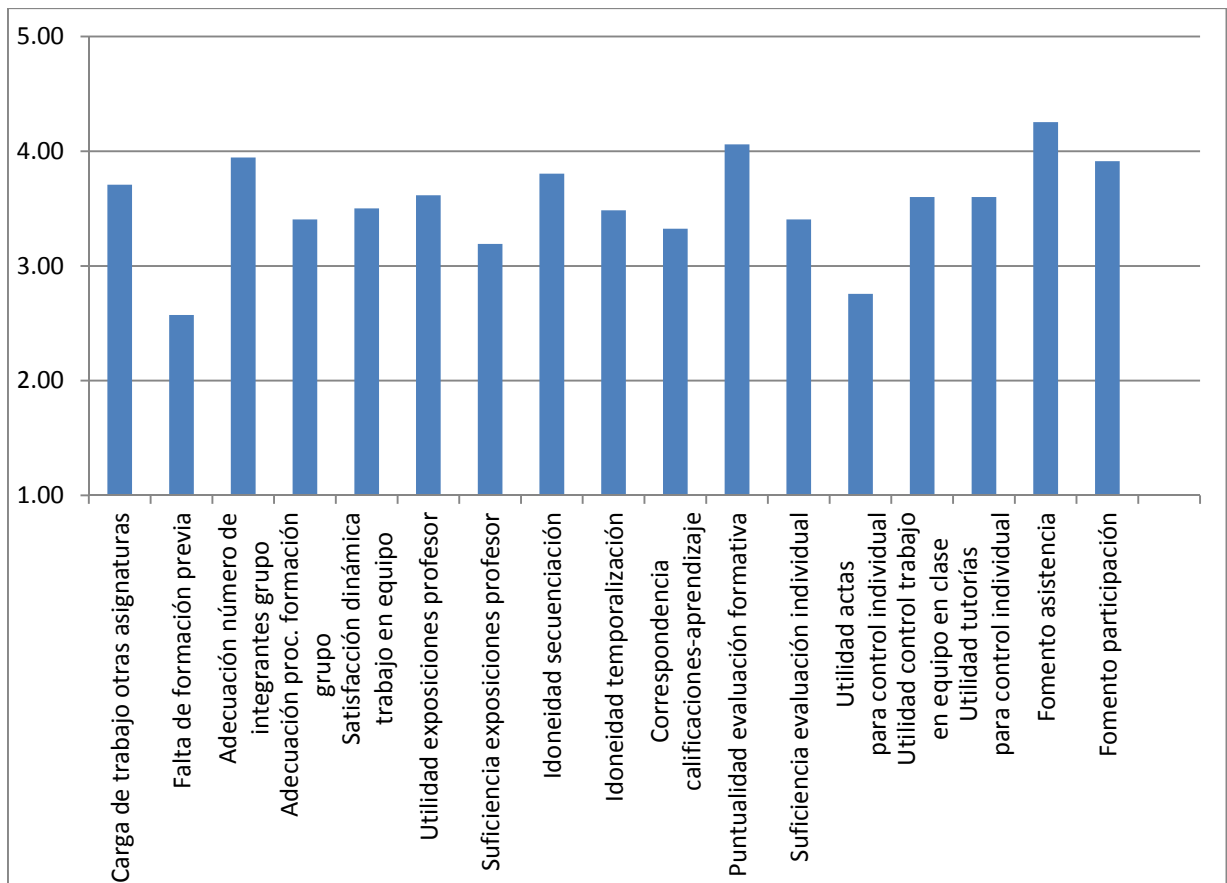


Figura 9.2. Puntuaciones medias en las variables de evaluación del proceso.

Con finalidad comparativa, un resumen de las puntuaciones medias obtenidas en todas las variables de evaluación del proceso que se evalúan con una escala de 1 a 5 se muestra en la figura 9.2.

9.3.3 Dimensiones correspondientes a la evaluación de resultados

Dimensión 11: Eficacia

La variable *eficacia subjetiva* mide la apreciación subjetiva de los destinatarios en relación con los resultados del programa (Pérez Juste, 2006). En este caso, se pide a los destinatarios (estudiantes) que valoren en qué grado se han cumplido los objetivos del programa en lo que respecta a la adquisición de competencias específicas.

Los resultados de la valoración de los estudiantes se muestran en la tabla 9.12.

TABLA 9.12

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 11: EFICACIA SUBJETIVA

Nº DE GRUPO		Valora de 1 a 5 en qué grado crees que has adquirido las siguientes competencias						
		a) Identificar tipos estructurales más habituales...	b) Determinar las acciones...	c) Determinar comportamiento barra...	d) Aplicar método estados límite...	e) Determinar comportamiento estructura de barras...	f) Analizar estructuras...	g) Diseñar estructuras...
1.01	Media	4.32	4.00	4.04	4.12	4.12	4.48	4.12
	Desv. típ.	.690	.957	.790	1.013	.726	.510	.881
1.02	Media	4.05	3.79	3.58	3.58	3.21	3.68	3.26
	Desv. típ.	.848	.787	1.121	1.017	.918	.946	1.147
1.03	Media	3.90	3.60	3.85	3.80	3.70	3.80	3.55
	Desv. típ.	.718	.995	.813	.951	.801	.768	.999
1.04	Media	3.90	3.64	3.77	3.68	3.59	3.82	3.82
	Desv. típ.	.625	.790	.869	1.041	.854	.795	1.053
1.05	Media	4.04	3.93	3.79	4.11	3.89	3.79	3.41
	Desv. típ.	.744	.716	.787	.737	.685	.876	1.083
1.06	Media	3.91	3.74	3.91	3.74	3.96	4.13	3.78
	Desv. típ.	.596	.752	.733	.752	.562	.694	.671
1.07	Media	3.79	3.69	3.76	4.07	3.34	3.62	3.69
	Desv. típ.	.861	.806	1.057	.961	1.111	1.115	.891
1.08	Media	3.61	3.57	3.87	3.52	3.22	3.55	3.19
	Desv. típ.	.988	1.080	.968	1.344	1.126	1.011	1.209
1.09	Media	3.90	3.60	3.65	3.85	3.55	3.70	3.50
	Desv. típ.	.718	.754	.489	.813	.759	.733	1.051
1.12	Media	4.19	4.13	4.25	4.19	4.13	4.19	4.00
	Desv. típ.	.655	.500	.683	.655	.619	.750	1.095
1.13	Media	4.19	4.00	4.26	4.22	4.04	4.22	3.52
	Desv. típ.	.749	.555	.712	.847	.649	.577	.802
1.14	Media	3.54	3.38	3.58	3.50	3.33	3.58	3.63
	Desv. típ.	.884	.875	.776	1.063	.963	.974	.875
Total	Media	3.94	3.75	3.86	3.88	3.67	3.88	3.62
	Desv. típ.	.787	.825	.847	.968	.888	.869	.993

Analizando los resultados obtenidos se puede concluir que la percepción por parte de los estudiantes del aprendizaje adquirido es alta para todas las competencias específicas de la asignatura.

Dimensión 12: Satisfacción

En la tabla 9.13 se presentan las valoraciones realizadas por los alumnos en la variable *satisfacción global con la asignatura*, en todos los grupos.

TABLA 9.13

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS. DIMENSIÓN 12: SATISFACCIÓN

Nº DE GRUPO		30. Valora tu satisfacción global con la asignatura
1.01	Media	4.28
	Desv. típ.	.678
1.02	Media	3.79
	Desv. típ.	.976
1.03	Media	4.06
	Desv. típ.	.243
1.04	Media	3.91
	Desv. típ.	.610
1.05	Media	4.00
	Desv. típ.	.609
1.06	Media	3.83
	Desv. típ.	.388
1.07	Media	3.48
	Desv. típ.	.911
1.08	Media	3.26
	Desv. típ.	1.098
1.09	Media	3.80
	Desv. típ.	.523
1.12	Media	4.31
	Desv. típ.	.704
1.13	Media	4.33
	Desv. típ.	.480
1.14	Media	3.11
	Desv. típ.	.994
Total	Media	3.86
	Desv. típ.	.800

La satisfacción de los estudiantes con la asignatura es alta, con una puntuación media de 3.86, y media superior a 3 en todos los grupos.

9.4 Encuesta a alumnos. Resultados obtenidos en las cuestiones abiertas.

9.4.1 Análisis de datos

El análisis de los datos textuales recopilados en las cuestiones de respuesta abierta, en las que se pedía a los estudiantes que indicaran puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora del programa, se ha realizado con técnicas de análisis cualitativo.

Clasificación

Las respuestas de los estudiantes se han clasificado en categorías. La elaboración del sistema de categorías se ha realizado inductivamente, a partir de los propios datos, aunque también se ha tenido en cuenta el marco teórico en el que se sitúa el programa. En las respuestas de los estudiantes a las cuestiones abiertas se han identificado un total de 12 categorías de puntos fuertes, 15 de puntos débiles y 9 de propuestas de mejora.

A cada categoría se le ha asignado un código. Los datos se han codificado con la ayuda del programa ATLAS.Ti de análisis cualitativo. Las respuestas completas de los estudiantes a las cuestiones de respuesta abierta se adjuntan en el anexo 11.

Validez de los resultados

Con objeto de comprobar la validez de los resultados obtenidos, la codificación ha sido realizada por dos investigadores (jueces) de forma independiente.

La codificación realizada por los 2 jueces se ha sometido a un análisis para verificar el grado de acuerdo entre jueces, utilizando el método del coeficiente Kappa.

Los resultados del análisis se muestran en la tabla 9.14, para las categorías de puntos fuertes y puntos débiles.

Categorías	Valor del coeficiente Kappa
Puntos fuertes	.906
Puntos débiles (1ª)	.64
Puntos débiles (2ª)	.956

Tabla 9.14. Resultados del análisis del acuerdo entre jueces

La causa del menor grado de acuerdo inicial en la categoría de puntos débiles se debe a la mayor variedad de respuestas en este apartado. No obstante, para conseguir una codificación más ajustada a las categorías establecidas de puntos débiles, se realizó una clarificación de criterios entre los jueces y se volvieron a codificar los datos, obteniéndose finalmente un valor del coeficiente Kappa igual a 0,956.

Interpretando el valor del coeficiente kappa obtenido según la tabla de Altman (1991), se puede concluir finalmente que el grado de acuerdo entre jueces es muy bueno para ambas categorías. En las categorías de las *propuestas de mejora* no consideramos necesario analizar el grado de acuerdo, por la menor relevancia que tiene el peso de cada categoría en este apartado.

Valor del coeficiente Kappa	Grado de acuerdo
< 0.20	Pobre
0.21 - 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderado
0, 61 – 0.80	Bueno
0.81 – 1.00	Muy bueno

Tabla 9.15. Tabla de Altman (1991)

En los apartados siguientes se presenta el sistema de categorías obtenido en los tres apartados de las respuestas abiertas: puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora. Para cada categoría, se especifican el código asignado, una breve definición, algunas citas de ejemplo y su frecuencia de aparición en las respuestas (número de alumnos que la señalan). Se han eliminado las categorías con frecuencia de aparición menor que 4.

9.4.2 Sistema de categorías de respuesta. Puntos fuertes

RELACIONADAS CON LOS CONTENIDOS

1. Enfoque práctico

Código: PRACTICA. Frecuencia: 40.

El enfoque práctico es, para muchos alumnos, uno de los aspectos más positivos de la asignatura. Se destaca que se trabaje sobre problemas reales, cercanos a la Arquitectura, y útiles para la práctica profesional. Este enfoque práctico redonda, para algunos

estudiantes, en un aumento de la motivación. Para otros contribuye a mejorar el aprendizaje, y a hacerlo más duradero.

- *“Se trabaja sobre ejemplos prácticos en vez de impartirse solamente teoría, lo que hace que el aprendizaje sea más efectivo”.*
- *“La asignatura es interesante, y es lo más útil de Arquitectura, en mi opinión”.*
- *“Es mucho más llevadera esta asignatura de modo práctico que teórico y examen”.*

2. Aprendizaje del programa Cype

Código: CYPE. Frecuencia: 5

Un grupo reducido de alumnos hace hincapié en el aprendizaje del programa CYPE Nuevo Metal 3D, para analizar estructuras.

- *“El uso de CYPE, como herramienta útil para la actualidad”.*

3. Buena comprensión del comportamiento estructural

Código: COMPRENSIÓN. Frecuencia: 4.

Otros, ven positiva la forma en que la asignatura ha contribuido a su comprensión del comportamiento estructural.

- *“Nos ayuda a comprender mejor el funcionamiento de una estructura”.*

RELACIONADAS CON LA METODOLOGÍA DOCENTE

4. Metodología de aprendizaje ABP

Código: ABP. Frecuencia: 16.

Algunos alumnos destacan, como aspecto positivo, la eficacia del ABP como metodología de aprendizaje, que consideran apropiada para esta asignatura. Esta categoría engloba, en cierto modo, a las tres siguientes, ya que el ABP incluye trabajo en equipo, aprendizaje y evaluación continua, y aprendizaje autónomo.

- *“El sistema ABP es el idóneo para esta asignatura, ya que facilita la dificultad de la asignatura”.*
- *“Es aprendizaje mediante problemas, nos hace pensar”.*

5. Trabajo en equipo con aprendizaje cooperativo

Código: APCOOPERA. Frecuencia: 84.

La valoración positiva del trabajo en equipo es, con diferencia, la categoría más repetida entre las respuestas de los estudiantes. Las ventajas que encuentran a trabajar en equipo coinciden con los principios básicos del aprendizaje cooperativo:

- Los alumnos aprenden unos de otros.
- El compromiso con sus compañeros de grupo obliga a los estudiantes a un trabajo semanal continuo, para que el grupo avance en el problema.
- Además, aumenta la motivación: los estudiantes están más motivados para asistir a clase, y para trabajar por el triunfo común del grupo. Las clases son más amenas y dinámicas. El ambiente de la clase mejora.

Algunos ejemplos de respuestas que ilustran los aspectos positivos del trabajo en equipo son:

- *“Al trabajar en grupo se fomenta la participación de todos en la asignatura, y unos podemos ayudarnos a otros si surgen dudas no resueltas”.*
- *“Inteligencia colectiva: aprender del resto”.*
- *“El trabajo en grupo, ya que tenemos que trabajar todos por igual, sino el grupo se queda descolgado”.*
- *“La motivación para ir a clase y para descubrir por uno mismo cómo resolver los problemas a partir de un debate en grupo”.*
- *“El trabajo en grupo motiva a mejorar para ayudar al grupo a sacar más nota”.*

6. Aprendizaje y evaluación continua

Código: APCONTINUO. Frecuencia: 42.

Muchos estudiantes destacan como punto fuerte el sistema de aprendizaje y evaluación continua, alegando que permite llevar al día la asignatura, y aprender con menos esfuerzo.

Algunos se centran más en el sistema de trabajo. Otros, en la evaluación continua, no basada en un examen final donde el estudiante se lo juega todo. La corrección constante de trabajos y tareas proporciona retorno sobre el aprendizaje (evaluación formativa) que permite detectar los fallos y mejorar.

Los estudiantes hacen referencia a que con esta forma de trabajo se aprende más, y de forma más duradera.

- *“Mantiene el ritmo de trabajo todo el curso, haciendo que no se acumule todo al final. Aprendes sin agobios de última hora”.*
- *“La práctica continua hace que se aprenda de una forma más sencilla y natural (lo que la Escuela Moderna de Ferrer i Guardia buscaba)”.*
- *“El método de aprendizaje nos permite estar al día con la asignatura y aprender más que si hubiera un examen final por el que estudiar”.*
- *“Las constantes correcciones te ayudan a ver tus fallos y aprender más”.*

7. Aprendizaje autodirigido

Código: AUTONOMO. Frecuencia: 9.

Algunos estudiantes destacan expresamente como positivo que el planteamiento de la asignatura les obliga a tomar la iniciativa y la responsabilidad de su aprendizaje.

- *“El autoaprendizaje”.*
- *“Hemos tenido que pensar más por nosotros mismos”.*

8. Exposiciones del profesor

Código: EXPLICA. Frecuencia: 6.

Alumnos que señalan como aspecto positivo la claridad en las exposiciones del profesor.

- *“El profesor explica con total claridad, entiende a todos y cada uno de los alumnos”.*

9. Asignatura interesante y dinámica

Código: DINAMICA. Frecuencia: 37.

Muchos alumnos hacen hincapié en que la asignatura es amena, dinámica, interesante o entretenida. El dinamismo de la asignatura lo atribuyen, entre otros factores, al sistema de trabajo (ABP), al aprendizaje en equipo y al clima de participación en la clase.

- *“Tal y como está diseñada, y estructurada la forma de impartir la materia, se hace más amena e interesante”.*
- *“El hecho de trabajar en equipo y mediante trabajos han hecho las clases mucho más amenas, y me ha parecido adecuado para ir aprendiendo, en lugar de clases más teóricas”.*

- *“Las 4h de clase se pasan rápido debido al sistema de aprendizaje”.*

10. Organización y planificación del curso

Código: PLANIFICA. Frecuencia: 12.

Una parte de los estudiantes ve positiva la planificación del curso, y la organización del temario en módulos, de complejidad creciente.

- *“Distribución del temario en sesiones”.*
- *“Todo lo que hemos trabajado desde el principio se va aumentando hasta el final, por lo que al final del cuatrimestre aprendemos todo desde el principio”.*

11. Implicación del profesor

Código: IMPLICAPROF. Frecuencia: 24.

Muchos destacan la disponibilidad e implicación del profesor resolver las dudas que se van planteando, tanto en clase como fuera de ella, y la interacción profesor-alumno que se establece con esta metodología.

Esta categoría de respuestas tiene que ver con el papel del profesor como facilitador, propio de la metodología ABP. Este nuevo rol tiene, en opinión de los alumnos, algunas consecuencias positivas, como un mayor control de los alumnos rezagados, o un aumento en la motivación: los estudiantes se implican más cuando ven al profesor comprometido con tanto interés en su aprendizaje.

- *“La profesora nos ha ayudado con cualquier duda que hemos tenido en horario de tutorías y fuera de ellos”.*
- *“Con el seguimiento llevado por la profesora se ha ido mejorando muchísimo por instante y ningún grupo ha quedado descolgado de la clase”.*
- *“La participación directa del profesor, que te implica una motivación positiva para el seguimiento de la asignatura y las herramientas y el plan adecuado para la adquisición de conocimientos”.*

RELACIONADAS CON LOS MEDIOS Y RECURSOS

12. Calidad del material de apoyo

Código: MATERIAL. Frecuencia: 5.

Un número minoritario de alumnos mencionan como punto fuerte la calidad de los apuntes y ejemplos puestos a su disposición.

- *“Gran cantidad y buena calidad en los apuntes”.*

Resumen comparativo

Para obtener una idea más precisa de la incidencia de aspectos positivos, en la tabla 9.16 se muestran (para las categorías más repetidas) las frecuencias en las que aparece cada categoría en las respuestas de los alumnos.

		Puntos fuertes por categoría								
Puntos fuertes por grupo	GRUPO	PRACTICA	ABP	APCOOPERA	APCONTINUO	AUTONOMO	DINAMICA	PLANIFICA	IMPLICAPROF	Total
	1	3	2	11	3		4		1	24
	2	4		6	7		1	3	2	23
	3	3	1	5	5	2	5	1	2	24
	4	3	3	8	3		3	1		21
	5	4	3	16	5	3	4		1	36
	6	3		5	2		4	2	2	18
	7	12	3	4	5	1	2		2	29
	8	1		2	1		2	1	2	9
	9	2		3	7	1	2	1	2	18
	12	2	2	8	2	1	3	2	7	27
	13	2	2	16	1	1	6	1	2	31
	14	1			1					2
	Total	40	16	84	42	9	36	12	23	

Tabla 9.16. Frecuencias de las categorías de puntos fuertes por grupos.

En la tabla 9.17 se comparan las frecuencias de las categorías de puntos fuertes con las recogidas en la encuesta del curso anterior (correspondiente a la experiencia piloto de ABP). Por ser casi idéntico el número total de encuestas realizadas en ambos cursos ($N_{2011-12} = 276$, $N_{2010-11} = 265$), es posible comparar los valores absolutos de las frecuencias de cada categoría.

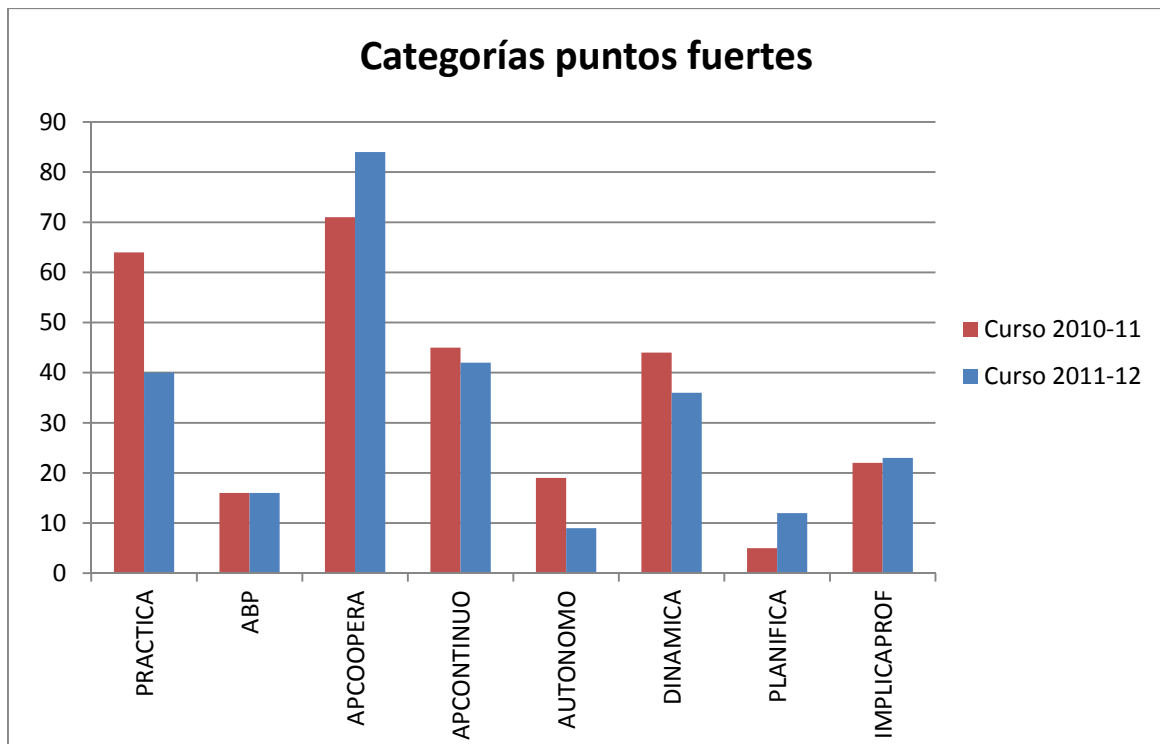


Tabla 9.17. Comparación de puntos fuertes con el curso 2010-11.

De la comparación con el curso anterior pueden extraerse varias conclusiones:

- Las categorías de puntos fuertes del curso 2010-11 y las del curso 2011-12 coinciden.
- La frecuencia con que aparece cada categoría en los dos cursos es muy similar, lo cual refuerza la fiabilidad de la técnica de recogida y análisis de datos.

9.4.3 Sistema de categorías de respuesta. Puntos débiles

RELACIONADAS CON LOS CONTENIDOS

1. Dificultad de la materia

Código: MATERIA. Frecuencia 8.

En esta categoría se incluye a los alumnos que destacan como negativo la dificultad o extensión excesiva de la materia.

- *“Es muy pesada, demasiado contenido”.*
- *“Dificultad de los contenidos”.*

2. Carencias en conceptos previos de física

Código: FÍSICA. Frecuencia: 4.

Una minoría de alumnos hace referencia a dificultades de aprendizaje en la asignatura por carencias en conceptos previos de Física.

- *“No tengo ningún aspecto negativo que decir, salvo que sin un previo aprendizaje de Física resulta un poco más complicado aprender la asignatura”.*

RELACIONADAS CON LA METODOLOGÍA DOCENTE

3. Método de enseñanza-aprendizaje inadecuado (en referencia al ABP)

Código: ABP. Frecuencia 9.

En esta categoría se incluye a los estudiantes que se quejan de la metodología docente en general, sin precisar ningún aspecto en concreto.

- *“El sistema ABM o como se llame”.*
- *“Bolonia no es un plan adecuado para esta asignatura, y no debe forzarse a una asignatura de carácter matemático-físico a entregas por trabajos y exposiciones. En general, mala metodología”.*

4. Desorientación inicial en los problemas

Categoría: DESORIENTA. Frecuencia: 21.

Una parte significativa de los estudiantes destaca como dificultad la desorientación inicial al enfrentarse al problema sin haber recibido clases previamente.

- *“Desorientación al principio de cada problema”.*
- *“No existen unas pautas de partida (una explicación aproximada) para la realización del problema”.*
- *“Al empezar los trabajos, no sabemos arrancar, puesto que no hemos visto un ejemplo resuelto anteriormente”.*
- *“Al realizar los problemas, tenemos que descubrir cada concepto por nuestra cuenta en vez de que nos lo expliquen antes de trabajarlo”.*

5. Grupos: falta de implicación de algunos miembros

Código: IMPLICAGRUPO Frecuencia: 28.

El mal funcionamiento del trabajo en equipo, debido a una implicación desigual de sus miembros, es el aspecto negativo más señalado por los estudiantes. Esto se concreta en que algunos alumnos (ya sea por falta de implicación, de base o de capacidad) aportan poco al grupo, mientras otros se sobrecargan de trabajo.

Hay estudiantes que se quejan de que la nota individual depende del funcionamiento del grupo (este aspecto negativo está relacionado con la interdependencia positiva, que es uno de los ingredientes del aprendizaje cooperativo). Otros, de la falta de control del aprendizaje y trabajo individual.

- *“Al trabajar en grupos, evidentemente hay personas que trabajan más y otras que menos, y en algunos de los proyectos lo han acabado haciendo una sola persona”.*
- *“También sería la parte negativa del trabajo en grupo, ya que si los componentes del grupo no trabajan por igual, el grupo al final acabará cayendo”.*
- *“Que dependemos demasiado del grupo”.*
- *“El hecho de que el trabajo en grupo no sirviera para mejorar a todos sino que algunos se vieran arrastrados por falta de competencias del resto de componentes del grupo”.*

6. Grupos: formación inicial inadecuada

Código: FORMAGRUPO. Frecuencia: 16.

Esta categoría engloba las dificultades relacionadas con la formación inicial de los grupos. Algunos alumnos se quejan de que sea el profesor quien forme los grupos. Otros de la desigualdad entre unos grupos y otros. La asignatura es ostensiblemente más fácil o difícil dependiendo del grupo al que sean asignados a principio de curso.

- *“La formación de grupos deberíamos hacerla nosotros mismos”.*
- *“La formación de grupos me parece que no ha sido equilibrada, se han dividido claramente en algunos grupos con mayor conocimiento”.*

7. Grupos: problemas de organización

Código: ORGGRUPO. Frecuencia: 16.

Un grupo de alumnos menciona dificultades diversas relacionadas con la coordinación del grupo o con el número de integrantes: problemas personales, cambios en los grupos, abandonos a mitad de curso que dejan los grupo mermados, etc...

- *“Si algunos alumnos dejan la asignatura, los demás componentes del grupo se quedan sin uno menos”.*
- *“Si se tiene algún problema con los grupos resulta difícil el volver a adaptarse si los grupos cambian”.*

8. Clases expositivas insuficientes

Código: NOEXPLICA. Frecuencia: 36.

Muchos estudiantes destacan como aspecto negativo la falta de explicaciones del profesor, o de clases teóricas.

Para algunos, la falta de clases expositivas tiene como consecuencia un mayor esfuerzo requerido para el aprendizaje, o que los conceptos no queden claros.

- *“Comenzamos haciendo trabajos de los que en realidad sabemos muy poco, y por tanto, nos cuesta el doble. Pienso que la información dada y las explicaciones a veces son insuficientes”.*
- *“La teoría no la imparte en profesor y hay que preguntar uno mismo o mirar los apuntes”.*
- *“Modo de impartir clase. Prefiero clases tradicionales con trabajos en grupo puntuales, en lugar de este sistema en el que prácticamente el alumno es autodidacta”.*
- *“Algunas explicaciones no quedan claras. Mezcla de ideas”.*

9. Dedicación excesiva

Código: DEDICAC. Frecuencia: 8.

Una parte minoritaria de los alumnos se queja de una dedicación excesiva en horario no presencial.

- *“Dedicación excesiva del alumno en horario no presencial”.*

10. Aprendizaje mecánico

Código: MECANICO. Frecuencia: 3.

Según algunos alumnos, la limitación en el número de ejemplos trabajados y el enfoque repetitivo del trabajo puede dar lugar a un aprendizaje mecánico.

Aunque este es un punto débil señalado por un número mínimo de alumnos, se ha incluido igualmente por su interés, ya que constituye un diagnóstico acertado de uno de los peligros que conviene evitar relacionado con el método de aprendizaje en la asignatura.

- *“Depende del alumno, pero quizás el método fomenta cierta repetición en los problemas que en muchas partes pueden llevar a un aprendizaje mecánico”.*

RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN

11. Dificultades relacionadas con la evaluación continua

Código: EVCONTINUA. Frecuencia: 10.

Las respuestas incluidas en este grupo tienen que ver con dificultades debidas al sistema de evaluación continua: los alumnos hacen referencia al ritmo constante de pruebas y entregas al que se ven sometidos. Algunos alumnos consideran negativo que la asistencia sea obligatoria (por ejemplo, alumnos que estudian y trabajan).

- *“Poca facilidad para alumnos que no pueden llevar adecuadamente la evaluación continua”.*
- *“Que al haber prácticas casi todas las semanas, no da tiempo a hacerlas todo lo bien que se puede”.*
- *“El curso está demasiado desgajado, la calificación está demasiado compartimentada. Es decir, que la nota final no debería ser en tantos problemas y test”.*

12. Deficiencias en la evaluación individual

Código: EVINDPOCO. Frecuencia: 10.

Algunos alumnos critican el poco peso que se da a la evaluación individual. Para ellos, el porcentaje de actividades en grupo, y su peso en la evaluación, es excesivo. En su opinión, ello repercute negativamente en la implicación de todos por igual en el grupo.

Otros manifiestan su opinión de forma más genérica, quejándose de que el aprendizaje individual no se controla lo suficiente.

- *“El excesivo porcentaje de la nota final dedicado a los trabajos en grupo. No todos los miembros participan y se esfuerzan de la misma manera. Los exámenes individuales cuentan muy poco”.*
- *“No se lleva el control individual de algunos alumnos”.*

RELACIONADAS CON LAS HERRAMIENTAS DOCENTES

13. Faltan ejercicios resueltos

Código: EJRESUOLT. Frecuencia: 7.

Hay estudiantes que echan en falta más ejercicios resueltos que les sirvan de guía a la hora de estudiar.

- *“Encontrar más ejemplos sobre ejercicios tipo que faciliten la comprensión”.*
- *“La falta de ejemplos de ejercicios resueltos para aprender cómo se desenvuelven los problemas con algunas variables para comparar tus conocimientos y saber si estás en lo cierto”.*

Resumen comparativo

En las tablas 9.18 y 9.19 se muestran las frecuencias por grupos de cada categoría de puntos débiles y la comparación con los puntos débiles manifestados por los estudiantes en el curso 2010-11. La similitud entre las frecuencias en cada categoría es grande, lo que contribuye a reforzar la fiabilidad del instrumento⁵.

		Puntos débiles por categoría												
Puntos débiles por grupo	GRUPO	MATERIA	ABPN	DESORIENTA	IMPLICAGRUP	FORMAGRUP	ORGGRUP	NOEXPLICA	DEDICAC	EVCONTINUA	EVINDPOCO	EJRESUOLT	Total	
	1.01					1	3	1		2	1		8	
	1.02			10	2		3	3	1		1	1	21	
	1.03	1		2			4	5	2	1		1	16	
	1.04	4			4	1		1	1				11	
	1.05	1	2	3	6	3		2			4		21	
	1.06			1	3	2		3		3		1	13	
	1.07			5	1	5	2	4	7	2	2	3	2	33
	1.08		1			1		1						3
	1.09					1			4	1	1			7
	1.12			1	1	3	5	1	5		1			17
	1.13	1			3	3	2		2	1		3	1	16
	1.14	1							3		1		1	6
Total	8	9	21	28	16	16	36	8	11	12	7			

⁵ Tan solo en la categoría correspondiente al procedimiento de formación de grupos (FORMAGRUP) se observan diferencias importantes respecto al curso pasado, debido, sin duda, a la decisión tomada por una parte de los profesores de la asignatura de permitir que este curso sean los estudiantes los que formen los grupos, lo cual ha reducido en número de quejas en este sentido.

Tabla 9.18. Frecuencias de las categorías de puntos débiles por grupos.

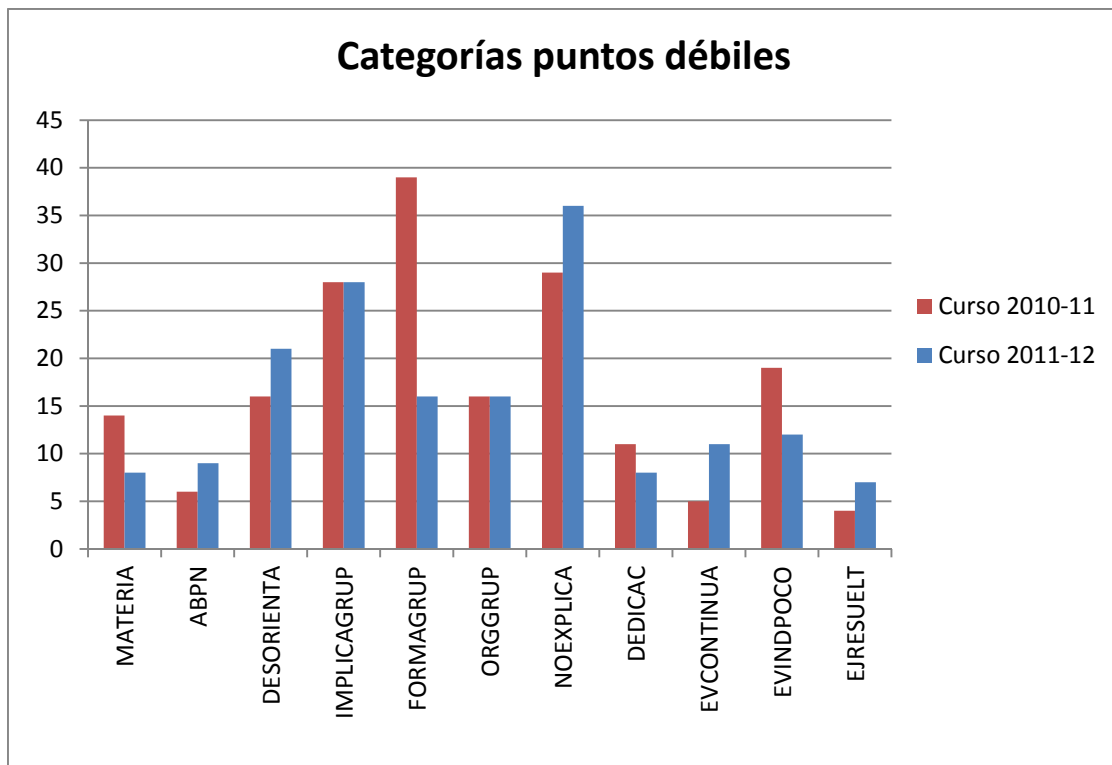


Tabla 9.19. Comparación de puntos débiles con el curso 2010-11.

9.4.4 Sistema de categorías de respuesta. Propuestas de mejora

1. Aumentar las explicaciones en clase

Código: EXPLICARMAS. Frecuencia: 44.

Sin duda, la propuesta más repetida por los estudiantes está en la línea de aumentar las explicaciones en clase. El tipo de explicaciones a las que aluden son, en algunos casos, clases teóricas. En otros, ejercicios breves relacionados con el problema sobre el que trabajan en cada módulo.

- *“Más clases teóricas que asienten conceptos”.*
- *“El profesor podría explicar algún ejercicio breve que se encuentre en relación con lo que se ha de realizar”.*
- *“Las clases teóricas más llevaderas, alternándolas con los problemas, ya que después del trabajo no venía seguida una teórica”.*
- *“Deberían dar una pequeña introducción de conceptos antes de cada problema, aceleraría el aprendizaje”.*
- *“Hacer más “hincapié” en aprender primero y después practicar”.*

2. Elección de grupos por los alumnos

Código: GRUPOSALUMNOS. Frecuencia: 19.

Los estudiantes proponen, en segundo lugar, que los grupos sean formados por ellos mismos, en lugar de por el profesor.

- *“Dejar que los alumnos elijan sus propios grupos”.*
- *“Dejar que los grupos se hagan como los alumnos quieran, porque para la hora de quedar y de trabajar, sabes quien trabaja y quien no, y cómo lo hacen”.*

3. Mayor control del aprendizaje individual

Código: MASCONTROL. Frecuencia: 15.

Un grupo significativo de alumnos pide que se controle más el aprendizaje individual de cada uno de los componentes del grupo.

- *“Mayor control de los integrantes del grupo. Las actas dejaron de hacerse a mitad del curso y no deberían haber desaparecido”.*
- *“Que el trabajo probase que todos los integrantes hayan participado”.*
- *“Un mejor seguimiento del trabajo individual de cada uno dentro del grupo”.*

4. Más peso a los tests individuales

Código: TESTMASPESO. Frecuencia: 15.

En relación con la propuesta anterior, algunos estudiantes proponen dar más peso en la nota final a los tests y ejercicios individuales.

- *“Creo que debe haber más tests individuales y que contaran más, ya que veo que hay personas en algunos grupos que no se esfuerzan y aprueban sin saber”.*
- *“Valorar más las actividades individuales porque así a los que no hacen mucho en grupos se preocupen por entender los problemas y en los exámenes obtengan mejores resultados”.*

5. Mejorar los apuntes

Código: MEJORAPUNTES. Frecuencia: 10.

Otro grupo de alumnos propone mejorar los apuntes de la asignatura. La mejora consistiría principalmente en añadir ejercicios y problemas resueltos.

- *“Tener ejemplos resueltos de las prácticas antes de hacerlas”.*

- *“Más ejemplos antes del trabajo en grupo, igual ver ejercicios de años anteriores nos ayudaría a tener algo parecido a un guión”*
- *“Que el profesor entregue un problema “tipo” para que los alumnos tengan una referencia”.*

6. Otras propuestas

Otras propuestas de mejora interesantes que hacen los alumnos, aunque se repitan con menor frecuencia, se incluyen tal y como ellos las expresan:

- *“Que todos los miembros del grupo colaboren en la exposición” (5).*
- *“Quizás alguna clase teórico-práctica en la calle con una obra en construcción” (2).*
- *“Quizás sería bueno cambiar de grupo al menos una vez para aprender del conocimiento de otros compañeros. Eso se podría arreglar con puestas en común entre grupos, no solo entre los miembros del grupo, sino de toda la clase” (4).*
- *“Más diversidad de edificios y poder elegir” (2).*

Resumen comparativo

En la tabla 9.20 se muestran las frecuencias con que aparecen las propuestas de mejora más repetidas, en relación con las recogidas en la encuesta del curso 2010-11. Una vez más, los resultados son similares⁶.

⁶ En este caso, las diferencias más importantes se producen en las categorías correspondientes a mejorar los apuntes y aumentar el control individual. En el primer caso, las diferencias se justifican por la mejora que ya se ha producido este curso en los apuntes de la asignatura con respecto al curso pasado. La causa de las diferencias en el segundo caso no está tan clara, aunque podría atribuirse a una mejora en la implementación del programa por parte de los profesores.

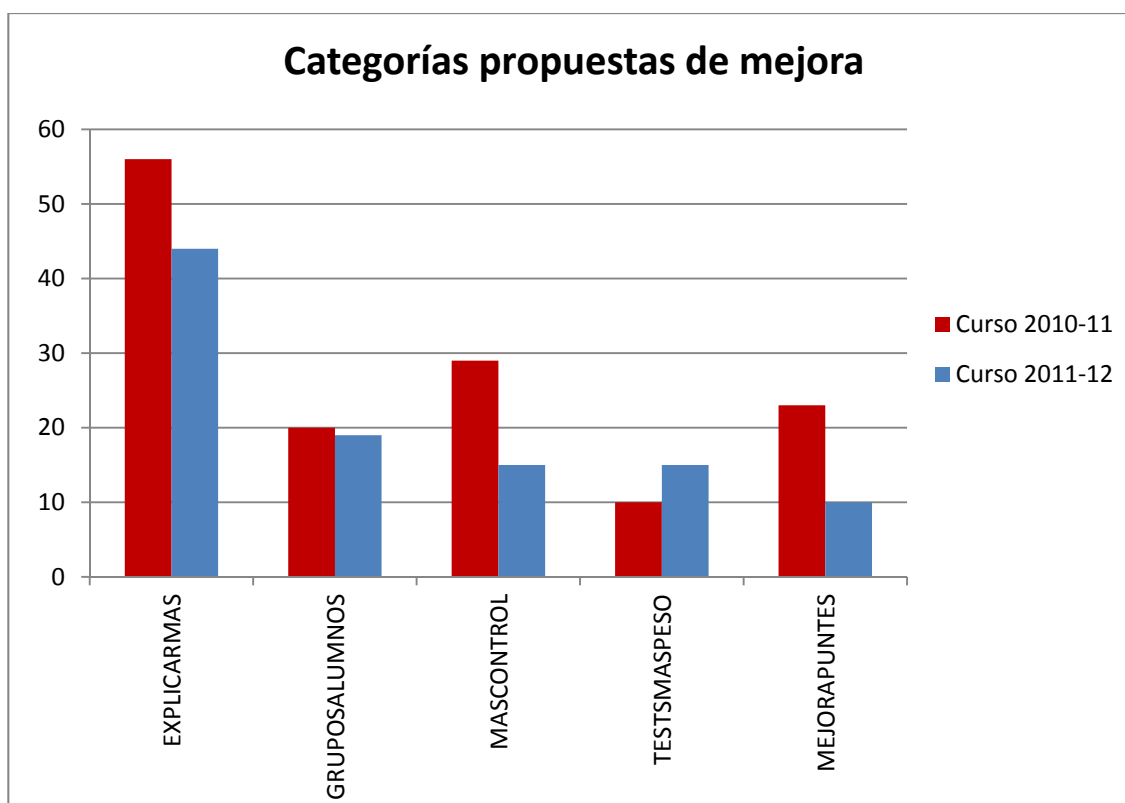


Tabla 9.20. Comparación de propuestas de mejora con el curso 2010-11.

9.5 Grupo de discusión de alumnos

9.5.1 Descripción

Finalidad

El grupo de discusión es una técnica no directiva para obtener datos sobre una intervención, consistente en establecer y facilitar una discusión entre los agentes implicados, que permite obtener información de los participantes que “no esté limitada por las concepciones previas del investigador, como ocurre en los cuestionarios o entrevistas” (Gil, 1993).

El uso de la técnica del grupo de discusión en la evaluación final del programa se debe a dos motivos principales (Miller, 1987; Gil, 1993):

- Los grupos de discusión producen un tipo de datos que difícilmente podrían obtenerse por otros medios. Gracias al clima en que se desarrollan, se favorece que salgan a la luz opiniones y sentimientos sinceros, que de otra forma sería difícil que se manifestaran.
- Gracias a la interacción, los participantes tienen la oportunidad de madurar sus opiniones, al confrontarlas con otros puntos de vista. De esta forma se recogen

posturas más sólidas y concretas, con planteamientos sobre el programa más evolucionados que los obtenidos con una simple pregunta en un cuestionario.

- Es una técnica que, usada conjuntamente con el análisis cuantitativo, proporciona datos sumamente útiles para interpretar mejor los resultados estadísticos.

Muestra

A la hora de determinar el número de grupos de discusión que se deben constituir y de seleccionar a los sujetos que intervendrán en ellos, el criterio que seguiremos es el de representar a todos los segmentos de población implicados en el programa (Gil, 1993). Por esa razón decidimos formar dos grupos de alumnos y uno de profesores, procurando que en los grupos de discusión de alumnos estuvieran representados el mayor número posible de grupos de la asignatura. Para ello se pidió a cada profesor que seleccionara 3 alumnos de cada grupo, con criterios de heterogeneidad en cuanto a las calificaciones obtenidas.

Con este criterio, se solicitó la participación de un total de 36 alumnos en los grupos de discusión, de los cuales confirmaron su asistencia aproximadamente la mitad.

Finalmente, se formaron dos grupos de discusión con un total de 15 alumnos pertenecientes a 7 grupos de la asignatura. La composición de cada uno de los grupos está reflejada en la tabla 9.21.

Grupo de discusión	Número de alumnos	Grupos de la asignatura representados
1	10	1.02, 1.03, 1.04, 1.06, 1.07
2	5	1.05 y 1.13

Tabla 9.21. Composición de los grupos de discusión de alumnos

Estrategia de moderación

Se dispuso la asistencia de dos investigadores al grupo de discusión: uno en el papel de moderador, y otro encargado de tomar notas. En general, la estrategia seguida por el moderador consistió en dejar hablar a los estudiantes, si bien se preparó un guion con las dimensiones de la evaluación enumeradas en el cuadro 9.1, con objeto de guiar la discusión hacia los aspectos que pudieran quedar sin tratar.

Registro de los datos

El registro de los datos se realizó por dos medios diferentes: por un lado, la discusión completa se registró en audio; por otro, los aspectos más importantes de las intervenciones fueron anotados. La presencia de los dos investigadores permitió contrastar el análisis de la información recogida.

Análisis de datos

Los datos se analizaron con técnicas de análisis cualitativo de datos. Para ello, se transcribió el audio recogido (anexo 12) y se clasificaron los datos. En primer lugar se identificaron categorías de puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora del programa. En segundo lugar se codificaron las intervenciones con la ayuda del programa ATLAS.Ti.

Validez de los resultados

En el análisis de los datos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para asignar relevancia a un tema tratado en la discusión (Kidd & Parshall, 2000):

- Si el tema aparece solo en uno de los grupos o en los dos.
- Si es un aspecto que surge espontáneamente de los participantes, o como respuesta a una pregunta del moderador.
- El grado en que los estudiantes del grupo consideran el tema importante, interesante, o ambas cosas a la vez (en este sentido, la grabación en audio es fundamental, ya que permite registrar el grado de énfasis con que los participantes se refieren a una cuestión determinada).
- Si sobre una cuestión se alcanza consenso en la discusión, o por el contrario persisten opiniones contrarias (controversia).

En cuanto a la validez de contenido, según los mismos autores, esta puede apoyarse en las siguientes estrategias:

- La aparición de un punto de vista similar en distintos grupos de discusión.
- La codificación de datos por dos investigadores diferentes.
- La comparación con temas descritos en la literatura que soporta el marco teórico de la investigación.

En cualquier caso, es importante clarificar que los datos recogidos en un grupo de discusión no son cuantitativos. Tal como aclara Miller (1987), la cuestión principal “no es determinar *cuántos* participantes actúan o piensan de determinada manera, sino *por qué* lo hacen”.

9.5.2 Resultados obtenidos: puntos fuertes

El análisis de los datos recogidos en los dos grupos de discusión de alumnos permitió identificar 11 categorías correspondientes a puntos fuertes del programa:

CONTENIDOS

1. Enfoque práctico

El enfoque práctico en una asignatura de primer curso, es destacado como aspecto positivo por uno de los estudiantes.

- *“Pensábamos que iba a ser Física, que no iba a ser tan práctico, ya dimensionar una estructura, me parece, ya desde el primer año, me parece muy acertado”.*

METODOLOGÍA DOCENTE

2. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje en equipo es uno de los aspectos positivos más destacados. Los alumnos lo encuentran positivo por las siguientes razones:

a) Aprenden unos de otros.

- *“El método de aprendizaje me parece fantástico. Todos aprendemos de todos. Estoy muy satisfecho con lo que he aprendido este año”.*

b) La elaboración del conocimiento en el grupo, que fomenta un ambiente activo, dinámico, y motivador.

- *“Yo creo que en mi grupo, lo que mejor ha funcionado, ha sido eso, lo de, que surjan las dudas, y más o menos entre todos discutir las. Esa es la parte que, para mí, en mi grupo, lo que mejor ha ido. Después ya cuando había que trabajar, ya, la cosa se distorsionaba un poquito, pero a la hora de decir dudas, y de solucionarlas en clase, estaba todo el mundo, y nos peleábamos, empezábamos a discutir, la liábamos”.*

c) Aumenta la persistencia del aprendizaje.

- *“Además que, trabajando así en grupo siempre se quedan las cosas mejor”.*

d) Tiene una influencia positiva en la motivación y la implicación de los estudiantes en la asignatura. La responsabilidad hacia el resto de componentes del grupo les fuerza a comprometerse y a asistir a clase.

- *“Estructuras se hacía bastante corto... hay muchas veces que con la calor decía yo, ¿hoy que toca? Matemáticas. Con la calor que hace mejor no voy. Decía: Estructuras, bueno, venga, que es el trabajo en grupo: voy a ir. Y iba. Es que claro, es que es trabajo en grupo, voy a ir”.*

- *“... pero te voy a decir una cosa, eso no se puede evitar (en referencia a los alumnos que no se implican). Eso ha pasado siempre y, que seguirá pasando, porque hay gente que, a lo mejor hace menos, y después llega el examen, el día de antes se lo estudia y... eso pasa en cualquier tipo de enseñanza, creo yo, en grupo o no en grupo. Y ya en grupo te da como cosa, porque si no haces nada y ves que tu grupo está trabajando entre comillas, te obliga más a... ¿no? Dices tú, ostia, que tengo toda la cara, ¿no?”.*

Este último comentario de una alumna aporta un matiz interesante: la falta de implicación de algunos estudiantes no es un problema exclusivo de esta metodología: también se produce (en un grado incluso mayor, aunque pase más desapercibido para el profesor) en un enfoque tradicional con evaluación por exámenes.

3. Aprendizaje activo, autodirigido, a partir de un problema (ABP)

Los estudiantes aprenden a base de problemas, en lugar de clases teóricas. Es un aprendizaje activo, autodirigido, lo cual tiene una influencia positiva en la motivación y en la calidad del aprendizaje.

- *“El tema de problemas es muy interesante. El hecho de que no sea teoría, ¿no?, monólogo y..., que sea mucho más práctico y mucho más activo y mucho más..., pues vamos, eso es muy interesante, ¿no?”.*

- *“En primer lugar, a mí lo que me ha gustado de la asignatura es que no era, por ejemplo, Matemáticas, que viene el profesor, te dicta, y tú, te coges los apuntes, y ya en tu casa, pues tú te las arreglas para estudiar. Pero aquí, por ejemplo, es mucho más libre (...). No es un método en el que el profesor te dice “tienes que hacer esto y esto” y eso es una cosa que me ha gustado, porque es una dificultad que la gente tiene, es decir, la gente tiende a decir: ¿qué hay que hacer? Ah vale, y lo hago, pero si tú te pones a hablarle a un grupo, es algo que tú aprendes por ti mismo”.*

- *“Y yo siempre, yo, estoy más a favor de que, en vez de explicar el profesor, de que tengan que ser los alumnos los que estén intentando resolver las dudas, porque, yo, porque aunque no sepas resolverlas, pero estás muchísimo más atento. Yo, por lo menos, en las clases en las que los alumnos tenían que participar siempre me han dado más resultado que en las que el profesor se pone a explicar nada. Eso es una cosa que yo siempre he pensado”.*
- *“Me apetece más ponerme a hacer Estructuras que es más dinámico que ponerme a estudiar Matemáticas y Física... A lo mejor me gusta más ver Matemáticas que calcular un pilar, pero, me ponía con más ganas a hacer eso que a ponerme a estudiar integrales”.*

En uno de los comentarios sobre este aspecto positivo, una alumna relaciona el aprendizaje autodirigido con la activación del conocimiento previo y la construcción sobre él del nuevo conocimiento (que son los principios del aprendizaje constructivista):

- *“Estoy de acuerdo en lo de los problemas y eso. Yo creo que tener una dificultad donde tener que buscar los problemas por ti mismo, creo que, te enseña también bastante sobre todo a la hora de... la misma asignatura, pues la base que tú tienes de Física y demás pues, la vas aumentando, ¿no?, según tú te lo buscas...”.*

4. Persistencia del aprendizaje

La metodología docente puesta en práctica favorece que los conceptos aprendidos se recuerden mejor. Hay dos aspectos concretos que los estudiantes relacionan con un aprendizaje persistente: el trabajo en equipo y el aprendizaje autodirigido (aprender por ti mismo).

- *“La parte que se ha dado, con este método sí te queda bien afianzado y tienes claras las cosas... Yo me acuerdo de un montón de cosas del año pasado, y no estaba tan implicado como este año”.*
- *“... a lo mejor no tener la información... me parece que, cuando tú te enfrentas a algo desconocido, cuando lo consigues averiguar no se te olvida, ¿no?”.*

EVALUACIÓN

5. Aprendizaje y evaluación continua

La evaluación continua obliga a estudiar, y a llevar la asignatura al día.

- *“Me tengo que poner sí o sí porque lo tengo que entregar. No todo depende de un examen final, en el que tengo que estudiar y al final lo dejas para la última hora”.*

El trabajo continuo en clase hace que haya que dedicar menos tiempo no presencial a la asignatura, y facilita la comprensión.

- *“Si aprovechas una clase bien, bien, bien, los resultados son que la gente entiende las cosas. Yo soy de las personas que siempre se estudia las cosas por su cuenta porque no me sirve de mucho nunca lo de los profesores. Y por ejemplo a Matemáticas, le dedico más horas en mi casa pero a Estructuras no, porque, estoy como trabajando en clase...”*

6. Tests individuales

Los estudiantes señalan algunos aspectos positivos de los tests individuales:

- Obligan a estudiar.
- Sirven para controlar el aprendizaje individual, y fomentan la responsabilidad individual.
- *“El examen sirve para ver quién trabaja más o menos en el grupo. Además de para saber tú mismo si sabes hacerlo o no”.*⁷

7. Transparencia en los criterios de evaluación

La información proporcionada sobre los criterios de evaluación se valora positivamente. Para los estudiantes, las rúbricas han sido una herramienta útil, con una doble finalidad:

- Informar a los estudiantes, con antelación, de los criterios de evaluación.
- Guiar en la resolución del problema.
- *“Desde el primer momento se nos ha informado de cómo se nos iba a evaluar.”*
- *“Las rúbricas han servido mucho. Sí, la rúbrica es clave. Nos han servido un poco de guión y de que no se te pase ningún punto”.*

MEDIOS Y RECURSOS

8. Material docente

Los estudiantes consideran útil el material docente de apoyo a la asignatura (apuntes, técnicas básicas, problemas resueltos).

⁷ Es importante resaltar la función formativa que los estudiantes conceden a los tests individuales. En este sentido, conviene no olvidar la importancia que tiene, en coherencia con la metodología docente de la asignatura, el que su peso en la evaluación no sea excesivo.

- *“Está bien, el temario y las técnicas básicas. Es útil y se entiende”.*
- *“Bien, ayudan mucho. Sobre todo las técnicas básicas y los problemas resueltos. No es difícil”.*

9. Uso del ordenador para aprender

El ordenador, por sus posibilidades de manipulación visual, ayuda a entender los conceptos. Los estudiantes confían más en que los resultados obtenidos por ordenador reflejan el comportamiento real de la estructura, porque pueden visualizarlos (por ejemplo, pueden ver cómo se deforma la estructura).

- *“El ordenador nos ha ayudado mucho a entender los conceptos”.*
- *“No, y se ve muy claro, porque hay veces que tú lo ves y tú dices, sí, va a ser eso, pero, LO VES, y dices, vale, es que lo hace”.*
- *“... se ve mejor siempre, ver las cosas gráficamente, ayuda mucho. Porque lo que se queda en Matemáticas en el papel, muchas veces... hay gente que no lo llega a entender... no lo llega a entender y acaba memorizándolo”.*

Los estudiantes considerarían poco natural el no utilizar un programa para analizar estructuras, debido a la absoluta generalización del uso del ordenador como herramienta en todas las disciplinas.

- *“Yo creo que ahora si empiezas a dar las clases y no pones ningún programa, alguien salta seguro, que si no hay un programa para calcularlo, porque estás acostumbrado a hacer las cosas ya con Autocad nosecuantos...”.*

10. Formación de grupos por el profesor / por los alumnos

Aunque sobre este punto no hay consenso (en general los estudiantes de cada grupo están contentos con la experiencia que han tenido, sea cual sea el método que les ha tocado), los argumentos que utilizan los partidarios de los grupos formados por el profesor están más fundamentados.

- *“La formación de los grupos me ha parecido bien. Los ha hecho la profesora”.*
- *“Creo que al principio yo era de los que defendía que los grupos los hiciéramos nosotros, pero con el paso del tiempo me he dado cuenta de que no, porque también me ha ayudado a, a ver también cómo trabaja cada uno, como, en lo que flojea uno, al final el que yo creía que menos me podía echar una mano al final me ha echado una mano. Apoyo eso de que los grupos los*

hagan los profesores, equilibrando, porque, hombre, yo creo que al final siempre hay justicia, y entonces, da la casualidad de que los que están hoy haciendo el examen son los que menos han colaborado en cada grupo, a lo mejor a excepción de unos cuantos...”

- *“Yo estoy a favor de que los grupos los hagan los profesores, porque hay gente que se conocen ya, hacen un grupo y, como son amiguitos, pues, hacen un grupo y, en el grupo dicen, haz tú esto que yo esta tarde no puedo, y luego el mes que viene haré yo otra por ti. Pero si no los conoces, te da corte no hacer el trabajo, no sea que te vayan a reñir, además, como Arquitectos, tendremos que trabajar con gente que no son nuestros amigos“.*

- *“Además es que siempre está el grupo de los que van, como yo digo, las “sobras”, entonces, pues que nadie los quiere, y va fatal, porque eso es así... Como nosotros hemos elegido los compañeros, yo me he puesto con los que sabía que íbamos a trabajar”.*

Algunos de los motivos esgrimidos para defender la formación de grupos por el profesor son:

- La relación previa entre los miembros del grupo puede influir negativamente en la interdependencia positiva.
- Los estudiantes peor relacionados pueden quedar “marginados” a la hora de formar los grupos.
- Se pueden concentrar los alumnos con dificultades en un mismo grupo (las “sobras”), lo cual contradice uno de los principios básicos del aprendizaje cooperativo: aprender unos de otros⁸.

11. Repetición de conceptos

Algunos estudiantes señalan que la estrategia de aprendizaje por repetición adoptada en el programa de la asignatura ha resultado útil para su aprendizaje.

- *“Yo, para el segundo test, claramente me he esforzado más que en el primero. En el primero lo llevaba todo claro, pero a la hora de enfrentarme otra vez al segundo test, me han surgido otra vez un montón de cosas nuevas. Ha sido como meterte, más a fondo, ¿sabes?, en el primero fue*

⁸ Las teorías sobre aprendizaje cooperativo respaldan, en general, la conveniencia asignar estudiantes con distintas habilidades a los grupos. Johnson et al. (2006), por ejemplo, afirman que en grupos heterogéneos “se produce en mayor grado la elaboración del conocimiento, aumentan las explicaciones que dan o reciben sus miembros y se enriquecen los puntos de vista en la discusión”.

como más superficial, y en el segundo, me he tenido que meter ya en los detalles y he tenido que aprender cosas que a lo mejor, en el otro me aprendí así como de regla o de memoria”.

Categorías de puntos fuertes	Grupo de discusión en que aparece	Grado de consenso	Espontáneo	Aparece en grupos de discusión 2010-11
1. Aprendizaje cooperativo	1 y 2	Consenso	Si	Si
2. Aprendizaje autodirigido	1 y 2	Consenso	Si	No
3. Enfoque práctico	1	Consenso	Si	Si
4. Aprendizaje y evaluación continua	1 y 2	Consenso	Si	No
5. Tests individuales	1 y 2	Consenso	Si	Si
6. Material docente	1 y 2	Consenso	No	No
7. Transparencia criterios evaluación	1 y 2	Consenso	No	No
8. Persistencia del aprendizaje	2	Consenso	No	No
9. Uso del ordenador	2	Consenso	No	No
10. Formación de grupos	1 y 2	Controversia	Si	Si
11. Repetición de conceptos	2	Consenso	Si	Si

Tabla 9.22. Grupos de discusión de alumnos. Categorías de puntos fuertes.

9.5.3 Resultados obtenidos: puntos débiles

RELACIONADOS CON LA METODOLOGÍA DOCENTE

1. Trabajo en equipo: falta de implicación de algunos miembros

Este es el aspecto negativo que tenido más relevancia en ambos grupos de discusión. Los estudiantes se quejan de que algunos miembros no se integran bien en el proceso de aprendizaje cooperativo, lo cual da lugar, por una parte a deficiencias en el aprendizaje individual dentro del grupo (que no se reflejan adecuadamente en la evaluación), y por otra, a una sobrecarga de trabajo para los componentes más implicados.

- *“¿Cómo se podrían haber involucrado más, los que no se han involucrado? Es que eso depende de cada uno”.*
- *“Si habría que poner algún “pero”... sería esto de los grupos, de gente que, tal”.*
- *“He visto a gente que tienen muy buena nota en los problemas, pero no tienen los conocimientos que tienen que tener. Yo, lo que pienso es que por parte de su grupo no ha habido la involucración necesaria para ayudar a esa persona”.*

- *“El aspecto así, negativo, sería el de, al trabajar en grupo, no todos trabajan de la misma manera, porque, sin querer, hay algunos que pringan más que otros, y, sin querer, unos toman la iniciativa, y el resto hay veces que ni siquiera se han mirado nada, van a remolque”.*

Hay otros casos en los que algunos miembros del grupo no aprenden individualmente, pero no es por falta de implicación, como se ilustra en este ejemplo relatado por un estudiante:

- *“Mi grupo era muy bueno. Había repetidores, el problema se hacía embalado. Los repetidores nos lo explicaban. En la misma clase lo terminábamos. En la semana no tenía nada que hacer, porque ya está hecho el trabajo. Entonces no hacía nada. Pero luego, yo, llegaba la semana siguiente, a clase y no me acordaba de nada. Así que creo que sería importante una carga individual, porque si tú le dejas todo al grupo, tú tienes confianza en el grupo. Luego llega el examen y no sabes hacerlo”.*

En este caso, las dificultades están causadas por un fallo en el diseño de las actividades formativas, que no cumplen dos de los principios básicos del aprendizaje cooperativo: interdependencia positiva y exigibilidad individual.

El fallo puede deberse a una mala organización de las sesiones tutoriales, o a una deficiente comprensión de la metodología ABP que induzca a considerar la resolución del problema como único objetivo.

2. Trabajo en equipo: problemas de organización del grupo

El abandono o la asistencia irregular de algunos estudiantes causan problemas en los grupos:

- *“Hay un problema en cuanto a los que abandonan al principio: se quedan grupos de 3 en vez de 4. Se han hecho los grupos con la lista, pero había “alumnos fantasma”, que estaban en lista, pero nunca vinieron”.*
- *“Los repetidores han faltado, han cumplido menos, por problemas de horarios para reuniones, etc.”.*

3. Trabajo en equipo: actas poco útiles

Los estudiantes encuentran las actas un instrumento burocrático y poco útil.

- *“Se rellenan por rellenar”.*

4. Aprendizaje autodirigido: desorientación inicial al enfrentarse al problema sin haber recibido clases previamente

Esta dificultad es la segunda en orden de importancia, de las identificadas en los grupos de discusión. La desorientación inicial está relacionada con la no activación del conocimiento previo (*no sabíamos de dónde partir*), y produce pérdidas de tiempo a los estudiantes y una avalancha de dudas en clase para el profesor. Este punto débil pone de manifiesto que en el enunciado del problema hacen falta pistas (*triggers*), que orienten hacia los objetivos de aprendizaje.

- *“Pero, si es verdad que ha habido problemas, en los que, al principio es un poco... intento adivinar, ¿no?, lo que se hace, y a lo mejor se pierde un poco de tiempo ahí, o se está un tiempo... un poco valioso, pues que es... intentar adivinar, qué es lo que se tiene que hacer, y a lo mejor, pues, no sé, a lo mejor poniendo un ejemplo tonto, que hagamos entre todos, o poniendo, no sé, algo sobre lo que basarse, porque el que no haya nada de teoría no creo que tenga que implicar, pues que sea como una adivinación, o algo así... algo sobre lo que partir. Sobre todo cuando el problema te lo dan desde cero”.*⁹
- *“El inicio del problema. Hemos perdido tiempo. Por la tarde nos reuníamos y no sabíamos de dónde partir. Esto nos pasó sobre todo en el primer problema en el que tuvimos que dimensionar (casa Palmyra)”.*
- *“No sabíamos bien por dónde empezar ni lo que pedían, entonces se perdía demasiado tiempo”.*
- *“¿No? Que yo veo bien lo de primero entregar el problema, luego tú te formulas tus dudas, después explicas las dudas y, después ya, es cuando lo explicas bien, pero, por lo menos que esté todo muy claro, porque, es difícil organizarse cuando no sabes ni lo que tienes que hacer. Y muchas veces se pierde el tiempo. Entonces, o, al principio, o que dejes 5 minutillos para preguntas y que la gente pregunte en voz alta y todo el mundo se entere. Porque yo estoy casi segura de que te preguntan 5 veces lo mismo “.*
- *“Porque a veces no sabes qué dudas plantearte porque no sabes qué te están preguntando”. “Y si no, ves la teoría y cómo no sabes ni lo qué te están preguntando dices: vale, ¿y qué hago yo con esto?”.*

⁹ El uso por parte de este estudiante del término “adivinar” es revelador del tipo de desorientación que sufren los alumnos en las fases iniciales del proceso de resolución del problema, más relacionada con la búsqueda de ciegas de respuestas concretas, que con la implicación en un proceso autónomo y crítico de construcción del conocimiento.

RELACIONADOS CON LA EVALUACIÓN

5. Falta de alineación entre las tareas evaluables y las actividades de enseñanza-aprendizaje

Algunos estudiantes critican las tareas de evaluación individuales (tests, exposiciones) realizadas en sus grupos, por su falta de coherencia con las competencias y actividades formativas de la asignatura.

- *“En el test 2 no aprobó nadie y todo el mundo tenía todos los problemas aprobados”.*
- *“Ya que es trabajo en grupo, la exposición también debería ser en grupo ¿no?, te puedes poner nervioso, hay gente que le cuesta más trabajo hablar en público, ¿no?, y entre todos, pues, te pueden ayudar un poco, aunque te sepas toda la presentación”.*

RELACIONADOS CON LOS MEDIOS Y RECURSOS

6. Falta de ejemplos resueltos

Los estudiantes se quejan de la falta de ejemplos resueltos, en especial de algunas partes del temario, como la comparación entre el cálculo manual y el informático.

- *“En las comparaciones yo creo que no se ha dado mucho de... A mí me lo han enseñado mis compañeros, y, aun así no me he enterado bien. Me hubiera gustado que, a lo mejor, un ejemplo en clase, también... Un ejemplo entero de cómo se hace bien, bien, bien”.*

BALANCE GLOBAL

Por el grado de importancia que los estudiantes les conceden en sus comentarios, hay dos puntos débiles que destacan claramente por encima del resto: (1) la falta de implicación de algunos miembros en el trabajo en equipo y (2) la desorientación inicial al enfrentarse al problema. Prueba de ello es que la mayor parte de las propuestas de mejora que se plantean en la discusión están relacionadas con estos dos aspectos.

Categorías de puntos débiles	Grupo de discusión en que aparece	Consenso	Espontáneo	Aparece en grupos de discusión 2010-11
1. Falta de implicación de algunos alumnos	1 y 2	Consenso	Si	Si
2. Problemas organización del grupo	1	Consenso	Si	Si
3. Actas poco útiles	2	Consenso	No	Si
4. Desorientación inicial en problema	1 y 2	Consenso	Si	Si
5. Falta de alineación evaluación-actividades	1 y 2	Consenso	Si	Si
6. Falta de ejemplos resueltos	1 y 2	Consenso	Si	Si

Tabla 9.23. Grupos de discusión de alumnos. Categorías de puntos débiles.

9.5.4 Resultados obtenidos: propuestas de mejora

En este apartado se sintetizan las propuestas de mejora planteadas por los estudiantes en relación con los principales puntos débiles identificados.

APRENDIZAJE COOPERATIVO

1. Relacionadas con la falta de implicación de algunos miembros

a) Más peso a los tests individuales.

Algunos alumnos proponen como solución contra la falta de implicación de algunos miembros, aumentar el peso de los tests individuales en la calificación global, pero este es un punto sobre el que claramente no hay consenso.

- *“Los tests deberían pesar más. El trabajo en grupo se diluye”.*
- *“Si contaran más los exámenes, o los problemas fueran para aprender, no solo que la nota fuera el problema...”.*

Los estudiantes que están en contra de subir los tests argumentan que esta medida provocaría una desalineación entre las actividades formativas y la evaluación (punto débil nº 5).

- *“Valorar más los tests desvirtúa esta metodología”.*
- *“Yo no veo lo de subir el porcentaje de los exámenes porque yo personalmente he fracasado, y nosotras (los miembros del grupo) hemos trabajado aproximadamente por igual, yo creo que he aprendido muchísimo más y mis conocimientos los he adquirido mucho mejor haciendo las prácticas que en un simple examen. Y no creo que sea una excepción, porque en mi clase hay más casos así”.*
- *“El examen puede valorar los conocimientos, pero no la implicación en el grupo. En el examen te puedes poner nervioso”.*

b) Más actividades individuales:

- *“Le daría más importancia a los trabajos individuales. En el grupo, si tienes una duda se lo preguntas al de tu grupo, pero llego a mi casa, intento hacerlo y no me sale. Es importante hacer también cosas individuales, como ejercicios para hacer en casa. Luego, llega el examen y no sabes hacerlo”.*

c) Más seguimiento:

- *“Más seguimiento e imposición por el profesor. Y que los tests valgan más. Porque ahí es donde se nota quién ha trabajado y quién realmente ha aprobado y quién sabe la asignatura”.*

d) Más exposiciones en público (en clase):

- *“Que haya exposiciones”.*

e) Tutorías programadas para los alumnos que muestren dificultades:

- *“Si cada semana, en cada grupo, la persona que vaya tiene que ir a una tutoría, pues esa persona..., el grupo elige quién va a ir a tutoría cada semana. Entonces esa persona tiene que hacer, pues... preguntas, tiene que buscarse preguntas...”.*

APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO

2. Relacionadas con la desorientación inicial al enfrentarse el problema

a) Dar un esquema general, o un mapa, que permita orientarse en el proceso de autoaprendizaje del problema.

Los estudiantes, no obstante, insisten en que no se trata de explicar cómo se hace el problema. El mapa debe más bien ayudar a activar el conocimiento previo y a guiar hacia los objetivos de aprendizaje del problema. Debe ser visual, y no técnico.

- *“En vez de llegar y decirle: esto, esto y esto, pues como plantear cómo tienes que hacerlo rápidamente para que tú vayas descubriendo todo, ¿no?, en vez de decir cómo son las cosas pues, que le des un... un mapa”.*
- *“... un esquema general. Que ya la gente por lo menos cuando tenga que plantearse las dudas, sepa por lo menos qué dudas se está planteando. Porque a veces no sabes qué dudas plantearte porque no sabes qué te están preguntando”.*
- *“Pero si te dicen las cosas que tienes que calcular al final lo haces como algo mecánico, o sea, no sabes lo que estás haciendo, lo haces porque es lo que tienes que hacer”.*

b) Resolver un ejemplo en clase.

- *“A lo mejor, pues, no sé, a lo mejor poniendo un ejemplo tonto, que hagamos entre todos, o poniendo, no sé, algo sobre lo que basarse, porque el que no haya nada de teoría no creo que tenga que implicar, pues que sea como una adivinación, o algo así... algo sobre lo que partir. Sobre todo cuando el problema te lo dan desde cero”.*

c) Una clase previa breve de apoyo al problema (vocabulario, etc...)

- *“Debería haber una previa exposición de vocabulario. Nos pedían la luz de una vigueta, pero no nos habían dicho qué era la luz. Unos contenidos básicos para saber con qué estás tratando”.*

MEDIOS Y RECURSOS

3. Relacionadas con la falta de ejemplos resueltos

a) Dar más ejemplos resueltos

- *“Poner más ejemplos. Si hay unos pocos acabas sacando una conclusión común de todos y sabes ya cómo se aplican las cosas, pero si tienes dos, y son distintos, no sabes por qué...”.*

Categorías de propuestas de mejora	Grupo de discusión en que aparece	Consenso	Espontáneo	Aparece en grupos de discusión 2010-11
1. Más peso a los tests individuales	1 y 2	Controversia	Si	Si
2. Más actividades individuales	1	Consenso	Si	Si
3. Más seguimiento	1	Consenso	Si	No
4. Más exposiciones	1	Consenso	Si	No
5. Tutorías programadas	2	Consenso	Si	Si
6. Mapa para orientarse en los problemas	2	Consenso	Si	No
7. Resolver ejemplo en clase	1	Controversia	Si	Si
8. Clase previa de apoyo al problema	1	Controversia	Si	Si
9. Dar más ejemplos resueltos	2	Consenso	Si	Si

Tabla 9.24. Grupos de discusión alumnos. Categorías de propuestas de mejora.

9.6. Encuesta a profesores

9.6.1 Descripción

Con el fin de conocer el punto de vista de los docentes sobre aspectos concretos, se elaboró un cuestionario, que se distribuyó a todos los profesores de la asignatura. El cuestionario consta de 8 preguntas de respuesta abierta y una de respuesta cerrada (anexo 8), dirigidas a evaluar el proceso y los resultados del programa.

La mayor parte de las preguntas de respuesta abierta están dedicadas a valorar aspectos relacionados con el proceso. Las variables evaluadas se encuadran en el control de la ejecución, y más concretamente en el criterio de fidelidad del programa.

Completan el cuestionario dos preguntas relacionadas con la evaluación de resultados, que miden el grado de logro de los dos objetivos del programa respecto a los profesores (satisfacción y tiempo de dedicación).

Por último, se ha añadido un apartado de *comentarios*, donde los encuestados pueden incluir las valoraciones sobre el programa que crean convenientes.

Las dimensiones y variables que se han considerado en el cuestionario se muestran en el cuadro 9.2, agrupadas según el objeto de evaluación.

CUADRO 9.2
DIMENSIONES Y VARIABLES CONSIDERADAS EN EL CUESTIONARIO A PROFESORES

<p style="text-align: center;">EVALUACIÓN DEL PROCESO</p> <p>Ajuste de la metodología docente a lo planificado</p> <p>Tiempo semanal dedicado a clases expositivas. Secuenciación de las clases expositivas en el módulo (antes/después del problema). Actividades complementarias al problema realizadas en cada módulo.</p> <p>Funcionamiento del trabajo en equipo</p> <p>Procedimiento de formación de los grupos</p> <p>Evaluación (ejecución)</p> <p>Modificaciones realizadas en los criterios de calificación respecto a lo planificado. Tareas de evaluación realizadas en la convocatoria de Junio (recuperación) y Septiembre.</p> <p style="text-align: center;">EVALUACIÓN DE RESULTADOS</p> <p>Eficacia</p> <p>Tiempo de dedicación en horario no presencial a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura.</p> <p>Satisfacción</p> <p>Satisfacción de los profesores con la asignatura.</p>
--

9.6.2 Resultados obtenidos

Los 8 profesores que impartieron el programa contestaron al cuestionario. Los resultados obtenidos se resumen a continuación, para cada una de las dimensiones de la evaluación.

EVALUACIÓN DEL PROCESO

Ajuste de la metodología docente a lo planificado

La estimación realizada por los profesores del tiempo semanal dedicado a clases expositivas y el momento en que se han impartido en relación con el problema principal del módulo, así como de las actividades complementarias realizadas, permite esbozar un panorama de la implementación concreta de ABP que se ha llevado a cabo en cada grupo de la asignatura.

Profesor	Grupos	Tiempo semanal clases expositivas (min)	Secuenciación clases expositivas	Actividades complementarias
1	1.01	30	tras necesitar los conceptos	Las previstas en el cronograma
2	1.02 y 1.07	30	tras necesitar los conceptos	Las previstas en el cronograma
3	1.03	90	al principio de los módulos y tras el enunciado	Las previstas en el cronograma
4	1.04 y 1.06	20	tras necesitar los conceptos	Ejercicios individuales con peso en la calificación
5	1.05 y 1.13	45	tras necesitar los conceptos	Las previstas en el cronograma
6	1.08 y 1.14	60	antes de necesitar los conceptos	Ejercicios individuales con peso en la calificación
7	1.09	30	tras necesitar los conceptos	Ejercicios individuales con peso en la calificación
8	1.12	10	tras necesitar los conceptos	Las previstas en el cronograma
Valor medio		39.4		

Tabla 9.25. Ajuste de la metodología docente a lo planificado.

Como resumen, cabe destacar que, de media, el tiempo semanal dedicado a clases expositivas ha sido de 39.4 minutos, que se dedican prioritariamente a la clarificación de conceptos en función de las necesidades del problema.

Procedimiento de formación de los grupos

Los equipos han sido formados por el profesor aproximadamente en la mitad de los grupos de la asignatura, y por los alumnos en la otra mitad. El criterio utilizado en los grupos formados por el profesor ha sido el de asegurar una composición heterogénea.

Profesor	Grupos	Procedimiento de formación de grupos
1	1.01	Formados por el profesor (con criterios de heterogeneidad)
2	1.02 y 1.07	Formado por los alumnos (con criterios de heterogéneidad)
3	1.03	Formados por los alumnos
4	1.04 y 1.06	Formados por el profesor (con criterios de heterogeneidad)
5	1.05 y 1.13	Formado por los alumnos (con criterios de heterogéneidad)
6	1.08 y 1.14	Formados por los alumnos
7	1.09	Formados por los alumnos
8	1.12	Formados por el profesor (asignación aleatoria)

Tabla 9.26. Procedimiento de formación de los grupos.

Ejecución de la evaluación

En la tabla 9.27 se resumen los resultados obtenidos en las variables consideradas para evaluar la ejecución de la evaluación.

Profesor	Grupos	Cambios en los criterios de evaluación	Tareas de evaluación final
1	1.01	No	Problema
2	1.02 y 1.07	No	Problema + test individual
3	1.03	No	Problema
4	1.04 y 1.06	No	Problema + test individual
5	1.05 y 1.13	No	Problema
6	1.08 y 1.14	Tests individuales obligatorios para aprobar	Problema + test individual
7	1.09	Inclusión de actividades individuales con peso en la evaluación	Problema + test individual
8	1.12	No	Problema

Tabla 9.27. Ejecución de la evaluación.

Del análisis de los datos recogidos en este apartado se pueden extraer algunas conclusiones importantes:

- Algunos profesores están introduciendo variaciones en los criterios de evaluación establecidos en el programa, motivados probablemente por las limitaciones del sistema en lo que respecta a la evaluación individual.
- En las convocatorias finales, se ha reintroducido la evaluación por exámenes en algunos grupos de la asignatura.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Dedicación a la asignatura / satisfacción

En la tabla 9.28 se muestran los resultados obtenidos en las variables *dedicación a la asignatura* y *satisfacción*.

Profesor	Grupos	Dedicación a la asignatura (horas semanales)	Satisfacción (1-5)
1	1.01	6	5
2	1.02 y 1.07	7	4
3	1.03	7	4
4	1.04 y 1.06	4	3 (grupo 1.04) 5 (grupo 1.06)
5	1.05 y 1.13	5	4
6	1.08 y 1.14	2.5	4
7	1.09	4.5	3
8	1.12	5	4
Valor medio		5.1	4

Tabla 9.28. Dedicación a la asignatura y satisfacción.

Los datos demuestran que la dedicación a la asignatura no es excesivamente alta, aunque el tiempo dedicado por los profesores podría optimizarse aún más. En cuanto a la satisfacción, la puntuación media de 4 en esta variable permite concluir que, en general, los profesores están satisfechos con la docencia desarrollada, aunque existe un margen para la mejora.

Comentarios

Los comentarios incluidos por los profesores en este apartado del cuestionario se centran en dos aspectos: (1) dificultades encontradas en la implementación del programa y (2) ideas para superarlas. En cuanto a las dificultades, la más importante es la insuficiencia de las herramientas de evaluación individual. En relación con la necesidad de individualizar las calificaciones, los profesores plantean una serie de propuestas de mejora, que enumeran brevemente en la tabla 9.29.

El contenido íntegro de las respuestas de los profesores a la encuesta, en todos los apartados, se incluye en el anexo 9.

Grupos	Puntos débiles	Propuestas de mejora
1.01		- Aumentar número de problemas resueltos. - Mejorar técnicas de aprendizaje cooperativo. - Mejorar control del aprendizaje individual.
1.02 y 1.07	- Insuficiencia de las tareas de evaluación individual.	
1.03		- Aumentar las clases expositivas.
1.04 y 1.06	- Insuficiencia de las tareas de evaluación individual.	- Replantear criterios para individualizar las calificaciones del grupo.
1.05 y 1.13		- Aumentar la variedad de ejemplos trabajados.
1.08 y 1.14	- Insuficiencia de las tareas de evaluación individual. - Carencias de formación previa.	- Tests individuales obligatorios para aprobar.
1.09	- Dificultades para conseguir la asistencia a clase.	- Realizar tareas evaluables en clase.
1.12		- Disminuir el número y aumentar la duración de los problemas.

Tabla 9.29. Comentarios de los profesores: dificultades e ideas para la mejora.

9.7. Grupo de discusión de profesores.

9.7.1 Descripción

Finalidad

Con objeto de profundizar en el funcionamiento del programa desde el punto de vista de los profesores, se llevó a cabo al final del curso un grupo de discusión donde los docentes pudieron hablar libremente sobre su experiencia en relación con el programa, contrastando sus opiniones con las del resto de sus compañeros.

Muestra

En este caso, la muestra de participantes constituye el total de la población, pues en el grupo de discusión intervinieron todos los profesores de la asignatura que implementaron el programa.

Estrategia de moderación

La estrategia de moderación fue similar a la utilizada en el grupo de alumnos: dejar fluir libremente la discusión, canalizándola, en caso de ser necesario, en torno a una serie

de puntos básicos, que en este caso fueron: puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora.

Registro y análisis de los datos

La discusión completa se registró en audio, aunque también se tomaron notas por escrito que sintetizaban los aspectos más importantes de la sesión.

Para el análisis de datos se analizaron técnicas de análisis cualitativo de datos. Para ello, se transcribió el audio recogido y se identificaron categorías de puntos fuertes, puntos débiles y propuestas de mejora del programa. Las intervenciones de los profesores en el grupo de discusión se codificaron y clasificaron en virtud del sistema de categorías resultante.

Validez de los resultados

El principal criterio utilizado para otorgar relevancia a un tema ha sido el grado de consenso alcanzado en ese aspecto por los profesores.

9.7.2 Resultados obtenidos: puntos fuertes

RELACIONADOS CON LOS CONTENIDOS

1. Enfoque práctico

Los profesores señalan como punto fuerte el buen aprendizaje, de carácter práctico, que han llevado a cabo sus estudiantes.

- *“La gente en general yo creo que ha aprendido, que tienen una visión bastante práctica de lo que son las Estructuras”.*

2. Uso del ordenador

El uso de programas de análisis estructural como herramienta para aprender.

- *“Me parece que utilizar el ordenador, si lo utilizamos bien, para aprender los conceptos, es muy útil. Es solo una herramienta”.*

RELACIONADOS CON LA METODOLOGÍA DOCENTE

3. Metodología ABP con aprendizaje cooperativo

Aunque sobre este punto no hay consenso, algunos de los profesores se manifiestan muy satisfechos con la metodología docente puesta en práctica en la asignatura.

- *“Estoy satisfecho con los contenidos, con el AC, con el ABP...”*.

4. Disminución del tiempo dedicado a clase expositiva

Una de las ventajas de disminuir el tiempo dedicado a clases expositivas es que permite liberar parte del tiempo de clase para tareas relacionadas con el seguimiento de los problemas.

- *“Principal cambio en mi docencia: mucha menos clase expositiva. Me he dedicado a los grupos en el aula. Eso me ha permitido llevar un seguimiento de los grupos mucho más exhaustivo”*.

5. Implicación de los alumnos

Otro aspecto positivo señalado es la alta motivación e implicación observada en los estudiantes.

- *“La gente se ha implicado muchísimo, se ha enganchado muchísimo, hay dos con notable que quieren subir nota con un trabajo para llegar al 9”*.

6. La experiencia del curso pasado

Los profesores destacan señalan la ventaja de contar con la experiencia piloto del curso pasado, que facilita la implementación del programa y reduce el tiempo de dedicación.

- *“Yo, por mi parte, ventajas: la principal, tener la experiencia del año pasado. Indudable que el año pasado era todo prueba-error sobre la marcha. Este año, todo el esfuerzo iba mucho más dirigido, más encaminado, optimizando un montón los recursos, el tiempo...”*.

7. La organización del curso en módulos

La organización del temario en módulos, donde cada módulo se basa en el anterior y la estrategia de aprendizaje por repetición de conceptos, es valorada positivamente por varios profesores.

- *“Los 5 problemas este año los he visto muy bien planteados en el sentido de cómo van viniendo. La secuencia de los problemas que se ha hecho”*.
- *“Estoy satisfecho con el aprendizaje con repetición. La repetición ayuda a fijar conceptos”*.
- *“Me parece que funciona el tema de la repetición, porque van afianzando”*.

RELACIONADOS CON LA EVALUACIÓN

8. Evaluación formativa con retorno rápido

Las ventajas de dar un retorno rápido a los estudiantes, en un esquema de evaluación formativa, son destacadas por una de las participantes.

- *“Este año he evaluado más rápido, y les he dado los resultados. Consecuencia de un curso en el que estuve, y de pensar mucho en esto, que la evaluación no es solo para que cada uno sepa la nota, sino que le sirve mucho saber en qué ha fallado para poder mejorarlo, ... le estimula, aprende, y en una asignatura como esta que es acumulativa... Entonces, todos hemos tenido poco tiempo, pero yo, lo que he hecho es que, esa ha sido mi prioridad este año”.*

9. Buenos resultados de rendimiento académico.

Los profesores ven positivos los resultados obtenidos en el curso en lo referente al alto porcentaje de aprobados.

- *“Estoy satisfecho con los resultados. Han funcionado todos los grupos menos uno. He tenido que estar muy pendiente”.*

Categorías de puntos fuertes	Grado de consenso
1. Enfoque práctico	Consenso
2. Uso del ordenador	Consenso
3. Metodología ABP	Controversia
4. Disminución tiempo clase expositiva	-
5. Implicación de los alumnos	Consenso
6. Experiencia curso pasado	Consenso
7. Organización en módulos	Consenso
8. Evaluación formativa	Consenso
9. Rendimiento académico	Consenso

Tabla 9.30. Grupos de discusión de profesores. Categorías de puntos fuertes.

9.7.3 Resultados obtenidos: puntos débiles

RELACIONADOS CON LA METODOLOGÍA DOCENTE

1. Pocas clases expositivas

Algunos profesores sacan la conclusión de que hubieran sido necesarias más clases expositivas, especialmente en algunas partes del temario, de especial complejidad. En ocasiones, son los propios alumnos los que hacen la petición.

- *“Yo hay veces en las que he notado que habrían necesitado más clases expositivas. En el caso clarísimo del tema de las tensiones, les ha costado Dios y ayuda enterarse. También es verdad que es un tema bastante complicado. Entonces, no sé cómo lo habéis hecho vosotros para que la gente se haya enterado a la primera o ¿es que nadie se ha enterado a la primera?”.*
- *“Parece que al final han acabado enterándose, pero quizá hubiéramos necesitado más sentar los principios y hacer exposiciones”.*
- *“Los alumnos me piden clases expositivas... me han pedido explicaciones y me han pedido problemas. Me han pedido problemas resueltos”.*

Sobre este punto, algunos profesores aclaran que las explicaciones de la materia en clase les dejan la sensación de que los alumnos comprenden y aprenden. Otros, sin embargo, opinan que se trata de una sensación *falsa*.

- *“No estoy contenta. No sé por qué. Creo que, por una parte, el llegar a clase y hacer una explicación, te deja ya de un satisfecho... creyendo que, ya se han enterado de lo que tú has explicado. Probablemente falsa”.*
- *“Es una sensación engañosa porque te crees que ellos están aprendiendo y no te... Están dormidos, están con el móvil... Engañosa porque tú te crees que se están enterando, no se están enterando”.*

La inercia de muchos años aprendiendo con la metodología tradicional se señala como posible causa de la necesidad experimentada por profesores y alumnos de aumentar el tiempo dedicado a clases expositivas.

- *“A mí eso me lo han dicho... Es que estamos acostumbrados a que nos cuenten la historia, y esto, es distinto...”.*
- *“Es que estamos acostumbrados a otras cosas... A que el profesor explique y luego a hacer problemas. Es que estamos acostumbrados a eso”.*

2. Excesivo tiempo dedicado a la resolución de dudas en clase

Hay profesores que se quejan de que han pasado demasiado tiempo en clase resolviendo dudas. Eso les quita tiempo para otras actividades. Se pone de manifiesto la poca iniciativa de los alumnos para buscar por si mismos la solución a las dudas que se les plantean.

- *“Yo me he pasado clases enteras contestando preguntas. Esto, esto, y ¿por qué esto? Y contesto preguntas, de las que me gusta que me hagan...”.*
- *“... el principal problema que yo he tenido este año. Que es que los he visto como... muy flojos. Es decir que... ¿y cuánto? Como tú decías ¿y cuánto es el coeficiente? ¿y cuál es la fórmula? Y yo, no puedo.... Soy incapaz de decirles... Buscadlo en los temas”.*

3. Poca dedicación de los estudiantes en horario no presencial

Algunos profesores han detectado que los estudiantes no dedican en horario no presencial el tiempo que debieran. Sin embargo, no lo definen claramente como un aspecto negativo si se adquieren de todas formas las competencias de la asignatura.

- *“Sigo sin sacarle a los alumnos las horas no presenciales que debería de sacarles. Pero los trabajos los hacen y los hacen bien. Si creo que deberíamos pensarnos exigirles un poquito más. Yo tengo una media de 3 horas, creo, no presenciales. Y sin embargo, sí entregan bien... Lo que entregan lo entregan bastante bien”.*

4. Quejas de los estudiantes por el método de formación de los grupos

En algunos grupos, los profesores han recibido muchas quejas de los alumnos porque no están de acuerdo en que los grupos los forme el profesor.

- *“La formación de grupo inicial de la asignatura. El año que viene, que lo hagan ellos. Porque las quejas son muchas, abundantes, continuas a lo largo del curso... No compensa”.*

5. Dificultades para implementar la metodología

Algunos profesores encuentran difícil implementar la metodología ABP, en parte debido a la falta de formación y experiencia (profesores noveles o profesores con formación insuficiente en metodologías docentes).

- *“He tratado de no nadar contracorriente y aplicar aprendizaje basado en proyectos: poner el proyecto, como están los temas y trabajar en el proyecto en clase, en el tema correspondiente, en casa, siguiendo más o menos, juf!, como he podido, pues, la tónica general”.*

- *“... lo hago lo mejor que puedo. Es la primera vez que lo hago, y lo hago lo mejor que puedo”.*
- *“Yo este año he intentado hacer ABP. El año pasado hacía mis clases expositivas: media horita, o tres cuartos de hora al principio de la clase, y ya después, trabajaban en grupo y tutorizados... Y este año, voy a intentar hacer ABP, es decir, lanzarles el problema al principio, lanzarlos a ellos, y después ir ya, incluyendo las explicaciones en los momentos en que creía que hacían falta. Y no estoy contenta con el resultado. No estoy contenta. No sé por qué. Creo que, por una parte, el llegar a clase y hacer una explicación, te deja ya de un satisfecho, creyendo que, ya se han enterado de lo que tú has explicado. Probablemente falsa”.*

Por otra parte, algunos comentarios de los profesores revelan ciertas reticencias a la hora de implementar la metodología.

- *“Durante el curso no estaba yo muy convencida de cómo iba la cosa, pero, al final, creo que los resultados han sido bastante buenos”.*
- *“Yo creo que los alumnos buenos, con este sistema, se quedan infrautilizados, se aburren”.*

6. Poca utilidad de las actas

Con respecto a las actas, la opinión de los profesores es muy variada. Algunos le encuentran mucha utilidad, otros han dejado de usarlas porque no les encuentran utilidad, o también debido a las quejas de los estudiantes.

- *“Yo las he mantenido todo el curso, la entrega de actas, y al final, los alumnos, y al final, incluso los alumnos me manifestaban: esto no sirve, para qué hacemos esto. Se han quedado un poco obsoletas”.*
- *“El acta me ha parecido que es una herramienta cojonuda. Por ejemplo: yo llego a clase, y controlo el trabajo individual, sentándome algo, algún tiempo, el que se puede, en cada grupo, y mi acta en la mano, vamos a ver: ustedes en la clase pasada, dijisteis que el reparto era este, este y este. Qué has hecho, qué has hecho, qué has hecho... Y sois responsables de ese trabajo. Lo repartisteis ustedes. Y yo, lo primero que voy a decir es que el “todos nos encargamos de todos”, eso no quiero volver a verlo en un acta”.*
- *“...es que, eso eran las actas. Todo hecho entre todos. Dejad ya de entregarme actas”.*

RELACIONADOS CON LA EVALUACIÓN

7. Deficiencias en la evaluación individual

Varios profesores declaran que no han tenido herramientas suficientes para la evaluación del aprendizaje individual. Como consecuencia de ello, algunos alumnos, al final de curso, están en disposición de aprobar sin haber adquirido las competencias de la asignatura.

Para evitar que algunos estudiantes aprueben sin haber aprendido, algunos profesores han hecho modificaciones sobre la marcha en el sistema de evaluación, como introducir un examen final en Junio para todos o algunos de los alumnos dudosos.

- *“Como inconveniente: el principal ha sido el tema de la evaluación final, que no he sabido establecer unos criterios claros para los alumnos, saber, quién había aprobado la asignatura y quién no, y quién tenía que hacer un trabajo o una entrega al final”.*
- *“En el proyecto docente queda claro que hay que aprobar todo y el último trabajo, pero no es suficiente, porque hay alumnos que tienen estos requisitos pero que no han adquirido las competencias, no se les puede aprobar a esos alumnos, porque queda diluido en el grupo”.*
- *“... he llegado al final y, alumnos, que son los famosos jetas y caraduras, aprueban con eso que viene en el proyecto docente, y no es verdad, porque no tienen ni idea. Entonces, al final sobre la marcha (con el paro académico¹⁰) los he mandado a que repitan el test 2. Pero muy mal, muy mal, porque no ha quedado claro... Los criterios de los alumnos que aprueban tienen que estar más claros”.*
- *“En algunos casos sí lo he visto, les he hecho exponer, en las exposiciones han confirmado que no se sabían el trabajo... y eso de que el grupo tenga un 6 y ponerle a un alumno un 3, porque, digo, tú no has trabajado... No sé, me faltan herramientas”.*
- *“Y algunas veces me han dicho ellos: la nota de este grupo nos parece injusta que sea para todos los miembros del grupo”.*

¹⁰ Esta situación se ha agravado este curso por culpa del paro académico de dos semanas realizado por los estudiantes, que ha obligado a eliminar en muchos grupos el problema 5, obligatorio para aprobar.

Algunos profesores no han podido llevar el control individual del aprendizaje en clase (porque han estado resolviendo dudas, o haciendo ejercicios complementarios al problema principal).

- *“La mayor dificultad, la evaluación individual de los alumnos. No sé, me parece que en la tutorización, yo estaba más interesada en explicarles, en ver sus dudas, que en hacer de detective. Quién sí, quién no, quién me está preguntando, le voy a preguntar a este a ver si me responde... Como además no había habido una clase expositiva, hay una parte del aprendizaje que se hace como, tropezándose, equivocándose”.*

El número total de alumnos que deben tutorizar los profesores que llevan dos grupos de la asignatura, o la menor dedicación de los que tienen contrato a tiempo parcial, les impide llevar un seguimiento exhaustivo.

- *“... y además, dos grupos. Que yo he tenido 55 alumnos este año... que no es lo mismo que llevar 20. Que 20 si te los tienes todos en la mente... Pero ya 55, hay alguno que se esconde”.*

RELACIONADOS CON LOS CONTENIDOS

8. Carencias en conocimientos previos de física

- *“Tenía grupos malos que, que estaban fallando porque... porque la base la tienen mal. Ya un poco tarde, empecé a hacer lo que tenía que haber hecho desde el principio de curso, que es, explicarles lo que es un esfuerzo y cómo se hacen los diagramas, los cortes...”.*

RELACIONADOS CON LOS MEDIOS Y RECURSOS

9. Demasiada dedicación para el profesor

Algunos profesores se quejan del exceso de trabajo que supone para el profesor la docencia en la asignatura.

- *“No estoy contento con la cantidad excesiva de trabajo para el profesor”.*

Categorías de puntos débiles	Consenso
1. Pocas clases expositivas	Controversia
2. Tiempo dedicado a la resolución de dudas en clase	Controversia
3. Poca dedicación alumnos	Controversia
4. Quejas método de formación de grupos	Controversia
5. Dificultades con la metodología docente	Controversia
6. Deficiencias en la evaluación individual	Controversia
7. Carencias conocimientos previos	Controversia
8. Exceso de dedicación para el profesor	Controversia

Tabla 9.31. Grupos de discusión de profesores. Categorías de puntos débiles.

Los resultados obtenidos evidencian que no existe consenso entre los profesores sobre los puntos débiles del programa. En términos generales (aunque con muchos matices), las opiniones de los profesores se encuadran en dos grupos: uno más comprometido con el enfoque innovador del programa y otro más reticente, y que encuentra más dificultades a la hora de implementar el programa.

9.7.4 Resultados obtenidos: propuestas de mejora

1. Fomentar la autonomía de los estudiantes a la hora de resolver las dudas

Los profesores proponen acostumbrar a los estudiantes a resolver las dudas por sí mismos, o con ayuda del grupo. Se parte de la hipótesis (comprobada en algunos grupos) de que, una vez que se acostumbren, mostrarán más iniciativa para resolver ellos mismos las cuestiones (aprendizaje autodirigido). Las indicaciones que debe dar el profesor deben ser siempre de carácter metacognitivo.

- *“Yo no contesto preguntas en clase, sí en tutoría, aunque tengo un solo grupo”.*
- *“Yo, una de las estrategias que sigo que me han salido bien ha sido: pregunta al compañero antes que al profesor”.*
- *“Y pregúntate a ti mismo...”*
- *“Pero ellos no lo van a hacer si tú no lo practicas...Llega el grupo y me hacen una pregunta y, a veces, es que esa pregunta... y les digo, bueno, ¿esa pregunta se la has hecho a los demás compañeros del grupo, que te están escuchando ahora mismo?”.*

Otra propuesta es hacer una exposición breve en clase de las dudas más comunes (o de conceptos seleccionados de difícil comprensión).

- *“¿No has hecho alguna vez, o no has pensado hacer una exposición común de dudas que se repiten para todos?”*.

2. Herramientas de control del aprendizaje individual

Algunos profesores proponen aumentar el peso de los tests individuales en la calificación final, para resolver el tema de los estudiantes que individualmente no llegan al nivel mínimo de competencias.

- *“La nota del control 2, yo la ponderaría un poco más. Yo ponderaría las notas de otra manera. Tal vez 50% trabajo, 50% test”*.
- *“Yo pondría un test de mínimos, que se lo dijéramos a los alumnos el primer día. Que les dijéramos: esto, te lo voy a preguntar, y si no lo sabes... (te lo estoy avisando ahora y tienes 16 semanas para aprendértelo)”*.

Otros no están de acuerdo, pues dudan de la infalibilidad del examen como instrumento eficaz para evaluar el aprendizaje.

- *“Se dan casos también, como el de un chico (es que eso pasa con los tests y los exámenes de mínimos)... Sacó un 3.8 en el test. Y yo dudé que el problema 4 lo hubiera hecho. Yo lo que hago en esos casos es que el problema 4 viene y me lo explica, simplemente... El grupo tenía un 9... Y lo llamé, y tenía una soltura enorme... Le he puesto un 8 en la asignatura...”*.

Varios profesores proponen alternativas para controlar el aprendizaje individual, sin recurrir a aumentar el peso del examen.

- *“...yo creo que, los trabajos de grupo, tendríamos que tener una herramienta clara para particularizar la nota”*.
- *“... y cómoda”*.
- *“Algo parecido a una check list, que sea rápida y cómoda. Las hojas de observación eran demasiado complejas...”*.
- *“Un test de autoevaluación, que esté en la plataforma, que ellos hagan y luego saquen conclusiones sobre puntos fuertes y débiles. Eso no te da trabajo”*.

3. Replantear las actas para mejorar su utilidad

- *“El tema de replantear las actas”.*

4. Integrar mejor los problemas del curso

En general, hay varias propuestas que van en la dirección de mejorar la integración entre los 5 problemas del curso, con el objetivo de:

- Optimizar el trabajo (los estudiantes pierden tiempo al enfrentarse a un edificio nuevo).
 - Mejorar la reutilización de los conceptos aprendidos en un problema para los siguientes.
 - Relacionar siempre los esquemas que calculemos con algún edificio real.
- *“También me parece excesivo 5 problemas. Prefiero que los grupos trabajen más sobre el mismo problema”.*

5. Clarificar los criterios de evaluación

Se manifiesta la necesidad de clarificar los criterios de evaluación (criterios para personalizar la nota del grupo, en qué consiste las convocatorias de Septiembre, etc...).

- *“Hay que hacer los criterios por los que una persona no puede tener la nota del grupo: faltas de asistencia, rendimiento en los controles individuales muy bajo, claramente bajo.”.*

Categorías de propuestas de mejora
1. Fomentar autonomía en la resolución de dudas
2. Herramientas control aprendizaje individual
3. Replantear actas
4. Mejorar integración problemas del curso
5. Clarificar criterios de evaluación

Tabla 9.32. Grupo discusión profesores. Categorías de propuestas de mejora.

9.8. Resultados académicos

Los resultados académicos obtenidos en todos los grupos de la asignatura en el curso 2011-12 se resumen en la tabla 9.33.¹¹

¹¹ Se trata de los resultados acumulados en las convocatorias de Junio+Septiembre

En la tabla pueden apreciarse dos características interesantes:

- a) Los resultados académicos han sido muy buenos tanto en tasa de rendimiento (85%), como en tasa de éxito (92%) y en tasa de abandono (8%).
- b) Los resultados son homogéneos entre grupos: la tasa de rendimiento está comprendida entre el 76% y el 93%, y la tasa de éxito entre el 79% y el 100%. La tasa de abandono permanece en todos los grupos por debajo del 16%.

Por otra parte, cabe recordar aquí que históricamente estas tasas han sido mucho más negativas en la asignatura equivalente anterior (ver tabla 4.1). En los 12 años de docencia en el plan 98 la asignatura Estructuras I ha presentado una tasa de rendimiento media del 35%, y una tasa de éxito media del 65%.

Precisamente, como se comentó en la Introducción, el bajo rendimiento académico fue uno de los factores que nos impulsó al cambio.

En la experiencia piloto que se realizó en un grupo de Estructuras I del plan 98 en el curso 2009-2010 la tasa de rendimiento fue del 77%, mucho más elevada que los valores históricos. Pero este valor ha sido superado en la implantación de la nueva asignatura, debido de una parte a la mejora respecto a la experiencia piloto, y de otra parte al contexto mucho más adecuado del plan 2010 (ver apartado 4.1 Contexto institucional).

grupo	profesor	Matriculados	Presentados	Aprobados	Tasa de rendimiento (%aprob/matric)	Tasa de éxito (%aprob/present)	Tasa de abandono (%aband/matric)
1.01	1	31	26	25	81%	96%	16%
1.02	2	23	20	19	83%	95%	13%
1.03	3	26	23	21	81%	91%	12%
1.04	4	25	24	23	92%	96%	4%
1.05	5	30	29	28	93%	97%	3%
1.06	4	27	25	22	81%	88%	7%
1.07	2	30	29	25	83%	86%	3%
1.08	6	29	29	23	79%	79%	0%
1.09	7	25	21	19	76%	90%	16%
1.12	8	21	18	17	81%	94%	14%
1.13	5	30	29	27	90%	93%	3%
1.14	6	27	25	25	93%	100%	7%
total		324	298	274	84.6%	91.9%	8%

Tabla 9.33. Resultados académicos del curso 2011-12.

10. Conclusiones de la evaluación

10.1 Evaluación del diseño

Se muestran a continuación los resultados de la evaluación del diseño, en cuya obtención se ha sintetizado la información obtenida en las distintas técnicas e instrumentos, clasificada por variables. En este sentido, conviene recordar que el diseño del programa se ha evaluado en dos momentos diferentes:

- Antes del inicio del programa (evaluación inicial), mediante la técnica del juicio de expertos.
- Al finalizar el programa (evaluación final), mediante las técnicas e instrumentos siguientes:
 - Encuesta a alumnos.
 - Grupo de discusión de alumnos.
 - Encuesta a profesores.
 - Grupo de discusión de profesores.

Las dimensiones en las que se agrupan las variables de evaluación del diseño tienen una correspondencia directa con los criterios de evaluación, que, según el plan de evaluación (capítulo 6), son los siguientes:

- Adecuación de los distintos componentes del programa a los objetivos propuestos:
 - Contenidos
 - Metodología docente y actividades formativas
 - Evaluación
 - Medios y recursos
- Coherencia interna entre los distintos componentes del programa

10.1.1 Adecuación de los contenidos

La adecuación de los contenidos del programa se ha evaluado con cuatro variables, con los resultados que se muestran en la tabla 10.1. La valoración obtenida arroja las siguientes conclusiones:

- La adecuación de los contenidos del programa fue valorada positivamente por los expertos durante la evaluación inicial, con una puntuación media de 4.6.
- Los estudiantes, por su parte, consideran que la extensión y la dificultad de las competencias de la asignatura no son excesivas, como se puede deducir por la puntuación media obtenida inferior a 3 en ambas variables (si bien en la variable dificultad se han registrado valores medios superiores a 3 en algunos grupos).
- En las respuestas abiertas de la encuesta a alumnos, algunos estudiantes señalan como punto débil la excesiva extensión y dificultad de la materia, pero es una opinión minoritaria, y concentrada en algunos grupos (tabla 9.17).

Evaluación del diseño. Criterio: adecuación de los contenidos			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Adecuación de los contenidos	Juicio de expertos	Puntuación media = 4.60	
Extensión de las competencias	Encuesta alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 2.70	
Dificultad de las competencias		Puntuación media = 2.89	Media > 3 en algunos grupos
Extensión y dificultad de la materia	Encuesta alumnos (cuestiones abiertas)	Punto débil Frecuencia = 8	

Tabla 10.1 Adecuación de los contenidos

Como balance global, se puede concluir que los contenidos del programa son adecuados a los objetivos propuestos. Los principales aciertos en relación con los contenidos de la asignatura, en los que coinciden los tres grupos de evaluadores (expertos, profesores y estudiantes) son:

- El enfoque práctico, en un contexto cercano a la práctica profesional.
- El uso del ordenador para aprender Estructuras.

No se ha detectado ningún punto débil relevante en la dimensión *contenidos*.

10.1.2 Adecuación de la metodología docente y actividades

La adecuación de la metodología docente y actividades formativas del programa ha sido evaluada de forma global en el cuestionario de expertos y con más detalle en la encuesta a alumnos, descomponiéndola en tres variables: *adecuación de la metodología docente a los objetivos*, *adecuación de las actividades formativas a los objetivos* y *relevancia de las actividades para los estudiantes*.

Evaluación del diseño. Criterio: adecuación de la metodología docente y actividades			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Adecuación de la metodología docente	Juicio de expertos	Puntuación media = 4.50	Puntuación de un experto < 3
Adecuación de la metodología docente a los objetivos	Encuesta alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.76	Media < 3 en algunos grupos
Adecuación de las actividades a los objetivos		Puntuación media = 3.93	
Relevancia de las actividades para los estudiantes		Puntuación media = 3.69	

Tabla 10.2 Adecuación de la metodología docente y actividades

Los resultados de la evaluación, que se muestran en la tabla 10.2, permiten extraer las siguientes conclusiones:

- Tanto los expertos como los estudiantes valoran positivamente la metodología docente utilizada, con puntuaciones medias que superan holgadamente los 3 puntos en todas las variables.
- No obstante, existen puntos débiles importantes en este apartado, señalados por expertos, profesores y estudiantes en las cuestiones de respuesta abierta y grupos de discusión (apartado 10.5). Estas dificultades, asociadas principalmente al aprendizaje autodirigido y al trabajo en equipo, constituyen un margen importante de mejora sobre el que actuar de cara a ediciones sucesivas del programa.

10.1.3 Adecuación del sistema de evaluación

Las variables y los instrumentos considerados en este apartado se muestran en la tabla 10.3. Cabe destacar que la variable *adecuación del sistema de evaluación* es la que ha recibido una puntuación más baja en la valoración de los expertos, aunque su valoración no puede considerarse negativa. La menor valoración concuerda con la existencia de puntos débiles en el sistema de evaluación, que los expertos identifican con la falta de transparencia en los

criterios de evaluación, carencias en la evaluación del proceso y deficiencias en la evaluación individual.

En lo que respecta a la encuesta de alumnos, la valoración es positiva en las 4 variables consideradas, especialmente en la *transparencia del sistema de evaluación*. Este es un punto en que la opinión de los expertos y la de los estudiantes no coinciden. Los estudiantes atribuyen la transparencia en los criterios de evaluación a las *rúbricas* de los problemas, que les han permitido conocer en todo momento cómo estos iban a evaluarse (este es, además, un aspecto positivo señalado en los grupos de discusión de alumnos).

En la variable *adecuación del reparto de calificaciones*, la valoración media es también positiva, aunque algo menor. En relación con este punto, una parte de los estudiantes y profesores (en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión) manifiestan que los tests individuales deberían pesar más en la nota, aunque esta no constituye una opinión mayoritaria.

La variable *coherencia del sistema de evaluación con las competencias y actividades* tiene una valoración general positiva, excepto en un grupo, que coincide con uno de los grupos en los que se ha dado un mayor peso a los tests individuales (grupo 2.14). Ello pone de manifiesto la falta de alineamiento entre metodología y evaluación que supone primar la evaluación por exámenes en un programa con la metodología ABP.

Evaluación del diseño. Criterio: adecuación de sistema de evaluación			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Adecuación del sistema de evaluación	Juicio de expertos	Puntuación media = 3.67	
Transparencia del sistema de evaluación	Grupos de discusión alumnos	Punto fuerte: transparencia criterios de evaluación	Incidencia media
	Encuesta alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 4.14	
Puntuación media = 3.79			
Puntuación media = 3.59		Media < 3 en un grupo	
Puntuación media = 3.57		Media < 3 en un grupo	
Adecuación del sistema de evaluación para valorar el logro de objetivos			
Adecuación del reparto de calificaciones			
Coherencia del sistema de evaluación con las competencias y las actividades			

Tabla 10.3. Adecuación del sistema de evaluación

10.1.4 Adecuación de los medios y recursos

En el apartado de adecuación de los medios y recursos, la valoración realizada, tanto por los expertos (de forma más global), como por los estudiantes (particularizando para los distintos recursos docentes) es bastante positiva. En relación con los recursos, la única queja que aparece tanto en las cuestiones de respuesta abierta como en los grupos de discusión de alumnos es la falta de ejemplos resueltos en la documentación de la asignatura.

Evaluación del diseño. Criterio: adecuación de los medios y recursos			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Adecuación de los medios y recursos	Juicio de expertos	Puntuación media = 4.50	
Utilidad de los apuntes	Encuesta alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.87	
Utilidad de las técnicas básicas		Puntuación media = 3.90	
Utilidad del programa CYPE		Puntuación media = 3.91	
Utilidad de la plataforma virtual		Puntuación media = 3.77	Media < 3 en dos grupos

Tabla 10.4 Adecuación de los medios y recursos

10.2 Evaluación del proceso

Los resultados de la evaluación del proceso se han determinado sintetizando la información obtenida durante el desarrollo (cuestionarios de observación, actas de las sesiones tutoriales) y al finalizar el programa (encuestas a alumnos, grupos de discusión de alumnos, encuesta a profesores, grupo de discusión de profesores).

La evaluación del proceso se ha llevado a cabo en 3 dimensiones: control del contexto, control de la ejecución y control de la cobertura. Las subdimensiones consideradas en cada dimensión coinciden con los criterios establecidos al planificar la evaluación (capítulo 6), y son las siguientes:

- Control del contexto
 - Respuesta del contexto: aspectos del entorno que afectan a la implementación del programa.
- Control de la ejecución

- Fidelidad: calidad de la implementación, en relación con lo planificado
 - o Metodología docente
 - o Exposiciones del profesor en clase
 - o Funcionamiento del trabajo en equipo
 - o Ejecución de la evaluación
 - o Secuencia y temporalización
 - o Recursos
- Obstáculos: dificultades que aparecen al implementar el programa.
- Control de la cobertura
 - Asistencia: proporción de los destinatarios potenciales del programa que se beneficia efectivamente de sus actuaciones.
 - Implicación: grado en que los participantes interaccionan, o se implican en el programa.

De todas las variables consideradas, la *fidelidad*¹² es probablemente la más difícil de medir (Linnan & Steckler, 2002). Para abarcar todos los componentes en los que interesa evaluar la integridad de la implementación del programa en un enfoque como el de ABP se han considerado 6 variables: metodología docente, exposiciones del profesor, funcionamiento del trabajo en equipo, ejecución de la evaluación, secuencia/temporalización y recursos.

CONTROL DEL CONTEXTO

10.2.1 Respuesta del contexto

La valoración de posibles efectos negativos del contexto que puedan afectar al programa se ha centrado en tres aspectos: *actitud de los profesores ante el programa*, *actitud de los alumnos ante el programa* e *influencia de otras asignaturas*.

¹² La *fidelidad* representa la "calidad y la integridad de la intervención tal y como fue planeada por los encargados del diseño del programa" (Linnan & Steckler, 2002).

Actitud de los profesores

Aunque los profesores encargados de impartir la asignatura han entendido en general la necesidad de un cambio en el planteamiento docente, una parte de ellos sigue mostrando reticencias cuando ese cambio se concreta en la práctica. Esas reticencias están implícitas en algunos comentarios realizados por los profesores en el grupo de discusión, y en la tendencia (observada en algunos grupos) de acercarse de nuevo a la metodología tradicional. Esta tendencia se concreta, en la práctica, en una necesidad de aumentar las clases expositivas (grupo de discusión de profesores), o en la reintroducción en algunos grupos de la evaluación por exámenes (encuesta a profesores).

Las principales causas que explican la resistencia al cambio de una parte del profesorado son las siguientes:

- La inercia de muchos años impartiendo docencia con un planteamiento basado en clases expositivas y exámenes.
- Las dudas respecto a la eficacia del ABP.
- La mayor dedicación que supone el enfoque con ABP con respecto a la metodología tradicional.

Actitud de los estudiantes

La actitud de los estudiantes respecto al programa es muy positiva. Los datos recogidos demuestran niveles altos de implicación en el programa, así como de aceptación del cambio metodológico propuesto. No obstante, existen dos cuestiones relacionadas con la actitud de los estudiantes que son causa de dificultades:

- Una minoría de estudiantes no se implica en el trabajo en equipo, lo cual afecta negativamente a la implementación del programa (punto débil detectado en la encuesta y grupos de discusión de alumnos y profesores).
- Existe en los estudiantes, al igual que en los profesores, la inercia de aprender con la metodología tradicional. Como consecuencia, una parte de ellos demanda más clases expositivas (encuesta a alumnos, cuestiones abiertas).

Influencia de otras asignaturas

Para valorar los posibles efectos negativos en el programa debidos a la influencia de otras asignaturas del plan de estudios se han considerado dos variables:

- Dificultades debidas a la carga de trabajo de otras asignaturas.
- Dificultades debidas a la falta de formación previa.

Los resultados de la evaluación en estas dos variables, representados en la tabla 10.5 permiten concluir (1) que la carga de trabajo de otras asignaturas ha constituido una dificultad importante en casi todos los grupos de la asignatura y (2) que las dificultades debidas a la falta de formación previa constituyen un escollo que no amenaza el éxito del programa, y se restringen solo a algunos grupos de la asignatura.

Evaluación del proceso. Dimensión: respuesta del contexto			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Actitud de los profesores	Grupo discusión profesores	Punto débil: dificultades para implementar ABP	Incidencia parcial
	Encuesta a profesores	Reintroducción de la evaluación por exámenes	Incidencia minoritaria
Actitud de los alumnos	Encuesta alumnos Grupos discusión alumnos Grupo discusión profesores	Alto grado de implicación general	Incidencia alta
	Encuesta alumnos (cuestiones abiertas) Grupos discusión alumnos	Punto débil: falta de implicación individual de algunos estudiantes	Incidencia alta
Dificultades debidas a la carga de trabajo de otras asignaturas	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.71	Media > 3 en todos los grupos
Dificultades debidas a la falta de formación previa	Encuesta alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 2.57	Media > 3 en dos grupos Varianza alta entre grupos
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Aspecto negativo (frecuencia = 4)	Incidencia minoritaria
	Grupo discusión profesores	Punto débil	Incidencia parcial

Tabla 10.5. Respuesta del contexto

CONTROL DE LA EJECUCIÓN

10.2.2 Fidelidad

Ajuste de la metodología docente a lo planificado

El ajuste de la metodología docente a lo planificado se ha medido con 3 variables:

- Tiempo semanal dedicado a clases expositivas.
- Secuenciación de las clases expositivas en el módulo (antes/después del problema).
- Actividades complementarias al problema realizadas en cada módulo.

El análisis de los resultados obtenidos en la encuesta a profesores en estas tres variables, sintetizados en la tabla 9.24, permite concluir que, si bien en general el programa se ha ejecutado de acuerdo con las características esenciales del ABP, en algunos grupos se producen desviaciones importantes, que se concretan en un mayor apoyo en las clases expositivas, impartidas, en algunos casos, antes del problema.

Tales desviaciones se han tenido en cuenta a la hora de interpretar los resultados, identificando los grupos afectados por una implementación “débil” del ABP (1.03, 1.08 y 1.14) para no extrapolar conclusiones erróneas sobre la metodología derivadas de efectos con incidencia concentrada en esos grupos concretos.

No obstante, estas variaciones observadas en la implementación se encuadran dentro del funcionamiento normal del programa, que contempla entre sus bases de partida la flexibilidad, para que cada profesor pueda adaptar la docencia a sus características concretas (apartado 5.1.2).

Funcionamiento del trabajo en equipo

El funcionamiento real del trabajo en equipo es una de los aspectos que más pueden influir en el éxito o el fracaso del programa. Los mecanismos que, según la teoría, soportan el proceso de aprendizaje en ABP, como la activación del conocimiento previo o la elaboración del conocimiento, se deben producir en el seno del grupo.

Las conclusiones que se extraen de la valoración realizada en las cuatro variables consideradas en esta dimensión (tabla 10.6) son las siguientes:

1. El número de integrantes del grupo es adecuado. Se han formado grupos de 4 alumnos, que permiten una diversidad suficiente de puntos de vista, sin imposibilitar la organización eficiente de las tareas del grupo.
2. Aunque ha habido quejas de una parte de los estudiantes sobre el procedimiento de formación de los grupos (se quejan de los grupos formados por el profesor), su incidencia no es mayoritaria, como se deduce de los resultados obtenidos en esta variable en las

encuestas a alumnos. En general, los estudiantes están satisfechos con el procedimiento de formación de los grupos que les ha tocado.

La comparación de las medias parciales de los grupos donde los equipos los ha formado el profesor con aquellos en los que se les ha dado libertad a los alumnos para elegirlos libremente (apartado 9.3.2), revela que los estudiantes parecen no tener preferencia clara por ninguno de los dos métodos.

3. El funcionamiento del grupo en la sesión tutorial ha sido valorado positivamente por los estudiantes. No obstante, el análisis de las actas de la sesión tutorial pone de manifiesto que existen deficiencias en la generación de objetivos de aprendizaje, que reflejan dificultades en el proceso de elaboración colectiva del conocimiento y en la activación del conocimiento previo (apartado 8.3.2).

4. Aunque en la mayoría de los equipos se ha producido un reparto equilibrado del trabajo, los casos en que esto no ha sido así (aproximadamente el 20%) tienen una incidencia importantísima en el funcionamiento del programa, afectando de forma negativa en la motivación tanto de los estudiantes como de los profesores.

Evaluación del proceso. Dimensión: funcionamiento del trabajo en equipo			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
1. Adecuación del número de integrantes	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.93	Media > 3 en todos los grupos
2. Adecuación del procedimiento de formación del grupo	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.39	Media < 3 en algunos grupos
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto débil: formación de grupos por los profesores (frecuencia = 16)	Incidencia baja
	Grupos discusión alumnos	Punto fuerte: procedimiento de formación de grupos	Incidencia media
	Grupo discusión profesores	Punto débil: quejas de alumnos por proc. formación de grupos	Incidencia media
3. Dinámica de funcionamiento del grupo en la sesión tutorial	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.50	Media < 3 en algunos grupos
	Actas sesión tutorial	Mal funcionamiento del grupo en la sesión tutorial	Objetivos de aprendizaje deficientes
4. Reparto del trabajo entre los componentes del grupo	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 2.10 (escala de 1 a 3)	Media < 2 en algunos grupos
		Frecuencia reparto muy desigual 20% (valor 3 en la escala)	
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto débil: falta de implicación de algunos miembros (frecuencia = 28)	Incidencia alta
	Grupos discusión alumnos	Punto débil: falta de implicación de algunos miembros	Incidencia alta
	Cuestionarios observación del módulo	La falta de implicación es causa del mal funcionamiento de grupos (frecuencia = 4)	Incidencia alta
Funcionamiento del trabajo en equipo (global)	Cuestionarios observación del módulo	Porcentaje aproximado de equipos disfuncionales = 15%	

Tabla 10.6. Funcionamiento del trabajo en equipo

Exposiciones del profesor en clase

Una de las dificultades documentadas en la literatura sobre ABP en disciplinas técnicas está relacionada con la falta de clases expositivas (apartado 3.12.1). El programa de la asignatura contempla el recurso a clases expositivas breves para facilitar la comprensión de algunos conceptos una vez que los estudiantes han manifestado la necesidad de aprenderlos, en el proceso de resolución del problema. Para medir la utilidad y suficiencia de las clases expositivas de apoyo impartidas durante el desarrollo del programa se ha incluido estas dos variables en la evaluación.

Evaluación del proceso. Dimensión: exposiciones del profesor en clase			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Utilidad de las exposiciones del profesor	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.62	Media < 3 en un grupo
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto fuerte: exposiciones del profesor (frecuencia = 6)	Incidencia minoritaria
Suficiencia de las exposiciones del profesor	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.19	Media < 3 en algunos grupos
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto débil: clases expositivas insuficientes (frecuencia = 36)	Incidencia alta
	Grupo de discusión profesores	Punto débil: pocas clases expositivas	Incidencia parcial (con controversia)
	Encuesta a profesores	Tiempo medio semanal dedicado a clases expositivas 40 min	Porcentaje del tiempo total de clase = 17 %

Tabla 10.7. Exposiciones del profesor en clase

Los resultados obtenidos, que se muestran en la tabla 10.7, dan pie a las siguientes conclusiones:

1. Las exposiciones del profesor se pueden considerar *útiles*.
2. En cuanto a la *suficiencia* de las exposiciones del profesor en clase, la conclusión no es tan clara. En primer lugar, la puntuación media obtenida en la encuesta (3.19) es menor. En segundo lugar, la insuficiencia de las exposiciones del profesor es un punto débil con una incidencia alta en las cuestiones de respuesta abierta de la encuesta a alumnos. Algunos profesores también consideran que el tiempo dedicado a clases expositivas ha sido insuficiente. Sin embargo, es interesante resaltar que algunos de los grupos en los que se ha dedicado menos tiempo a las clases expositivas son, precisamente, los que menos quejas tienen.

Ejecución de la evaluación

La forma en que se ha llevado a cabo en la práctica la evaluación de aprendizajes es un aspecto importante de la fidelidad del programa. Los datos recogidos en las cinco variables consideradas en esta dimensión se resumen en la tabla 10.8.

Evaluación del proceso. Dimensión: ejecución de la evaluación			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Correspondencia entre las calificaciones y el aprendizaje	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.32	Media < 3 en algunos grupos
Puntualidad de la evaluación con finalidad formativa	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 4.06	Media < 3 en un grupo
	Grupo de discusión profesores	Punto fuerte: evaluación formativa con retorno rápido	Incidencia media
Suficiencia de la evaluación individual	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.41	Media < 3 en algunos grupos
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto débil: deficiencias en la evaluación individual (frecuencia = 10)	Incidencia baja
	Grupo de discusión profesores	Punto débil: deficiencias en la evaluación individual	Incidencia alta
Utilidad de las herramientas de control individual	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media: Actas = 2.76 Seguimiento prof = 3.60 Tutorías = 3.59	Media < 3 en varios grupos
	Grupos de discusión de alumnos	Punto débil: actas poco útiles	Incidencia media
Ajuste del sistema de evaluación a lo planificado	Encuesta profesores	Cambios en los criterios de evaluación	Incidencia: afecta a 3 grupos de la asignatura

Tabla 10.8. Ejecución de la evaluación

Las conclusiones obtenidas de la evaluación son:

1. La correspondencia entre las calificaciones y al aprendizaje adquirido es aceptable, aunque se han producido valoraciones negativas en algunos grupos.
2. La evaluación formativa con retorno rápido, que permite detectar los errores y mejorar ha sido valorada como una herramienta muy efectiva por estudiantes y profesores.
3. Según la opinión de una parte de estudiantes y profesores, la evaluación individual presenta deficiencias. Aunque en la encuesta a alumnos (cuestiones cerradas), la puntuación media global es aceptable, los valores varían mucho de unos grupos a otros (medias por grupos entre 2.55 y 4.15).
4. Las actas son consideradas poco útiles para el control del aprendizaje individual.
5. El sistema de evaluación se ajusta en general a lo planificado, excepto en algunos grupos, donde se tiende a una vuelta a la evaluación por exámenes.

Secuencia y temporalización

Los resultados en las variables relacionadas con el desarrollo temporal del programa (resumidos en la tabla 10.9) permiten concluir que la valoración de la idoneidad de la secuencia y temporalización del programa es muy positiva. Se destaca especialmente la organización del programa en módulos de complejidad creciente, según una estrategia de aprendizaje por repetición.

Evaluación del proceso. Dimensión: secuencia y temporalización			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Idoneidad de la secuenciación de actividades	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.80	
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto fuerte: organización y planificación del curso (frecuencia = 12)	Incidencia baja
	Grupo discusión profesores	Punto fuerte: organización del curso en módulos	Incidencia parcial
	Grupos discusión alumnos	Punto fuerte: repetición de conceptos	Incidencia media
Idoneidad de la temporalización del programa	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.49	Media < 3 en algunos grupos
	Cuestionario observación del módulo	No hay desajustes respecto al cronograma previsto	

Tabla 10.9. Secuencia y temporalización

Recursos

La utilidad práctica del material docente de apoyo al curso ha sido valorada positivamente por los profesores en los cuestionarios de observación del módulo. Como posibles mejoras sugieren integrar mejor algunos de los recursos (como los videos didácticos) con las actividades del curso, así como aumentar el número de ejemplos resueltos.

10.2.3 Obstáculos

Las dificultades u obstáculos encontrados en el desarrollo del programa fueron descritos por los profesores en los cuestionarios de observación del módulo (tabla 8.4). De entre ellos, los más relevantes (por su incidencia en el funcionamiento del programa) son los siguientes:

- Los estudiantes no activan el conocimiento previo.

- Dificultades para aplicar la teoría a la práctica.
- Exceso de objetivos de aprendizaje en algunos problemas.
- Dificultades para controlar el aprendizaje individual.

Un análisis más global de dificultades se realiza en el apartado 10.5, de puntos débiles del programa.

CONTROL DE LA COBERTURA

10.2.4 Asistencia

La asistencia media a clase ha sido del 84% sobre el total de alumnos matriculados en la asignatura, con una asistencia superior al 70% en todos los grupos (tabla 8.1).

En relación con los porcentajes de asistencia de la asignatura equivalente en el plan de estudios del 98, donde la asistencia media sobre matriculados era del 25.4% (tabla 4.3), el avance es notable, y permite concluir inequívocamente que el objetivo de conseguir niveles altos de asistencia a clase se alcanza plenamente.

	Asistencia media % (sobre presentados)	Asistencia media % (sobre matriculados)
Plan 98	44.4	25.4
Plan 2010	92.3	84.0

Tabla 10.10. Comparación entre la asistencia en el plan 98 y el 2010.

Estos valores son coherentes con la valoración positiva registrada en la encuesta a alumnos en la variable *fomento de la asistencia* (puntuación media = 4.25).

10.2.5 Implicación

Implicación/participación

Los resultados obtenidos en la variable *implicación y participación* (tabla 10.11) demuestran que el programa, en general, ha tenido éxito en lograr la implicación de los estudiantes. La naturaleza interactiva de la propuesta docente es valorada positivamente por los estudiantes.

Evaluación del proceso. Dimensión: implicación			
Variable	Técnicas e Instrumentos	Valoración	Comentarios
Implicación y participación de los estudiantes	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Puntuación media = 3.91	Media > 3 en todos los grupos
	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Punto fuerte: asignatura interesante, dinámica, interactiva (frecuencia = 37)	Incidencia alta
	Grupos discusión alumnos	Punto fuerte: aprendizaje activo	Incidencia alta
	Grupo discusión profesores	Punto fuerte: implicación de los alumnos	Incidencia alta

Tabla 10.11. Implicación

Dedicación en horario no presencial

La dedicación semanal media de los estudiantes al programa en horario no presencial es de 4.54 horas (tabla 9.10), con variaciones importantes entre unos grupos y otros. En los grupos con menor dedicación (1.09, 1.12 y 1.13) este aspecto también fue señalado por los profesores en los cuestionarios de observación del módulo y en el grupo de discusión, lo cual revela que estos llevan a cabo un seguimiento cercano del trabajo de los estudiantes.

10.3 Evaluación de resultados

La evaluación de resultados tiene como objetivo principal valorar el éxito o el fracaso del programa. Los criterios de valoración que deben aplicarse, definidos en el plan de evaluación (capítulo 6), son los siguientes:

- Eficacia: grado de logro de los objetivos propuestos.
- Satisfacción de los agentes implicados (alumnos y profesores).

Al considerar la satisfacción de profesores y alumnos como parte de los objetivos del programa, la valoración de la satisfacción se incluye como un apartado en la evaluación de la eficacia del programa.

10.3.1 Eficacia del programa

Evaluar la eficacia del programa implica valorar si se ha cumplido cada uno de sus objetivos. Las variables consideradas en la evaluación y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10.13.

OBJETIVOS RESPECTO AL ALUMNO:

1. Adquirir las competencias específicas de la asignatura

La eficacia en la adquisición de competencias específicas se valora desde dos puntos de vista complementarios:

- Eficacia objetiva: se mide a través del rendimiento académico.

La medida del rendimiento académico se realiza a través de dos indicadores: tasa de rendimiento y tasa de éxito. Los resultados obtenidos en estos dos indicadores (tabla 10.13) cumplen los requisitos establecidos en el plan de evaluación para obtener en este apartado una evaluación positiva (tasa de rendimiento > 80%, tasa de éxito > 90%).

- Eficacia subjetiva: se valora considerando la opinión de los estudiantes sobre el grado en que han adquirido las competencias específicas de la asignatura. Esta variable se mide con la puntuación media obtenida en los ítems 3a a 3g del cuestionario, donde cada uno de los ítems corresponde a una competencia específica. Las puntuaciones medias obtenidas están entre 3.62 y 3.94 (tabla 9.11), con media superior a 3 en todos los grupos de la asignatura.

2a. Adquirir la competencia transversal de trabajo en equipo

La adquisición de habilidades de trabajo en equipo es un objetivo del programa. No obstante, la falta de mecanismos para evaluar esta competencia en el sistema de evaluación de la asignatura impide una valoración objetiva de su consecución. Este hecho fue puesto de manifiesto, como punto débil, en el juicio de expertos.

A pesar de ello, aunque el grado de aprendizaje de la competencia es incierto, se puede hacer una valoración indirecta del mismo a través de algunos de los indicadores pertenecientes a la dimensión *funcionamiento del trabajo en equipo*.

Los resultados obtenidos en estos indicadores, que se muestran en la tabla 10.13, así como los comentarios de los estudiantes y profesores sobre el aprendizaje cooperativo en los cuestionarios de respuesta abierta y los grupos de discusión permiten concluir que, en general, el funcionamiento del trabajo en equipo ha sido bueno, y es valorado muy positivamente por los estudiantes, aunque se han detectado dificultades importantes, que afectan sobre todo a algunos equipos, relacionadas con la implicación de algunos de sus miembros, la activación del conocimiento previo o la elaboración del conocimiento.

En resumen, aunque con la evaluación realizada, el grado de logro de este objetivo no se puede determinar con precisión, se han detectado al menos deficiencias suficientemente importantes para concluir que el objetivo no se ha cumplido.

2b. Adquirir el resto de las competencias transversales

No se han previsto instrumentos de evaluación del resto de las competencias transversales, lo cual impide valorar el grado de su consecución.

3. Conseguir niveles altos de satisfacción con la asignatura.

Atendiendo a la puntuación media obtenida en el ítem 30 del cuestionario de alumnos (3.86), este objetivo se considera alcanzado, aunque existe un margen para la mejora, que debe establecerse como objetivo en sucesivas ediciones del programa.

Además de la puntuación media, el porcentaje de estudiantes que no están satisfechos (valores menores que 3 en la escala de 1 a 5) también es un dato relevante para medir la satisfacción. En este caso, tan solo un 6.1% de los estudiantes se muestran claramente descontentos con el programa (tabla 10.12).

VALORACION GLOBAL				
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	1	4	1.5	1.5
	2	12	4.5	6.1
	3	46	17.4	23.5
	4	158	59.8	83.3
	5	44	16.7	100.0
Total		276	100	

Tabla 10.12. Tabla de frecuencias de respuestas de satisfacción global en la encuesta a alumnos (ítem 30).

4. Conseguir una tasa de rendimiento igual o superior al 80%.

La tasa media de rendimiento es del 84% (tabla 9.32). El rendimiento supera al 80% en casi todos los grupos de la asignatura (excepto en dos). Por tanto, se cumple el objetivo.

5. Conseguir mejorar perceptiblemente el porcentaje de asistencia a clase.

El porcentaje de asistencia media (sobre matriculados) es del 84%. La tasa de asistencia, ya sea medida respecto a los matriculados o respecto a los presentados, ha experimentado una mejora superior al 100% respecto al plan 98 (apartado 10.2.5). Por tanto, este objetivo se alcanza plenamente.

6. Conseguir que el tiempo de dedicación a la asignatura en horario no presencial de los estudiantes se ajuste al ECTS (entre 4 y 6 horas).

Según los datos recogidos en la encuesta a alumnos (ítem 4), el tiempo semanal medio dedicado a la asignatura por los estudiantes en horario no presencial ha sido de 4.54 horas. Este valor encaja dentro del intervalo de 4 a 6 horas establecido en los objetivos del programa, de acuerdo con la carga en créditos ECTS de la asignatura. Si consideramos la consecución del objetivo por grupos, solo hay un grupo donde la dedicación supera las 6 horas, y varios donde es inferior a ese valor. Por tanto, el objetivo puede considerarse cumplido a nivel global, sin olvidar, de cara al plan de mejora, que la dedicación en algunos grupos se desvía del intervalo previsto.

7. Fomentar el interés por las Estructuras más allá de la asignatura

No se han previsto instrumentos para la evaluación de la consecución de este objetivo.

OBJETIVOS RESPECTO AL PROFESOR:**1. Conseguir la satisfacción del equipo de profesores**

La satisfacción de los profesores se valora a partir de los resultados obtenidos en el ítem 8 del cuestionario a profesores. La puntuación media obtenida en esta variable es de 4. Las valoraciones realizadas por los profesores en cada grupo oscilan entre 3 y 5. Los resultados, por tanto pueden considerarse positivos, aunque mejorables.

2. Conseguir que el tiempo de dedicación de los profesores a la asignatura en horario no presencial no sea excesivo

Aunque los datos sobre el tiempo medio de dedicación semanal, recogidos en la encuesta a profesores (ítem 2), no son excesivamente altos (dedicación media de 5.1 horas, con valores que oscilan entre 4 y 7 horas, según el profesor), en conjunto se trata de una dedicación alta, especialmente para los profesores con dedicación a tiempo parcial, con menos tiempo de permanencia en la Escuela. Por tanto, este objetivo solo se puede considerar cumplido parcialmente, y debe mejorarse de cara a posteriores ediciones del programa.

Evaluación de resultados. Criterio: eficacia

Objetivos	Variable	Técnicas e instrumentos	Indicadores	Resultados	Grado de logro de los objetivos	
Adquirir las competencias específicas	Rendimiento académico	Sistema de evaluación de la asignatura	Tasa de rendimiento (> 80%)	84.6%	Objetivo alcanzado	
			Tasa de éxito (> 90%)	91.9%		
Adquirir la competencia transversal de trabajo en equipo	Eficacia subjetiva	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Grado de adquisición de las competencias según los alumnos (ítems 3a - 3g)	Puntuación media > 3.5 para todas las competencias	Objetivo alcanzado	
	Dinámica de funcionamiento del grupo en la sesión tutorial	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Valoración en el ítem 13 del cuestionario	Puntuación media = 3.50	La evaluación realizada no permite determinar con precisión el grado de logro de este objetivo	
	Reparto del trabajo en el grupo	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Valoración en el ítem 14 del cuestionario	Puntuación media = 2.10 (escala de 1 a 3)		
	Funcionamiento del trabajo en equipo	Encuesta a alumnos (cuestiones abiertas)	Frecuencia de los puntos fuertes y débiles	Frecuencia puntos fuertes = 88 Frecuencia puntos débiles = 42		
	Funcionamiento del trabajo en equipo	Grupos de discusión estudiantes	Puntos fuertes y débiles identificados	Consenso sobre puntos fuertes del trabajo en equipo, pero se detectan dificultades importantes en algunos grupos		
Grupos disfuncionales	Cuestionario observación del módulo	Número de equipos disfuncionales	Porcentaje aproximado de equipos disfuncionales = 15%			
Adquirir el resto de las competencias transversales	No se han previsto instrumentos de evaluación del resto de las competencias transversales				Sin evaluar	
Alto nivel de satisfacción	Satisfacción estudiantes	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Valoración en el ítem 30 del cuestionario	Puntuación media = 3.86	Objetivo alcanzado	
Alto nivel de asistencia	Asistencia	Cuestionario observación del módulo	Porcentaje de asistencia a clase	Asistencia media = 84 % (sobre matriculados)	Objetivo alcanzado	
Dedicación no presencial del estudiante acorde con la carga en créditos de la asignatura	Dedicación de los estudiantes en horario no presencial	Encuesta a alumnos (cuestiones cerradas)	Horas semanales dedicadas en horario no presencial (4-6h)	Dedicación media = 4.54 h	Objetivo alcanzado	
Fomentar interés por las Estructuras más allá de la asignatura	No se han previsto instrumentos de evaluación para valorar el logro de este objetivo				Sin evaluar	
Respecto al profesor	Alto nivel de satisfacción	Satisfacción profesor	Encuesta a profesores (cuestión cerrada)	Ítem 8 del cuestionario	Puntuación media = 4	Objetivo alcanzado
	Dedicación no presencial del profesor no excesiva	Dedicación del profesor	Encuesta a profesores (cuestión cerrada)	Ítem 2 del cuestionario	Puntuación media = 5.1	Objetivo alcanzado parcialmente

Tabla 10.13. Evaluación de la eficacia del programa.

10.4 Puntos fuertes

En un modelo de evaluación formativa, orientado a la mejora, como el que nos ocupa, la función de la evaluación es “detectar las fortalezas y deficiencias del programa para regular los procesos y reajustar aquellos aspectos que así lo requieran” (Zambrano et al., 2007). Como conclusión final del informe de evaluación, por tanto, es preciso incluir un análisis global de los principales puntos fuertes y débiles del programa, en los que debe fundamentarse la toma de decisiones de mejora del mismo.

RELACIONADOS CON LOS CONTENIDOS

1. Enfoque práctico

Descripción: trabajo con problemas reales, relacionados con la Arquitectura, en un contexto cercano a la práctica profesional.

Detectado por:

- Alumnos en la encuesta (cuestiones de respuesta abierta) y en los grupos de discusión.
- Profesores en los grupos de discusión
- Expertos

2. Uso de herramientas informáticas

Descripción: uso de programas de análisis estructural para el aprendizaje en la asignatura.

Detectado por:

- Alumnos en el ítem 25c del cuestionario, en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión.
- Profesores en el grupo de discusión.
- Expertos

RELACIONADOS CON LA METODOLOGÍA DOCENTE

3. Aprendizaje cooperativo

Descripción: trabajo en equipo con aprendizaje cooperativo.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión (con una incidencia muy alta).
- Profesores en los grupos de discusión.

4. Metodología ABP

Descripción: metodología docente de la asignatura (aprendizaje basado en problemas)¹³.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión.
- Profesores en los grupos de discusión.
- Expertos (con una incidencia muy alta).

5. Aprendizaje y evaluación continua

Descripción: el sistema de aprendizaje y evaluación continua permite llevar al día la asignatura, y aprender con menos esfuerzo.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión.

6. Implicación del profesor

Descripción: disponibilidad e implicación del profesor en apoyo al proceso de aprendizaje. Interacción profesor-alumno.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión.

7. Implicación de los estudiantes

Descripción: los estudiantes están motivados, consideran la asignatura interesante, amena y dinámica, y se implican en las actividades del programa.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta, en los ítems 9 y 29 del cuestionario y en los grupos de discusión¹⁴.

¹³ Incluye aprendizaje activo, autodirigido y trabajo en equipo sobre un problema.

- Profesores en los grupos de discusión.

8. Aprendizaje autodirigido

Descripción: los estudiantes toman la iniciativa y se responsabilizan de dirigir su propio aprendizaje.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión (incidencia alta).
- Profesores en los grupos de discusión (aunque existe controversia al respecto).

En relación con el aprendizaje autodirigido, no existe consenso entre los profesores. Algunos de ellos describen dificultades para que sus estudiantes tomen la iniciativa. Otros, en cambio, logran conseguir que los alumnos funcionen de forma autónoma, y lo consideran como aspecto positivo del programa.

RELACIONADOS CON LOS MEDIOS Y RECURSOS

9. Material docente

Descripción: calidad del material docente de apoyo al curso (apuntes, técnicas básicas, videos, etc...).

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión (incidencia baja).
- Profesores en el cuestionario de observación del módulo.

10.5 Puntos débiles

Los puntos débiles más importantes del programa (los que más peso tienen, tanto en las cuestiones de respuesta abierta como en los grupos de discusión) están relacionados con las dificultades que supone la implementación de la metodología docente ABP. En concreto, se centran en dos aspectos que también son puntos fuertes del programa: el aprendizaje autodirigido y el trabajo en equipo.

¹⁴ La alta motivación e implicación de los estudiantes no ha sido establecida explícitamente como un punto fuerte en los grupos de discusión de alumnos, pero aparece de forma repetida en relación con otros aspectos del programa, principalmente con el aprendizaje cooperativo y autodirigido.

RELACIONADOS CON EL APRENDIZAJE AUTODIRIGIDO

1. Desorientación inicial en los problemas

Descripción: los estudiantes se encuentran desorientados inicialmente al enfrentarse al problema sin haber recibido clases previamente. Al estar desorientados, los alumnos colapsan al profesor en clase con una avalancha de dudas.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión (incidencia muy alta).
- Profesores en grupo de discusión (incidencia baja).

Los profesores detectan este punto débil de forma indirecta: algunos profesores se quejan de un excesivo tiempo dedicado a la resolución de dudas en clase.

2. Explicaciones del profesor insuficientes

Descripción: algunos estudiantes consideran las explicaciones del profesor en clase insuficientes, y creen necesaria la impartición de clases teóricas con carácter previo al problema.

Este punto débil está relacionado de forma directa con el anterior.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta.

Sin embargo, los alumnos en los grupos de discusión rechazan expresamente la conveniencia de impartir clases teóricas con carácter previo al problema y realizan propuestas alternativas para facilitar el aprendizaje en las fases iniciales del mismo.

- Profesores en la encuesta y el grupo de discusión.

Algunos profesores echan de menos más clases expositivas. Otros no están de acuerdo. Se argumenta que las clases producen en el profesor una “falsa sensación” de que los estudiantes aprenden.

- Expertos.

Solo un experto manifiesta dudas sobre la conducción del curso sin clases teóricas, aunque se muestra de acuerdo con la decisión de implementar el ABP como opción metodológica.

RELACIONADOS CON EL TRABAJO EN EQUIPO

3. Falta de implicación de algunos miembros del grupo

Descripción: mal funcionamiento del trabajo en equipo, debido a una implicación desigual de sus miembros.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión (incidencia muy alta).
- Profesores en la encuesta y en el grupo de discusión.

4. Deficiencias en la evaluación individual

Descripción: el aprendizaje individual no se controla lo suficiente. Los profesores se quejan de que no tienen herramientas suficientes para la evaluación individual.

Este punto débil está unido íntimamente al anterior, con el que guarda una relación causal.

Detectado por:

- Alumnos en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión.
- Profesores en la encuesta final, en el grupo de discusión y en los cuestionarios de observación del módulo (incidencia alta).
- Expertos.

Estos cuatro puntos débiles son, con diferencia, los que más peso tienen, tanto en las cuestiones de respuesta abierta como en los grupos de discusión.

PUNTOS DÉBILES DE MENOR IMPORTANCIA

5. Definición insuficiente del sistema de evaluación

Descripción: falta de claridad, transparencia y concreción en los criterios de evaluación.

Detectado por:

- Profesores en la encuesta y el grupo de discusión.
- Expertos (incidencia alta).

6. Faltan ejercicios resueltos

Descripción: los ejercicios resueltos puestos a disposición de los alumnos en la documentación de la asignatura son insuficientes.

Detectado por:

- Alumnos en cuestiones de respuesta abierta grupos de discusión (incidencia baja).
- Profesores en la encuesta final.

10.6. Análisis de los principales puntos débiles**10.6.1 Priorización****1. Desorientación inicial / explicaciones insuficientes**

Los estudiantes se ven perdidos, no son capaces de activar el conocimiento previo (dicen que “parten de cero”), ni de elaborar a partir de él para detectar, en equipo, las lagunas en sus conocimientos, ni de establecer objetivos de aprendizaje acertados.

Ello provoca las siguientes consecuencias negativas:

- Pérdidas de tiempo a los estudiantes, tanto en clase como durante la semana en la porción de tiempo no presencial
- Excesiva cantidad de dudas en clase, que colapsan al profesor.
- Disminución de la motivación.
- Dificultades de aprendizaje.

Como solución, algunos estudiantes (y profesores) piden más clases expositivas, o más ejemplos resueltos.

Sin embargo, el recurso de aumentar las clases expositivas tendría muchos efectos negativos sobre el proceso de aprendizaje que se desarrolla en la asignatura: desmotivación, aprendizaje superficial y, por tanto, menos persistente, la no adquisición

de habilidades de aprendizaje autodirigido, y la eliminación de uno de los principales puntos fuertes del programa: la metodología docente planteada (ABP).

Tanto entre los alumnos como entre los profesores, la opinión mayoritaria se muestra, en general, en contra de aumentar las clases expositivas tal como se plantean en la metodología tradicional. En su lugar, los estudiantes proponen otro tipo de medidas que faciliten el proceso de aprendizaje sin dar clases teóricas.

2. Falta de implicación de algunos miembros del grupo / dificultades en la evaluación individual

No todos los componentes del grupo se implican. Los profesores no tienen herramientas para controlar adecuadamente el aprendizaje individual.

Estos dos puntos débiles tienen una incidencia muy alta en aspectos muy importantes del funcionamiento del programa, como la motivación. Sobre su importancia existe consenso entre los estudiantes y los profesores. Ambos aspectos están íntimamente unidos por una relación causal de doble dirección:

- Las deficiencias en la evaluación individual facilitan que algunos estudiantes no se impliquen.
- El hecho de que la implicación en el trabajo de equipo no esté equilibrada evidencia la necesidad de mejorar la evaluación individual.

Por tanto, su mejora debe abordarse de forma conjunta.

10.6.2 Posibles causas

1. Falta de guía del tutor

El tutor no está presente en el grupo durante la sesión tutorial, salvo en apariciones fugaces. Esto produce varios efectos negativos en el proceso de aprendizaje, relacionados con los puntos débiles, que básicamente tienen que ver con las funciones del tutor, que no se ejercen adecuadamente:

- Los estudiantes no activan el conocimiento previo (desorientación).
- No integran la nueva información en la estructura de conocimiento anterior (desorientación).

- No se produce de forma efectiva la elaboración del conocimiento en el seno del grupo (desorientación).
- No se desafían los razonamientos superficiales, o incorrectos (desorientación).
- Los estudiantes no identifican correctamente los objetivos de aprendizaje (desorientación).
- No se controla ni se fomenta el aprendizaje individual, los estudiantes no realizan correctamente la fase de informe al grupo (falta de implicación).
- No se controla suficientemente que todos los estudiantes participen en la discusión (falta de implicación, desorientación).
- No se controla la marcha del proceso tutorial (falta de implicación, desorientación).

Además del hándicap que supone la presencia de un tutor *flotante*, que se reparte entre varios grupos de estudiantes en la sesión tutorial, la formación insuficiente de los profesores en la metodología ABP tiene consecuencias negativas debido a la comprensión limitada del papel que debe jugar el tutor durante la sesión tutorial.



Figura 10.1. Tutor "flotante" en la sesión tutorial. Curso 2012-12.

2. Deficiencias en el diseño de los problemas

La desorientación sufrida por los estudiantes al enfrentarse a los problemas es también un síntoma de deficiencias en el diseño de los problemas, poniendo de manifiesto, en primer lugar, la falta de pistas (“triggers”) que faciliten:

- La activación del conocimiento previo.
- La identificación de objetivos de aprendizaje.

Por otra parte, hay otros aspectos negativos relacionados directamente con el diseño de los problemas, que se han identificado durante la evaluación, y que inciden igualmente en la desorientación:

- Exceso de objetivos de aprendizaje en algunos problemas (cuestionarios de observación del módulo).
- Los problemas no son de respuesta abierta (juicio de expertos). El hecho de poner en práctica un ABP demasiado guiado, donde los métodos que los estudiantes deben utilizar para resolver el problema se determinan de antemano, hace que no se produzca un verdadero proceso de aprendizaje autodirigido. Esto, aunque parezca contradictorio, puede dar lugar a una mayor sensación de desorientación en los estudiantes, entretenidos en “adivinar” lo que el profesor espera de ellos, en lugar de tomar la iniciativa en un auténtico proceso de indagación.

3. Falta de formación de los estudiantes en la metodología ABP

Las dificultades que experimentan los estudiantes también están relacionadas con una comprensión limitada de la metodología ABP. A los estudiantes les cuesta vencer la inercia de tantos años aprendiendo con la metodología tradicional y asumir de forma activa su nuevo rol, que implica hacerse responsables de su propio aprendizaje.

10.7. Plan de mejora

Objetivos:

1. Facilitar la orientación a los estudiantes en los problemas
2. Mejorar la implicación y facilitar la calificación individual
3. Profundizar en el uso del ordenador para el aprendizaje de Estructuras.

Propuestas de mejora

ROL DEL TUTOR

1. Tutorías programadas

Desarrollo de la acción:

Programar tutorías de 30-40 minutos en las primeras semanas del curso con los grupos que muestren mayores dificultades, para practicar, en presencia del tutor, la dinámica correcta de funcionamiento en la sesión tutorial. El tutor debe dar indicaciones de carácter metacognitivo proporcionando a los estudiantes retorno que les permita detectar sus fallos y mejorar.

Objetivos referenciados: 1, 2.

Fecha de realización: curso 2012-13.

2. Puesta en común en clase del conocimiento y los objetivos de aprendizaje generados en la sesión tutorial

Desarrollo de la acción:

Realizar en clase, de forma breve, puestas en común en algunas fases de la sesión tutorial (por ejemplo: sobre los objetivos de aprendizaje generados por cada grupo).

Objetivos referenciados: 1.

Fecha de realización: curso 2012-13.

PROBLEMAS

3. Mejorar el diseño de los problemas

Desarrollo de la acción:

Para mejorar el diseño de los problemas, se proponen una serie de recomendaciones:

- Añadir pistas (“triggers”) que faciliten la activación del conocimiento previo y la identificación de objetivos de aprendizaje.
- En los enunciados de los problemas, conviene evitar dar datos concretos que guíen al alumno a las fórmulas (por ejemplo: módulo de elasticidad o resistencia del material).

- Los problemas deben ser más reales, y deben tener un contexto rico y complejo. En la medida de lo posible, es conveniente dar a los problemas un carácter más abierto, con más libertad a los estudiantes para tomar decisiones importantes.
- Para ello, sería apropiado reducir el número de problemas del curso, integrando los cinco problemas que hay actualmente en un único problema de mayor trayectoria.

Objetivos referenciados: 1.

Fecha de realización: curso 2012-13.

4. Un mapa

Desarrollo de la acción:

Dar a los estudiantes un modelo conceptual del problema, que tenga un carácter visual (dibujos comentados, mapas conceptuales o videos), donde se ilustre el funcionamiento del sistema que se estudia. No debe centrarse en aspectos técnicos, ni explicar cómo se resuelve el problema, sino más bien dar una visión global que permita orientar a los estudiantes en el ámbito del problema, como un mapa (figuras 10.2 y 10.3).

Objetivos referenciados: 1.

Fecha de realización: curso 2012-13.

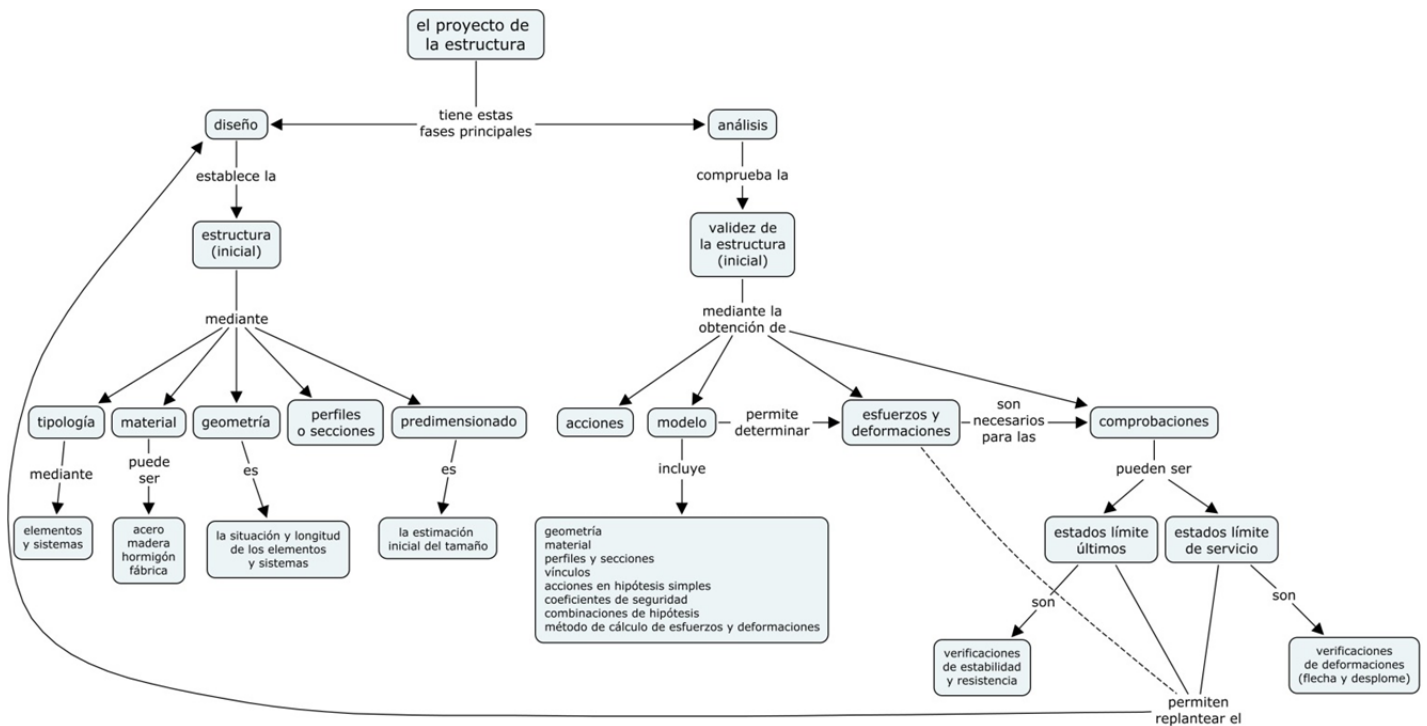


Figura 10. 2. Mapa conceptual del proyecto de estructuras ideado para guiar a los estudiantes en el problema (curso 2012-13)

además introducir evaluación formativa que permita detectar los fallos y mejorar (Barrows, 1986).

Para ello se propone un procedimiento de evaluación basado en el método del “triple salto” (Branda, 1999; Biggs, 2001), y que consiste en evaluar la resolución del problema en tres fases:

1. Funcionamiento del grupo en la sesión tutorial.

Se evalúa con el informe de la sesión tutorial (anexo 13), que incluye 4 apartados: conocimiento generado, hipótesis formuladas, objetivos de aprendizaje identificados y plan de trabajo.

2. Estudio individual

La fase de estudio individual se evalúa a través del informe al grupo, donde cada estudiante debe sintetizar el conocimiento adquirido en la fase de estudio individual para presentarlo al grupo al inicio de la sesión tutorial. Se valoran:

- La búsqueda, selección, síntesis y elaboración de la información.
- La integración con el conocimiento previo.
- El rigor y apoyo teórico del razonamiento.
- La aplicación al problema.
- El uso de gráficos, esquemas y dibujos para ilustrar los conceptos.

3. Solución final del problema.

Se evalúa la entrega final del problema, que debe incluir una síntesis del conocimiento adquirido y su aplicación al problema (con la ayuda, por ejemplo, de mapas conceptuales).

La integración de la evaluación del proceso en el sistema de evaluación implica establecer mecanismos para su aprendizaje, y criterios de evaluación que permitan juzgar el nivel de desempeño. Para ello, se propone:

- Mostrar a los estudiantes ejemplos de buen desempeño en las habilidades de proceso.
- Establecer criterios de evaluación que definan un desempeño de calidad.
- Dar a los estudiantes oportunidades para practicar esas habilidades.

- Proporcionar retorno, que les permita detectar sus fallos y mejorar.

Los criterios de evaluación detallados para las fases 1 y 2 se pueden consultar en el anexo 14.

Objetivos referenciados: 1, 2.

Fecha de realización: curso 2012-13.

7. Mejorar el uso del ordenador para el aprendizaje del comportamiento estructural

Desarrollo de la acción:

La mejora consiste en enfocar aún más el curso de Estructuras hacia el uso inteligente del ordenador, sacando partido a sus posibilidades como herramienta efectiva para desarrollar la comprensión del comportamiento estructural. Para ello, el aprendizaje en la asignatura debe centrarse en:

- Diseñar la Estructura
- Modelar la estructura para el análisis por ordenador.
- Verificar los resultados obtenidos en el análisis por ordenador.
- Interpretar los resultados obtenidos en el análisis por ordenador.
- Realizar modificaciones en el diseño a la luz de los análisis realizados.

Este uso “inteligente” del ordenador se debe materializar en una serie de estrategias de control, aplicables a las fases de modelado, verificación e interpretación de resultados. La aplicación de estrategias de control facilita la integración entre los conceptos teóricos y el proceso de análisis estructural por ordenador, a la vez que educa a los estudiantes en un uso seguro del software. Nuestra propuesta de estrategias de control es la siguiente:

1. Validar el modelo

- ¿Es válido el modelo estructural que estoy manejando para el estudio de la estructura real?
- ¿En qué aspectos el comportamiento del modelo se diferencia del de la estructura real?

2. Verificar los resultados

- Predecir la deformada antes de obtener los resultados

- ¿Los diagramas de esfuerzos son coherentes con la carga? ¿Y con las condiciones de enlace? ¿Qué relación existe entre los diagramas de flector y el cortante?
- ¿La deformada tiene lógica? Comparar con la predicción realizada ¿Es coherente con las condiciones de enlace de la Estructura? ¿Es coherente con el diagrama de flector?
- Comparar con una solución manual simplificada

3. Interpretar los resultados

- ¿Qué puedo aprender del comportamiento de la estructura analizando los resultados del análisis (diagramas de esfuerzos, deformada, comprobaciones de Estados Límite)?
- ¿Qué conclusiones útiles puedo sacar respecto al diseño de la estructura (posibles modificaciones, partes que no están funcionando adecuadamente)?

Objetivos referenciados: 3.

Fecha de realización: curso 2012-13.

8. Mejorar la documentación de apoyo al curso

Desarrollo de la acción:

Mejorar la documentación, añadiendo problemas resueltos, que sirvan de apoyo a los estudiantes en el proceso de aprendizaje autodirigido, especialmente en relación con conceptos que entrañen especial dificultad.

Objetivos referenciados: 1.

Fecha de realización: curso 2013-14.

9. Mejorar la formación del profesorado en la metodología ABP

Desarrollo de la acción:

La mejora en la formación del profesorado en la metodología ABP es muy necesaria para lograr una mejor comprensión del alcance real de la metodología y de los mecanismos implicados en su implementación, lo cual es fundamental para un ejercicio adecuado de las funciones de tutor. Por ello, se ha elaborado para el curso 2012-13 una guía de ABP para profesores y se ha mejorado la guía de ABP de los estudiantes (anexo 15).

Objetivos referenciados: 1.

Fecha de realización: curso 2012-13.

11. Conclusiones e implicaciones

Las principales conclusiones extraídas de la investigación se han organizado según los campos de estudio en los que esta se enmarca:

- Conclusiones sobre la docencia de Estructuras
- Conclusiones sobre el programa
- Conclusiones sobre el ABP

11.1 Conclusiones sobre la docencia de Estructuras

11.1.1 ¿Cuáles deben ser los principios básicos de un programa para aprender Estructuras?

La revisión de la literatura sobre docencia de Estructuras ha permitido establecer un marco teórico sobre el que fundamentar el diseño del programa. En general, se asume que el dominio absoluto del ordenador como herramienta de análisis debe propiciar un cambio de enfoque en la forma de enseñar Estructuras en las escuelas (May et al., 2003). La docencia no debe estar centrada en el aprendizaje de métodos manuales de análisis, sino en la comprensión del comportamiento estructural, necesario para llevar a cabo con éxito las principales tareas que deberán realizar los graduados al *proyectar estructuras* en la práctica profesional:

- Diseñar la Estructura
- Modelar la Estructura para su análisis
- Calcular la estructura
- Verificar los resultados del cálculo
- Interpretar los resultados
- Mejorar el diseño a la luz de los resultados obtenidos en el análisis

Estas tareas requieren una comprensión más global de los conceptos y principios básicos que rigen el comportamiento estructural. Se propone un programa centrado en esas tareas, apoyado fuertemente en el análisis por ordenador y con un enfoque práctico,

con énfasis en el trabajo sobre edificios reales. El cálculo manual debe mantenerse solo en la medida en que colabore, de forma efectiva, a la comprensión de conceptos.

Además, la docencia de Estructuras en las escuelas de Arquitectura debe tener un enfoque distinto al de las escuelas de Ingeniería, aunque tradicionalmente, haya mostrado planteamientos docentes heredados de estas (Black & Duff, 1994). Los aspectos diferenciadores de una docencia de Estructuras en Arquitectura se concretan en:

- Un mayor énfasis en el diseño estructural, pues el principal trabajo del arquitecto consiste en diseñar, por encima de todo.
- Una necesidad mayor de desarrollar la “intuición estructural” que permita hacer valoraciones cualitativas en las fases iniciales del diseño arquitectónico, de ideas fluidas y rápidas.
- Una menor formación en fundamentos de Matemáticas y Física, que dificulta el aprendizaje de métodos de análisis complejos.

11.1.2 ¿Qué conclusiones se extraen al llevar a la práctica un curso basado en esos principios?

Sobre el enfoque práctico

El trabajo con edificios reales, centrado en el proyecto de Estructuras en un contexto arquitectónico, ha sido valorado muy positivamente por profesores y alumnos, constituyendo uno de los principales puntos fuertes del programa. Los resultados obtenidos en la evaluación indican que el enfoque práctico está relacionado con un aumento de la motivación y con una mayor persistencia del aprendizaje.

Sobre el uso del ordenador para aprender Estructuras

El uso del ordenador como herramienta para aprender ha recibido evaluación positiva, y constituye también un punto fuerte del programa, aunque es considerado menos importante en la evaluación.

Su menor importancia se puede atribuir a que el cambio de planteamiento en lo referente al papel del ordenador en la docencia de Estructuras aún no se ha desarrollado por completo. Debido a la dificultad que conlleva un cambio de enfoque tan profundo y a las reticencias expresadas por parte del equipo docente con respecto al uso del ordenador,

su implantación se está realizando de forma progresiva, por lo cual, este recurso aún no se ha explotado en todas sus posibilidades.

Los principales aspectos positivos que los estudiantes han manifestado en relación con el uso del uso del ordenador son:

- Ayuda a visualizar el comportamiento estructural (“*lo ves*”) en mayor grado que el análisis manual con métodos matemáticos.
- Se integra muy bien en el proceso de trabajo natural de los estudiantes de esta generación, más habituados a aprender por ensayo y error (generación Nintendo) que a asimilar un cuerpo teórico formal.

Sobre el énfasis en el diseño

La relegación del diseño estructural al último problema del curso ha supuesto una marginación de esta competencia con respecto a las de análisis¹⁵. Por otra parte, la necesidad de plantear a los estudiantes problemas más abiertos, que permitan un verdadero proceso de indagación por su parte y la integración con el resto de materias del plan de estudios, recomienda poner más énfasis en problemas de diseño estructural.

Por ello, en el plan de mejora para el curso 2012-13, se propone un cambio importante, que consiste en la fusión de los cinco problemas del curso en uno solo, que debe consistir en el proyecto de una Estructura, partiendo del diseño y dirigiendo las fases de modelado, cálculo, verificación e interpretación de resultados a la toma de decisiones que permitan validar y mejorar el diseño planteado (De Miguel, 1997).

Sobre el cálculo manual

El papel del cálculo manual debe orientarse a la comprensión de los conceptos básicos que rigen el comportamiento estructural. En concreto, se propone reducir el cálculo manual al análisis de estructuras isostáticas, con énfasis especial en los conceptos implicados y la relación entre ellos (enlaces-cargas-reacciones-esfuerzos-tensiones-deformada). El análisis manual debe aplicarse a nivel conceptual y cualitativo, integrándose con el análisis por ordenador a través de las estrategias de control que se

¹⁵ La pérdida este curso de las últimas dos semanas de clase, debido al paro académico realizado por los estudiantes, ha supuesto en la práctica la eliminación del problema de diseño en una buena parte de los grupos.

aplican para la verificación e interpretación de los resultados obtenidos con el ordenador.

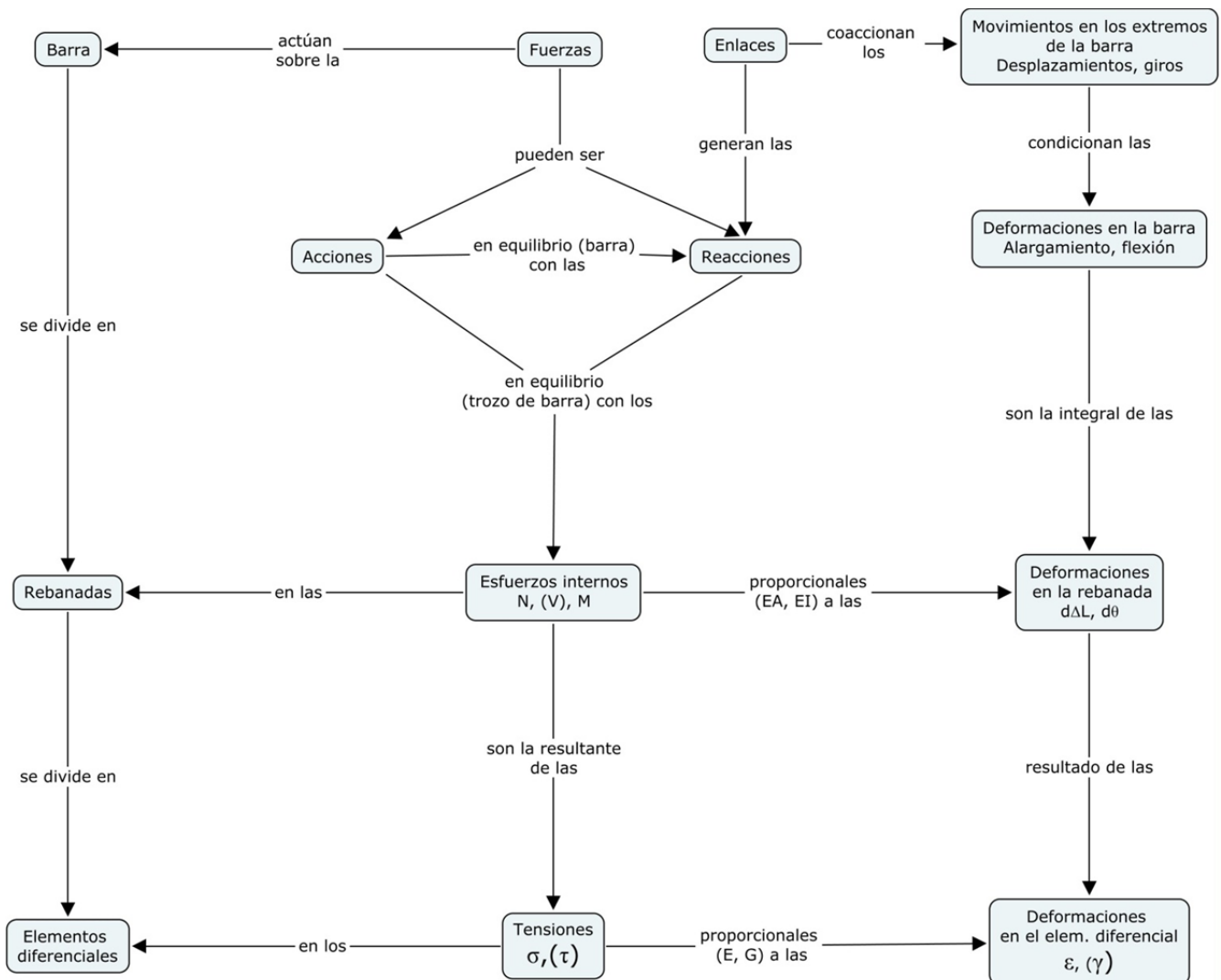


Figura 11.1. Mapa conceptual que ilustra los conceptos implicados en el comportamiento de una barra isostática y las relaciones entre ellos.

Sobre la estructura de la materia

La dificultad principal para implementar con éxito el ABP en cualquier disciplina reside en la profunda reflexión que requiere sobre la estructura de la materia a impartir, que implica replantearse la selección de contenidos (buscando lo esencial) y la forma en que estos se organizan, actualmente marcada por el modelo docente tradicional.

La implementación de un ABP “auténtico” significa difuminar las fronteras de las disciplinas académicas y estructurar de nuevo el conocimiento en torno a los problemas prácticos que deben resolverse en la práctica profesional.

En el proceso de adaptación del ABP a la disciplina de Estructuras ha sido necesario identificar los conceptos, principios básicos, procedimientos y sus condiciones de aplicación en la disciplina, con atención especial a los conceptos “umbral”, cuya comprensión entraña una especial dificultad y abre puertas a nuevas áreas de entendimiento (figura 11.1).

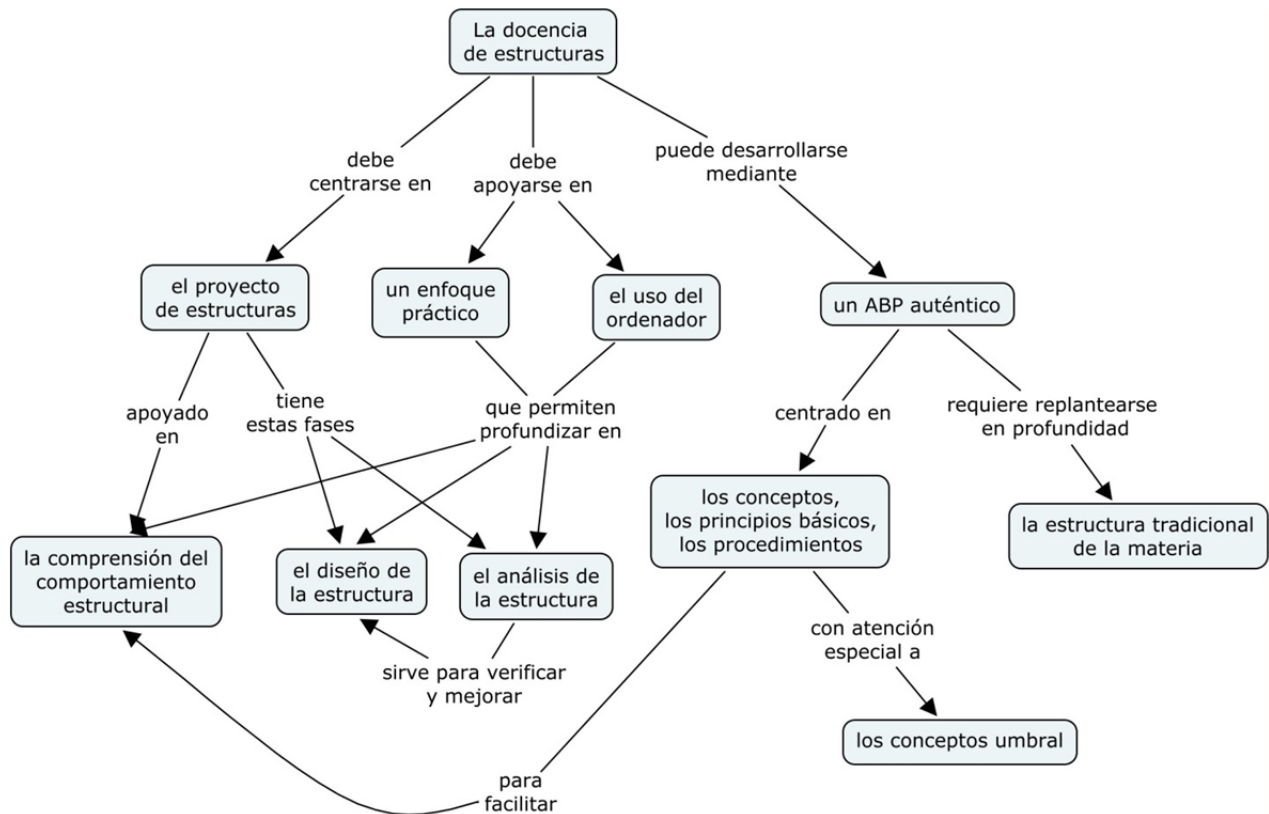


Figura 11.2. Mapa conceptual: conclusiones sobre la docencia de Estructuras.

11.2 Conclusiones sobre el programa

11.2.1 ¿Es eficaz el programa para los objetivos educativos planteados? ¿A qué se debe la alta (o baja) eficacia del programa?

En términos generales, se puede afirmar que el programa ha sido eficaz en el logro de la mayor parte de los objetivos, excepto en la adquisición de las competencias transversales de la asignatura. El fracaso parcial del programa en el logro de este objetivo se debe a varios factores:

A pesar de ser la adquisición de competencias transversales un objetivo principal de la asignatura (asignado en el plan de estudios), en la práctica no se les ha concedido la

importancia suficiente, como demuestra el hecho de que en el programa no se incluyeran mecanismos para su aprendizaje y evaluación.

Además, el número de competencias transversales incluidas como objetivos del programa era, a todas luces, excesivo, lo cual hacía prácticamente inviable en la práctica el aprendizaje y evaluación de todas ellas. De cara a las siguientes ediciones del programa, el número de competencias transversales se ha reducido a dos: habilidades de resolución de problemas y de trabajo en equipo.

11.2.2 ¿Cuáles son los principales puntos fuertes del programa?

Los principales puntos fuertes del programa detectados en la evaluación son: el trabajo en equipo, el enfoque práctico, el aprendizaje y evaluación continua, el aprendizaje autodirigido y la implicación de los profesores.

El trabajo en equipo con aprendizaje cooperativo es, sin duda, el punto fuerte del programa con mayor incidencia en la evaluación (1 de cada 3 alumnos lo señala en las cuestiones de respuesta abierta). Las principales ventajas del trabajo en equipo apuntan al principio de *interdependencia positiva*, uno de las bases del aprendizaje cooperativo (Johnson et al., 2006):

- Los alumnos aprenden unos de otros.
- La responsabilidad adquirida con el grupo obliga a los estudiantes a asistir a clase y a llevar la asignatura al día.
- El trabajo en equipo influye positivamente en la motivación: el ambiente en la clase mejora, los estudiantes se implican para trabajar por el triunfo común del grupo.

En segundo lugar, se ha destacado como aspecto positivo el enfoque práctico de la asignatura. El trabajo con problemas reales, en un contexto arquitectónico, aumenta, por una parte, la motivación, y por otra, tiene efectos beneficiosos sobre la calidad y persistencia del aprendizaje.

El aprendizaje y evaluación continua también ha sido señalado como punto fuerte. Los estudiantes argumentan que la práctica continua hace que el conocimiento se adquiera de manera sencilla y natural. Se aprende más y con menos esfuerzo que estudiando para un

examen final. La evaluación formativa, con retorno frecuente, permite a los estudiantes detectar sus fallos y mejorar.

El aprendizaje autodirigido y la implicación de los profesores, completan el resumen de los principales puntos fuertes. El aprendizaje autodirigido es un modelo en el que los estudiantes toman la iniciativa, deciden qué necesitan aprender y se responsabilizan de hacerlo. Esto tiene efectos positivos en (1) la motivación y (2) la calidad y persistencia del aprendizaje. La implicación de los profesores afecta positivamente a la motivación: los estudiantes se implican más cuando ven al profesor comprometido con interés en su aprendizaje.

11.2.3 ¿Cuáles son sus principales puntos débiles?

Un análisis exhaustivo de los puntos débiles del programa se expuso en el capítulo 10, por lo que este apartado se centra solo en los más importantes: desorientación inicial al abordar los problemas y falta de implicación de algunos miembros en el trabajo en equipo.

La desorientación al enfrentarse a los problemas afecta negativamente a la motivación. Los estudiantes se ven perdidos, y se quejan de pérdidas de tiempo en clase y en la fase de estudio individual. Algunos profesores tienen que gestionar una avalancha de dudas que colapsan la clase.

La falta de implicación de algunos alumnos en las tareas del grupo incide negativamente en la motivación de los estudiantes más implicados y afecta a la moral de los profesores, siendo una de las causas principales de rechazo de la metodología por parte de algunos de ellos. A pesar de que el número de estudiantes que no se implican es una minoría (este problema afecta a un 20% de los grupos) su incidencia en el funcionamiento del programa es alta, debido en parte a la percepción que tienen de este problema tanto estudiantes como profesores.

11.2.4 ¿Dónde debe incidirse prioritariamente para promover mejoras?

A la hora de plantear acciones de mejora es conveniente abordar los principales puntos débiles del programa de forma global, atendiendo a sus posibles causas. En nuestro caso, esas causas están relacionadas con fallos en la implementación de algunas de las características básicas del ABP:

- Las funciones del tutor no se ejercen suficientemente. En clases con 25-30 alumnos el tutor no puede estar presente durante toda la sesión tutorial. El soporte temporal (“scaffolding”) que necesitan los estudiantes para orientarse en su proceso de indagación debe asegurarse mediante otros mecanismos.
- No se presta la atención suficiente al proceso, ya que, en la práctica, no existen mecanismos para evaluarlo.
- Los problemas no son lo suficientemente abiertos. En la práctica, se guía a los estudiantes a una serie de procedimientos preestablecidos, por lo que no se produce un verdadero aprendizaje autodirigido.

El plan de mejora propuesto consiste, en primer lugar, en fundir los cinco problemas del curso en un problema que abarque todo el cuatrimestre y sea más abierto, facilitando un auténtico aprendizaje autodirigido en el que los estudiantes guíen verdaderamente el proceso, en lugar de tener que “adivinar” lo que los profesores esperan de ellos.

En segundo lugar, integrar en el sistema de evaluación mecanismos para evaluar el proceso de aprendizaje. Se propone una estrategia de evaluación basada en el método del “triple salto” (Branda, 1999), que implica la evaluación de tres fases en la resolución del problema:

1. Trabajo del grupo en la sesión tutorial, que implica activación del conocimiento previo, formulación de hipótesis, elaboración del conocimiento e identificación de objetivos de aprendizaje.
2. Fase de estudio individual, que implica búsqueda, selección, síntesis y elaboración de información, y aplicación al problema.
3. Formulación final del problema.

De esta forma, el tutor, aunque no esté presente todo el tiempo, tendrá mayor información sobre cómo se desarrolla el proceso de aprendizaje, y por tanto podrá proporcionar retorno a los estudiantes que les sirva de guía en las distintas fases del ABP (trabajo en equipo en la sesión tutorial, fase de estudio individual).

En tercer lugar, disponer una serie de mecanismos de apoyo a las funciones del tutor, que aseguren el soporte temporal (“scaffolding”) necesario para orientar a los estudiantes

en su proceso de aprendizaje autodirigido, proporcionándoles una visión global del problema. Las medidas propuestas son:

- Uso de modelos conceptuales (Mayer, 1989) que ayuden a los estudiantes a orientarse en las fases iniciales del problema.
- Puesta en común en clase de objetivos de aprendizaje generados por los distintos grupos.
- Tutorías programadas para los grupos que tengan dificultades de funcionamiento en la sesión tutorial. La evaluación de los informes de la sesión tutorial proporciona al tutor información valiosa sobre el funcionamiento de cada grupo, que le permite decidir cuáles son los grupos que necesitan apoyo especial.
- La propia evaluación formativa del proceso colabora de forma decisiva en la función orientadora. En las primeras semanas de curso se corrige en clase una muestra de los informes individuales y de grupo, señalando sus principales virtudes y defectos.

En un esquema de ABP con tutor flotante (“roving tutor”) estas medidas adicionales son indispensables para evitar la desorientación de los estudiantes.

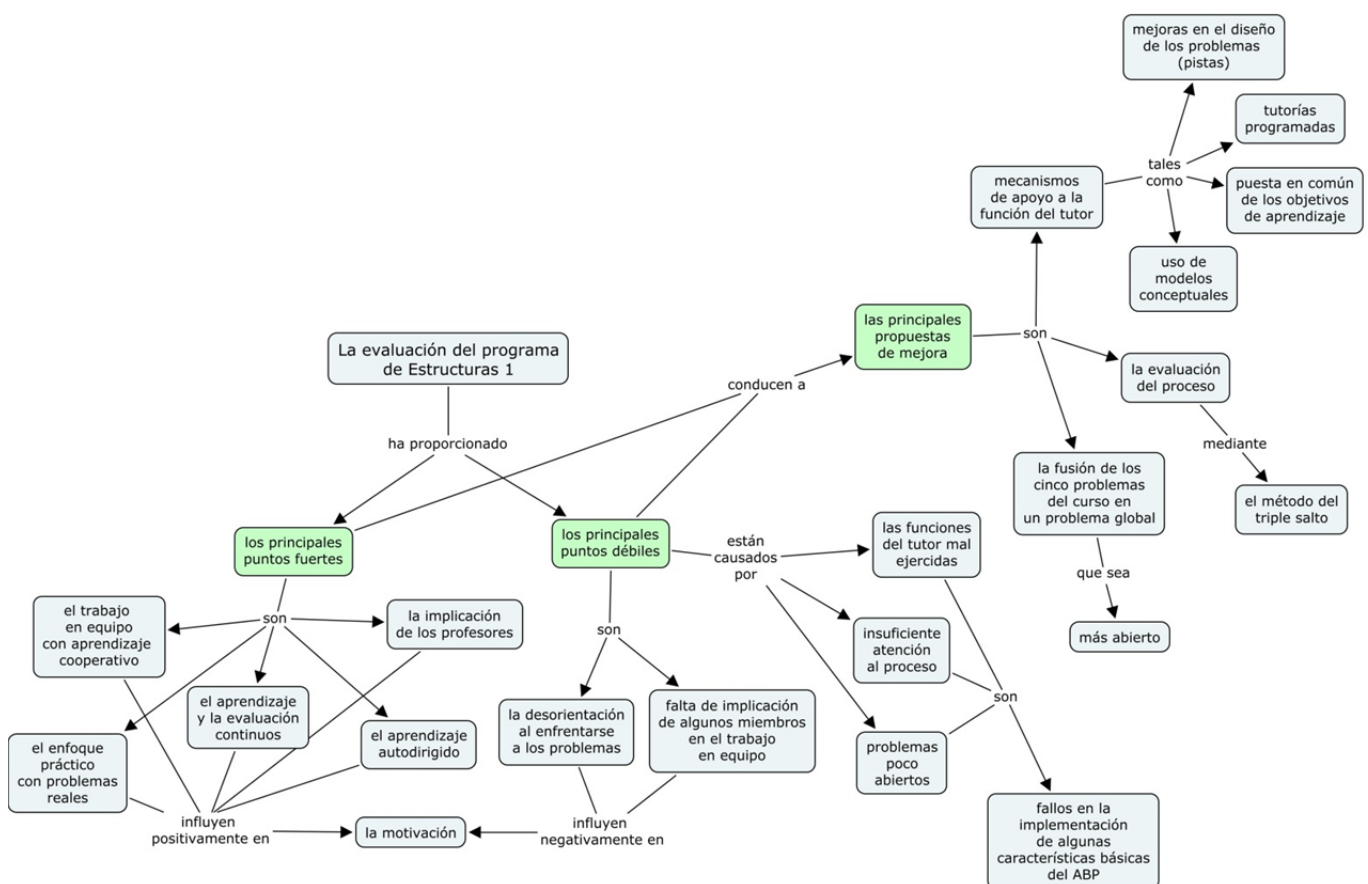


Figura 11. 3. Mapa conceptual: conclusiones sobre el programa.

11.3 Conclusiones sobre el ABP

Tras una fase inicial en la que dominaron los estudios comparativos entre el ABP y la metodología tradicional, la investigación actual sobre ABP se centra en comprender cómo funciona el proceso de aprendizaje, qué factores facilitan o dificultan este proceso, cuáles son las dificultades que aparecen al llevar a la práctica el ABP y qué mecanismos se pueden poner en marcha para superarlas (Van Barneveld & Strobel, 2009).

Muchos autores han señalado la necesidad de contar con datos reales que proporcionen una visión detallada sobre el proceso de ABP (Svinicki, 2007), especialmente en campos distintos de la medicina, donde se concentran la mayor parte de las investigaciones (Van Barneveld & Strobel, 2009).

Savin-Baden (2000), por ejemplo, afirma:

“Hay, todavía, poca información sobre lo que ocurre realmente en un curso de ABP, en términos de la experiencia vivida por estudiantes y profesores a lo largo del mismo. En primer lugar, la voz de los estudiantes, y en menor medida, la de los profesores, está ausente de la literatura sobre ABP (...).”

En el caso concreto de las disciplinas técnicas, son muchas las dudas expresadas en la literatura sobre la aplicabilidad del ABP, debido principalmente a la estructura jerárquica del conocimiento en estas materias y a la arraigada tradición docente imperante, basada en clases expositivas (teóricas y de resolución de problemas) y en evaluación por exámenes (Perrenet et al., 2000; Mitchell & Smith, 2008).

Esta investigación contribuye aportando los resultados del estudio en profundidad de un caso de implementación de ABP en un curso de Estructuras, apoyado en gran medida en técnicas cualitativas de recogida y análisis de datos, planificadas de forma sistemática, cuyo objetivo principal es comprender el proceso de ABP en toda su complejidad, integrando las voces de los participantes en una visión polifacética, realista e incluso, a veces, contradictoria.

En relación con las áreas de interés en la investigación sobre ABP en las que resulta relevante el estudio llevado a cabo en esta tesis, las conclusiones obtenidas se organizan en

cuatro apartados: conclusiones generales, dificultades encontradas, factores que afectan al proceso de aprendizaje y aplicabilidad del ABP en disciplinas técnicas.

11.3.1 ¿Qué conclusiones generales se pueden extraer de la aplicación del ABP para el aprendizaje de Estructuras?

1. El ABP se adapta bien a una docencia práctica de Estructuras

El enfoque práctico de la asignatura basado en el trabajo con edificios reales en un contexto arquitectónico propicia el uso de una metodología de aprendizaje activo, como el ABP, donde el problema dirige el aprendizaje. Los resultados de la aplicación del ABP a una docencia práctica de Estructuras no ofrecen dudas sobre la idoneidad de la metodología. Los estudiantes de Arquitectura se han adaptado al ABP de forma natural, pues encaja bien en la tradición de aprendizaje práctico y de taller que es tradicional en las escuelas de Arquitectura.

2. El modelo de ABP usado en medicina no puede exportarse directamente a nuestra disciplina, sino que requiere una adaptación.

Las principales características propias de la docencia de Estructuras que es necesario tener en cuenta para adaptar el ABP a nuestro contexto son:

- La estructura jerárquica del conocimiento. El conocimiento en Estructuras está formado por conceptos, principios básicos y procedimientos con sus condiciones de aplicación. La materia tiene una estructura jerárquica, ordenada, donde cada concepto requiere, para su aprendizaje, la comprensión de otros conceptos previos, en los que se apoya.
- Las disciplinas técnicas como Estructuras tienen una base importante de Matemáticas y Física, y por tanto se basan en conceptos abstractos, de difícil comprensión.
- El proceso de resolución de problemas en Estructuras requiere un tipo de razonamiento diferente al de medicina. Mientras en medicina el proceso de razonamiento es de tipo hipotético-deductivo, con énfasis en la generación y comprobación de hipótesis para hacer un diagnóstico (Barrows, 1986), la resolución de un problema estructural requiere la aplicación de principios teóricos y procedimientos en tareas de análisis y diseño, que incluyen tomar decisiones, predecir el comportamiento estructural, realizar un modelo y llevar a cabo procedimientos de análisis para validar la solución adoptada.

- El tipo de problemas de ABP que encaja mejor en una docencia en escuelas de Arquitectura son problemas de diseño: problemas de diseño arquitectónico en un ámbito multidisciplinar, como el de los talleres de Arquitectura, y problemas de diseño estructural en el ámbito de una asignatura de Estructuras.

3. El ABP es una metodología compleja de aplicar

A pesar de las posibilidades que ofrece en el ámbito de una docencia por competencias, el ABP es una metodología compleja. La razón principal de su complejidad reside en el profundo cambio que requiere a profesores y alumnos con respecto a la forma de enseñar a la que tradicionalmente están acostumbrados. Este hecho ha sido puesto de manifiesto por Maggi Savin-Baden (2000), quien afirma que “el ABP no es solo un método de enseñanza distinto, sino que es más bien una forma distinta, filosóficamente, de entender el concepto de aprender y enseñar”.

La implementación del ABP requiere un cambio global en el planteamiento docente para alcanzar su verdadero potencial. Es un cambio de naturaleza profunda, que afecta no solo a *cómo* aprenden los estudiantes sino a *qué* aprenden. Obliga a los profesores a replantearse conceptualmente la materia que imparten, reestructurarla, actualizar sus contenidos y procedimientos, identificar lo que es verdaderamente esencial y eliminar lo accesorio. A la vez, los profesores deben asumir cambios profundos que afectan a su rol como docentes, aceptando que los estudiantes dirijan su propio aprendizaje y desarrollando estrategias para facilitarles esa tarea. Coincidimos plenamente con Mitchell y Smith (2008), cuando afirman:

“La tarea de poner en contacto a los estudiantes con el ABP requiere un cambio radical en la mentalidad académica. Un cambio que, incluso para los profesores más abiertos, siempre constituye un desafío significativo”.

El enfoque constructivista del aprendizaje, en el que los alumnos van construyendo el conocimiento a partir de las necesidades de un problema, basándose en sus experiencias previas y en la discusión y elaboración de la información en el seno de un grupo, requiere un nivel de seguimiento constante por parte del profesor, que también entraña dificultades, especialmente en los casos de funcionamiento con “tutor flotante”, en los que

es esencial poner en marcha mecanismos que aseguren el desarrollo correcto de todo el proceso.

4. Mediante el ABP se consiguen niveles de motivación e implicación de los estudiantes mucho mayores que con la metodología tradicional

El cambio a la metodología ABP en el ámbito de una docencia por competencias basada en el proyecto de estructuras, en un contexto arquitectónico, ha dado lugar sin duda a un aumento notable en la motivación y en la implicación de los estudiantes en la asignatura. Esta mejora se traduce, en un primer lugar, en un aumento espectacular de la asistencia a clase. De los bajos niveles de asistencia, que constituían un problema histórico en las asignaturas de Estructuras, hemos pasado a una asistencia cercana al 100%. La actitud en clase también ha mejorado sensiblemente. Los estudiantes son más participativos y se implican más activamente en las actividades del curso, que perciben claramente como útiles y relevantes para su formación.

5. El ABP requiere una dedicación por parte de los profesores mayor que la docencia tradicional

Es una de las principales dificultades que han experimentado los profesores para aplicar la metodología. A pesar de que el tiempo dedicado a la asignatura no ha sido excesivo, y que se prevé que este se reduzca en los próximos cursos, no hay duda de que el ABP exige una mayor dedicación que la metodología tradicional. A cambio, el número de alumnos que aprenden es mucho mayor (por el aumento en la tasa de rendimiento).

11.3.2 ¿Cuáles son las dificultades que han aparecido al poner en práctica el ABP? ¿Qué mecanismos se han puesto en marcha para superarlas?

1. Comprensión limitada de la metodología

La falta de comprensión del verdadero alcance del ABP (especialmente por parte de los profesores que han recibido menos formación en la metodología) ha limitado su potencial, observándose en algunos casos una tendencia a la vuelta a planteamientos más tradicionales.

2. No se ejercen las funciones del tutor

Debido al número de estudiantes por grupo (25-30), hemos funcionado con un modelo de “tutor flotante”, que en la práctica imposibilita el ejercicio adecuado de las

funciones del tutor. Ello ocasiona efectos negativos importantes sobre el programa, entre ellos, los dos principales puntos débiles detectados en la evaluación: desorientación inicial y falta de implicación de algunos miembros en el trabajo del grupo.

Para asegurar mecanismos de apoyo temporal (“scaffolding”) que faciliten el aprendizaje en ausencia del tutor, se han puesto en marcha en el curso 2012-13 una serie de acciones de mejora que incluyen: evaluación del proceso mediante el método del triple salto, puesta en común en clase de objetivos de aprendizaje, tutorías programadas y uso de modelos conceptuales para guiar a los estudiantes en el problema.

3. Los estudiantes no activan el conocimiento previo

Los estudiantes abordan los problemas sin activar los conceptos aprendidos en módulos o asignaturas anteriores. Esta es una de las causas de la desorientación al enfrentarse al problema. Los estudiantes “parten de cero”, y tienen dificultades para generar objetivos de aprendizaje.

Los problemas en el ejercicio de las funciones del tutor y la falta de pistas en el problema que faciliten la activación del conocimiento previo son las principales causas que motivan esta deficiencia.

En ausencia de un tutor permanente en la sesión tutorial, es necesario explicar a los estudiantes en clase en qué consiste la activación del conocimiento previo y prever mecanismos que les permitan practicar esta habilidad, proporcionándoles retorno para detectar sus fallos y mejorar. Ello se consigue mediante la evaluación de los informes de la sesión tutorial, con inclusión expresa en los criterios de evaluación a la activación del conocimiento previo (anexo 14).

4. Problemas para identificar los objetivos de aprendizaje

El análisis de las actas de las sesiones tutoriales ha permitido concluir que no siempre los estudiantes son capaces de identificar los objetivos de aprendizaje tal como se espera de ellos. La formulación de objetivos de aprendizaje irrelevantes o superficiales revela que, en muchos casos, no existe un proceso de elaboración colectiva del conocimiento en el seno

del grupo, con activación del conocimiento previo¹⁶. Esto es debido, en parte, a la ausencia de un tutor dedicado que guíe al grupo en las sesiones tutoriales. Se ha observado que, en los cortos periodos en los que el tutor está presente, los grupos se muestran mucho más eficaces a la hora de activar el conocimiento previo, elaborar a partir de él y detectar las lagunas que existen en su conocimiento.

La inclusión en el sistema de evaluación del informe de la sesión tutorial, estableciendo y aplicando criterios de calidad para los objetivos de aprendizaje generados por los estudiantes, con evaluación formativa que les permite detectar sus deficiencias y mejorar, es el mecanismo previsto en el plan de mejora para solucionar este problema.

5. Falta de implicación de algunos miembros del grupo

Los estudiantes que no se implican en el trabajo del grupo generan un efecto negativo muy importante sobre el programa. Ante esta dificultad, que afecta a la moral de alumnos y profesores, existe la tentación de aumentar el peso de los tests individuales. No obstante, hacerlo causaría más daño que beneficio, pues ocasionaría una desalineación entre las competencias, actividades formativas y evaluación. Al primar la evaluación por exámenes, los estudiantes pondrían menos interés en el trabajo en equipo y disminuiría previsiblemente la motivación y la asistencia. Es necesario, por ello, diseñar soluciones que incidan positivamente en los puntos débiles del programa, sin poner en peligro sus puntos fuertes.

Para mejorar la implicación de todos los estudiantes es necesario, en primer lugar, adoptar medidas que aumenten la motivación. En este caso, se ha previsto la integración de todos los problemas del curso en uno más largo y más abierto en el que los estudiantes tengan más capacidad de decisión. En segundo lugar, la evaluación del proceso mediante el método del triple salto proporciona evidencias del aprendizaje en la fase de estudio individual, que permiten mantener informado al tutor del rendimiento de cada miembro del grupo sin comprometer la alineación constructiva.

¹⁶ Esta dificultad está íntimamente ligada con la anterior, pues ambas forman parte de un mismo proceso: activación del conocimiento previo – elaboración de la información – identificación de objetivos de aprendizaje.

11.3.3 ¿Es el ABP una metodología adecuada para el aprendizaje en disciplinas técnicas, como Estructuras?

Una buena parte de los autores que han tratado el tema de la adaptación del ABP para el aprendizaje en disciplinas técnicas manifiestan algún tipo de reticencia sobre su idoneidad. Perrenet et al. (2000), por ejemplo, afirman:

“Especialmente para asignaturas básicas de Matemáticas y Física en Ingeniería, un tipo de enseñanza más dirigida debería estar presente para cubrir el temario completo en el orden adecuado”.

Abdullah (2006) se refiere a esto mismo en el ámbito de la enseñanza de Arquitectura:

“Se ha reconocido que las disciplinas individuales, como Estructuras e Historia de la Arquitectura, caracterizadas por un cuerpo teórico importante, no podrían integrarse plenamente en un modo de aprendizaje que sea exclusivamente ABP”.

Las principales dificultades expuestas por distintos autores que comprometen la viabilidad del ABP como metodología docente en disciplinas técnicas tienen que ver con la naturaleza del conocimiento y la necesidad de entrenamiento práctico.

1. La naturaleza jerárquica del conocimiento dificulta el aprendizaje autodirigido

Debido a la estructura jerárquica de la materia en Estructuras, muchos conceptos requieren el aprendizaje de conceptos previos para ser comprendidos. Este carácter secuencial del conocimiento supone un obstáculo para que los estudiantes, de forma autónoma, establezcan el orden en que los conceptos deben ser aprendidos, ya que inicialmente carecen de una perspectiva global de la materia. En el caso de Estructuras, la mayor parte de los conceptos están relacionados entre sí, y es difícil plantear un problema real en el que no estén involucrados un número grande de conceptos. Por ejemplo, el problema 3 (dimensionado de una viga a flexión), abarca objetivos de aprendizaje de 9 de los 12 temas del temario.

Esto contribuye a la desorientación experimentada por los estudiantes. Sin embargo, la estrategia de aprendizaje por repetición soluciona en parte este problema, ya que en los problemas siguientes se vuelven a aplicar la mayor parte de los conceptos anteriores, consiguiéndose de esta forma un refuerzo en la comprensión por pasadas sucesivas.

Además, en el plan de mejora se ha contemplado el empleo de modelos conceptuales, para proporcionar una visión global, rápida y visual de los conceptos implicados y de esta forma guiar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje autodirigido, ordenando y facilitando la adquisición de información.

La estructura de la materia también ha causado dificultades en el reparto de tareas para la fase de estudio individual, ya que los objetivos de aprendizaje estaban a menudo “encadenados”. Por ejemplo: ¿cómo repartir los objetivos A y B si A es necesario para entender B?

No obstante, podemos afirmar que esta es una dificultad propia de la materia, no del ABP. De hecho, su impacto era incluso mayor en la docencia con la metodología tradicional, aunque tal vez no fuese percibida de forma tan directa por los profesores. Los estudiantes que asistían a clase y se limitaban a tomar notas, pero no hacían un trabajo semanal de estudio y comprensión de los conceptos que se iban explicando (que constituían una mayoría), dejaban de enterarse de las explicaciones del profesor tan pronto como habían olvidado lo expuesto en las clases anteriores¹⁷. Como consecuencia de ello, más tarde o más temprano, dejaban de asistir a clase. Esta es precisamente una de las razones principales que explicaban el alto índice de absentismo académico en las asignaturas de Estructuras.

2. La adquisición del conocimiento en disciplinas técnicas requiere entrenamiento práctico

Aunque es cierto que algunos de los procedimientos de la disciplina requieren entrenamiento práctico repetitivo para su dominio, no vemos razón por la que la práctica o entrenamiento repetitivo no pueda llevarse a cabo mediante actividades complementarias al ABP en el ámbito del problema¹⁸, una vez que los conceptos y principios implicados hayan sido comprendidos en un esquema de aprendizaje autodirigido.

¹⁷ La dificultad era aún mayor para los estudiantes que asistían a clase intermitentemente. La pérdida de alguna clase complicaba aún más la comprensión en las clases posteriores.

¹⁸ Savery y Duffy (1995) afirman, en este sentido, que el ABP “no niega el uso de ningún tipo de recurso educativo”.

Por otra parte, como sostienen Perrenet et al. (2000), habría que cuestionarse si “tanta práctica es en realidad necesaria”. Precisamente en la literatura sobre docencia de Estructuras, uno de los aspectos que se han puesto en cuestión es la utilidad de hacer cálculos numéricos repetitivos para la comprensión del comportamiento estructural (May, 2009).

3. Algunos conceptos requieren una clase expositiva para ser comprendidos

Para la comprensión profunda de conceptos complejos, el ABP proporciona más oportunidades que la metodología tradicional, con el único recurso de la clase expositiva. En todo caso, el ABP no es incompatible con la impartición de clases expositivas breves sobre conceptos clave una vez que los estudiantes pongan de manifiesto la necesidad de aprenderlos, o a posteriori, una vez finalizado el problema, para estructurar mejor el conocimiento y aclarar conceptos. El recurso a la clase expositiva breve, a demanda, ha sido empleado con éxito en el programa para paliar alguna de las dificultades que presenta el uso de ABP en una disciplina técnica.

Nuestra conclusión final es que el ABP es una metodología adecuada para el aprendizaje en este tipo de disciplinas, si se adapta adecuadamente, teniendo en cuenta que la mayor parte de las dificultades señaladas son dificultades intrínsecas de la materia, independientemente de la metodología docente que se emplee.

11.3.4 ¿Cómo funciona el proceso de aprendizaje mediante ABP en nuestro contexto concreto? ¿Qué factores afectan al proceso de aprendizaje?

El programa funciona como un sistema en el que todos sus componentes están relacionados entre sí. El éxito del programa depende del funcionamiento correcto de todas sus piezas, de forma que al actuar sobre una de ellas, el funcionamiento global del sistema queda afectado.

Los distintos elementos que componen el sistema encajan como las piezas de un puzzle, al servicio de los objetivos principales del programa, que podrían agruparse en cuatro:

1. Que los estudiantes adquieran de la forma más completa, eficaz y eficiente posible las competencias de la asignatura, y que ese aprendizaje sea lo más persistente posible.
2. Que los estudiantes estén motivados.
3. Que aprendan de forma continua, en clase y con un trabajo no presencial semanal de entre 4 y 6 horas (ello implica asistir a clase).
4. Que el rendimiento académico sea alto.

Los objetivos 2 y 3 sirven para que el aprendizaje sea más profundo y significativo, y más eficaz (es decir, sirven al objetivo 1, que es el principal).

El objetivo 4 está relacionado con la eficacia y la eficiencia (objetivo 1), que implica conseguir que aprendan el mayor número de estudiantes posible, con el menor esfuerzo posible de alumnos y profesores.

Las componentes fundamentales del programa que permiten conseguir estos objetivos son:

- El aprendizaje autodirigido, a partir de un problema real y relevante.
- El trabajo en equipo.
- El aprendizaje continuo.
- La evaluación.

Estas cuatro componentes interaccionan a través de una serie de mecanismos, que se describen a continuación:

1. El trabajo con problemas reales, relacionados con la práctica profesional, que los estudiantes perciben como un reto motiva a los estudiantes para poner en marcha el proceso de aprendizaje, haciendo que estos se impliquen de forma activa, trabajando en equipo, en las tareas del problema. El hecho de que los estudiantes aprendan de forma autónoma tiene efectos positivos sobre la motivación y la calidad y persistencia del aprendizaje.
2. El trabajo en equipo tiene como consecuencia que el alumno está obligado a rendir cuentas ante sus compañeros. El resto de miembros del grupo y el profesor ejercen presión sobre él para colaborar en el éxito del grupo. Para ello, el estudiante tiene que asistir a

clase y trabajar semanalmente. El compromiso frente a sus compañeros de equipo funciona como elemento motivador para trabajar, asistir y aprender (interdependencia positiva). Trabajando semanalmente, los estudiantes asimilan mejor el conocimiento, por lo que el aprendizaje es más profundo y más persistente.

3. La importancia del trabajo en equipo debe potenciarse con la evaluación. Si los trabajos de grupo pierden valor, se dan tres consecuencias negativas:

- Los estudiantes más activos disminuirán la presión que realizan a sus compañeros.
- Los alumnos en general faltarán más a clase y estudiarán menos al día, pues si todo depende de un examen al final, cambiarán los hábitos y concentrarán sus esfuerzos en la semana previa al examen, lo cual dará lugar a un aprendizaje más superficial.
- Las competencias transversales, como el trabajo en equipo, no pueden evaluarse mediante un examen.

4. Mediante el trabajo en equipo, los estudiantes aprenden unos de otros. Los alumnos más aventajados enseñan a sus compañeros (y, a la vez, aprenden al tener que explicar la materia). Esto libera parcialmente de trabajo al profesor, aumentando la eficacia y la eficiencia (los alumnos aprenden más con menos trabajo del profesor).

5. El trabajo en equipo aumenta la motivación, de dos maneras:

- El carácter social del trabajo en equipo hace las clases más amenas. Se trabaja en interacción (habría que exceptuar los grupos en los que haya conflictos).
- Los alumnos se motivan más para hacer que el grupo triunfe. Compiten con los demás grupos, y se implican para lograr éxito en la empresa común.

6. La exigibilidad individual se debe fomentar en el ámbito de los trabajos de grupo, no con pruebas individuales. De esta forma, los alumnos más retrasados se esforzarán por aprender lo relacionado con el problema, y a su vez esto presionará a los estudiantes más avanzados para ayudarles.

7. El trabajo semanal, y la asistencia a clase también podrían fomentarse con medios de carácter más represivo: por ejemplo, establecer la asistencia a clase obligatoria y entregas individuales semanales, pero esto afectaría negativamente a la motivación, y también al

rendimiento (y, por tanto, a la eficiencia). Nuestra experiencia indica que los grupos en los que se han puesto en práctica medidas de este tipo son los que obtienen peores resultados.

8. Los alumnos que no se implican, aunque sean minoría, perturban de forma significativa el funcionamiento del sistema, pues desmotivan a sus compañeros y obligan al profesor a tomar medidas de control individual que tienen efectos negativos en el ambiente de la clase. Disminuir su número debe ser un objetivo importante de mejora, pero no a costa de amenazar la alineación entre los diferentes componentes del programa.

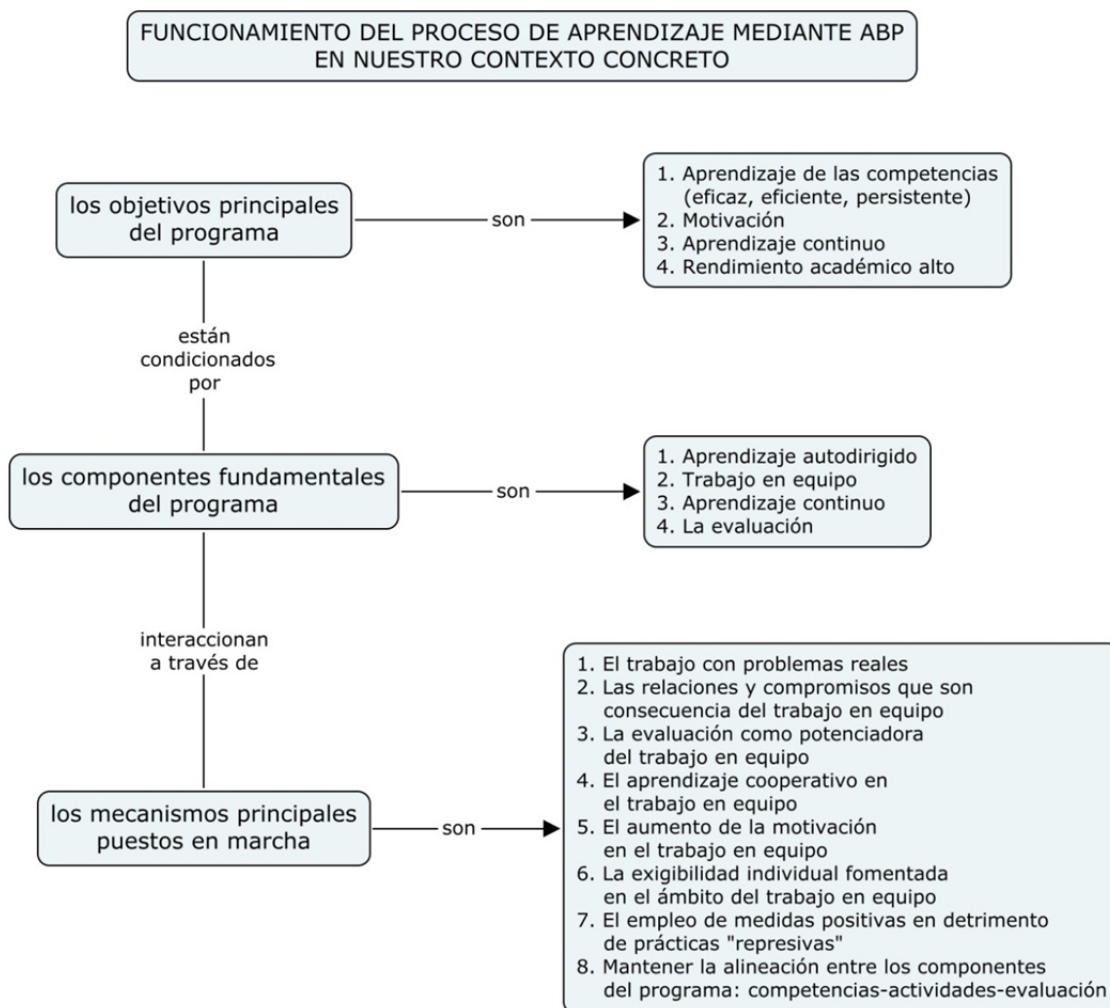


Figura 11. 4. Funcionamiento del ABP.

¿Qué Factores afectan a la motivación?

De acuerdo con varios autores (Hmelo-Silver, 2004; Maufette et al, 2004; Biggs & Tang, 2007), las actividades académicas que motivan a los estudiantes tienen cinco características:

- Ofrecen libertad para elegir entre alternativas.
- Significan un desafío de dificultad moderada.
- Los estudiantes perciben que el éxito de la tarea está bajo su control.
- Requieren la colaboración, a través del compromiso con un grupo.
- Los estudiantes aprecian el valor de lo que están aprendiendo, y se identifican de forma personal con la tarea.

En el proceso de evaluación del programa, los estudiantes han identificado varios factores que influyen en la motivación (la aumentan o la disminuyen), principalmente en las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión. Ello nos ha permitido detectar las siguientes relaciones:

- El aprendizaje autodirigido aumenta la motivación.
- El aprendizaje cooperativo aumenta la motivación.
- El enfoque práctico de la asignatura aumenta la motivación.
- Las clases expositivas disminuyen la motivación.
- Una carga de trabajo excesiva disminuye la motivación.

¿Qué factores fomentan un aprendizaje profundo y persistente?

El aprendizaje profundo, que según Biggs y Tang (2007), se produce cuando “los estudiantes sienten la necesidad de implicarse en la tarea”, es una de las bases de partida del programa. Es un aprendizaje más persistente, pues está basado en la comprensión.

En las cuestiones de respuesta abierta y en los grupos de discusión los estudiantes han relacionado el aprendizaje profundo (y superficial) con algunos de los factores clave que componen el programa.

Factores que fomentan un aprendizaje profundo:

- El aprendizaje autodirigido¹⁹.
- La elaboración del conocimiento a través de la discusión en el grupo, o de explicar lo aprendido al resto del grupo.

¹⁹ “Cuando tú te enfrentas a algo desconocido, cuando lo consigues averiguar no se te olvida”, afirmaba uno de los participantes en los grupos de discusión de alumnos.

- En general, el trabajo en equipo.

Factores que fomentan un aprendizaje superficial:

- La clase expositiva, y en general, el modelo de enseñanza dirigido por el profesor²⁰.

11. 4. Limitaciones del estudio

Esta investigación es un estudio de caso y, como tal, constituye “el examen detallado, sistemático y en profundidad del caso objeto de estudio” (Sandín-Esteban, 2003). Una característica fundamental de los estudios de caso es que el fenómeno en estudio se analiza en su contexto. A pesar de que el estudio de un caso particular revela aspectos importantes sobre el fenómeno analizado, las conclusiones extraídas no pueden extrapolarse directamente a otros contextos.

Por otra parte, la necesidad de abarcar el problema en toda su complejidad, desde una perspectiva global, ha limitado el estudio más detallado de aspectos concretos del mismo (por ejemplo: la motivación, las dificultades inherentes a la materia, o la persistencia del aprendizaje).

Por último, el objetivo principal de esta investigación no es probar hipótesis, sino comprender el funcionamiento del programa en su contexto, dando voz a sus participantes y orientando los resultados a la toma de decisiones para la mejora. La descripción del fenómeno en estudio que se realiza en esta tesis es eminentemente cualitativa, y no tiene como objetivo probar correlaciones entre variables, lo cual hubiera exigido la elección de un diseño de investigación más experimental.

11. 5. Investigaciones futuras

La investigación realizada en el ámbito de esta tesis se encuadra en un proyecto de mayor alcance, del cual constituye la fase inicial. Somos conscientes de que la adaptación de la metodología ABP a nuestro contexto, para ser desarrollada en todo su potencial, requiere un perfeccionamiento que debe completarse en ciclos sucesivos de evaluación-

²⁰ En este sentido, es ilustrativo el comentario de un estudiante en un grupo de discusión: “*si te dicen las cosas que tienes que calcular al final lo haces como algo mecánico, o sea, no sabes lo que estás haciendo, lo haces porque es lo que tienes que hacer*”.

mejora. En este esquema, la continuación de este estudio abre varias vías de investigación futura:

1. Llevar a cabo la evaluación del programa en el curso 2012-13

La evaluación del programa en el curso 2012-13 ya está en marcha, con el mismo modelo de evaluación aplicado en el curso anterior. Esto permitirá recoger datos sobre la marcha del programa con las mejoras aplicadas tras la evaluación del curso anterior. Una vez recopilados y analizados los datos, se realizará un análisis comparativo con el curso anterior, lo cual permitirá obtener conclusiones valiosas respecto a las mejoras realizadas.

2. Evaluar el impacto del programa

Al inicio del curso que viene está previsto realizar una evaluación del impacto del programa, a través de un cuestionario conceptual, que se repartirá a todos los estudiantes el primer día de clase en la asignatura Estructuras 2 (de tercer curso). Ello permitirá obtener datos sobre la persistencia del aprendizaje adquirido en la asignatura Estructuras 1.

3. Realizar un estudio sobre las dificultades inherentes a la materia en Estructuras

Esta investigación se centrará en la identificación de conceptos “umbral” en la materia de Estructuras, de forma análoga a como se ha hecho en otras materias, como por ejemplo, en Economía, en Biología o en Ingeniería Eléctrica (Land et al., 2008). Para ello está previsto contar con la participación de estudiantes voluntarios, que colaboren con los investigadores en la identificación de conceptos de especial dificultad.

4. Investigar los factores que intervienen en la motivación

Una investigación en detalle sobre la motivación en ABP, en el contexto de una disciplina como Estructuras, implica la elaboración de una escala para medir la motivación y la adopción de un enfoque más cuantitativo, aplicando técnicas estadísticas para inferir correlaciones entre las posibles variables independientes que afecten a la motivación.

5. Investigar los factores que intervienen en el funcionamiento del trabajo en equipo

Con especial atención a los estudiantes que no se implican, que constituye uno de los principales puntos débiles del programa. El estudio consistirá en realizar entrevistas en profundidad al finalizar el curso con los estudiantes que han tenido especiales dificultades

en los grupos, para averiguar qué factores pueden influir en su falta de implicación. Este curso se han realizado entrevistas piloto con algunos estudiantes de estas características, con finalidad exploratoria, que han aportado datos valiosos para el diseño de la investigación.

Bibliografía

- Aalborg University (2010). *Curriculum for the master programme in design of mechanical systems* (<http://www.ses.aau.dk>).
- Abdullah, F. (2006). *An evaluation of problem-based learning in architectural education*. Tesis doctoral no publicada. University of Strathclyde.
- Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.
- Alcober, J., Ruiz, S., & Valero, M. (2003). Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003). *XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas*, Castelldefels.
- Altman, D. G. (1991). *Practical statistics for medical research*. Chapman & Hall/CRC.
- Álvarez Rojo, V. (2008). *El aprendizaje de competencias y la planificación de su enseñanza*. Universidad de Sevilla.
- Álvarez Rojo, V., García, E., Gil, J., Martínez, P., Rodríguez, J., & Romero, S. (2002). *Diseño y evaluación de programas*. Madrid: EOS.
- Amaral, F., Carvalho, J., & Caldeira, H. (2007). Introductory physics course for civil engineering students: A curricular proposal based on physics education research. *International Conference on Engineering Education – ICEE 2007*, Coimbra.
- ANECA (2005). *Libro blanco del título de grado en Arquitectura*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- Aroca, R. (1997). *Proyecto docente de la asignatura Introducción de las Estructuras y Mecánica de Sólidos* (<http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-290/aroca1.html>).
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios* (2nd ed.). Valencia: Universitat de València.
- Banerjee, H. K. (1994). Handling of a specialist subject in an integrated problem based learning programme. En S. E. Chen, R. Cowdroy, A. Kingsland & M. Ostwald (Eds.), *Reflections on problem-based learning* (pp. 219-235). Sydney, Australia: Australian Problem Based Learning Network.

- Banerjee, H. K., & De Graaff, E. (1996). Problem-based learning in Architecture: problems of integration of technical disciplines. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 185-195.
- Barrero, N. (2007). *Manual para el diseño y evaluación de programas de orientación educativa*. Argentina: El Cid Editor.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486.
- Barrows, H. S. (1988). *The tutorial process*. Southern Illinois Univ.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer Publishing Company.
- Bédard, D., Lison, C., Dalle, D., Côté, D., & Boutin, N. (2012). Problem-based and project-based learning in engineering and medicine: Determinants of students' engagement and persistence. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 8.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for quality learning at university: What the student does (3rd edition)*. Buckingham, GBR: Open University Press.
- Black, R. G., & Duff, S. (1994). A model for teaching structures: Finite element analysis in architectural education. *Journal of Architectural Education*, 48(1), pp. 38-55.
- Bowe, B., Howard, R. G., Daly, S., & Flynn, C. (2005). Problem-based learning physics course in the Dublin institute of technology. En D. Raine, & S. Symons (Eds.), *Possibilities: A practice guide to problem-based learning in physics and astronomy* (pp. 31-33)
- Bowe, B., Flynn, C., Howard, R., & Daly, S. (2003). Teaching physics to engineering students using problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 742-746.
- Branda, L. (2009). L'aprenentatge basat en problemes. En *L'aprenentatge basat en problemes, IDES-UAB: Cerdanyola Del Vallès*.
- Branda, L. A. (1999). A problem-based evaluation exercise, PBEE. En D. R. Woods (Ed.), *Problem-based learning: Resources to gain the most from PBL* (2nd ed.,). Hamilton: McMaster University.
- Bretel, L. (2005). *Los escenarios en el aprendizaje basado en problemas*. Concepción.
- Bridges, A. (2006). A critical review of problem based learning in architectural education. *24th eCAADe Conference Proceedings: Communicating Space*. Volos, Greece. pp. 182-189.

- Brohn, D. M. (1992). A new paradigm for structural engineering. *The Structural Engineer*, 70(13), 239-242.
- Brohn, D. M. (1996). Engineering on the right. *The Structural Engineer*, 74(22), 380-382.
- Brohn, D. M., & Cowan, J. (1977). Teaching towards an improved understanding of structural behaviour. *The Structural Engineer*, 55(1), 9-17.
- Brufau, R. (2008). Conferencia pronunciada en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.
- Cawley, P. (1997). A problem-based module in mechanical engineering. En D. Boud, & G. I. Feletti (Eds.), *The challenge of problem based learning (2nd ed.)* (pp. 177-185). Londres: Kogan Page.
- Collins, A. (2006). Cognitive apprenticeship. En R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 47-60). Cambridge: Cambridge University Press.
- Colliver, J. A. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: Research and theory. *Academic Medicine*, 75(3), 259-266.
- Cousin, G. (2006). An introduction to threshold concepts. *Planet*, 17, 4-5.
- Cowan, J. (1986). Are we neglecting real analytical skills in engineering education? *European Journal of Engineering Education*, 11(1), 67-73.
- Cowan, J. (2006). *On becoming an innovative university teacher* (2nd ed.). New York: Society for Research into Higher education & Open University Press.
- De Graaff, E., & Cowdroy, R. (1997). Theory and practice of educational innovation through the introduction of problem-based learning in Architecture. *International Journal of Engineering Education*, 13, 166-174.
- De Graaff, E., & Kolmos, A. (2003). Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 657-662.
- De Graaff, E., & Kolmos, A. (2007). History of problem-based and project-based learning. En E. De Graaff, & A. Kolmos (Eds.), *Management of Change: implementations of Problem-based and project-based learning in Engineering* (pp. 1-8). Rotterdam: Sense Publishers.
- De Grave, W. S., Dolmans, D. H., & Van Der Vleuten, Cees PM. (2002). Student perspectives on critical incidents in the tutorial group. *Advances in Health Sciences Education*, 7(3), 201-209.

- De Justo, E., Carrascal, M., & De León, J. (2010). *Estudio sobre absentismo en la escuela de Arquitectura de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- De Miguel, J. L. (1997). 15 notas sobre las prácticas de estructuras II. Consultado el 1/4/2012 en <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e2/notas.html>.
- De Miguel, M. (1995). Indicadores de rendimiento y evaluación de programas. En *Evaluación de programas y centros educativos* (pp. 169-192). Madrid: UNED.
- Delgado, F. J. (2005). Designing a problem-based learning course of Mathematics for architects. *Nexus Network Journal*, 7(1), 42-47.
- Des Marchais, J. E. (1999). A delphi technique to identify and evaluate criteria for construction of PBL problems. *Medical Education*, 33(7), 504-508.
- Dewey, J. (1938). *Experiencia y educación*. Losada.
- Dolmans, D. H., De Grave, W., Wolfhagen, I. H., & Van Der Vleuten, C.P.M. (2005). Problem - based learning: Future challenges for educational practice and research. *Medical Education*, 39(7), 732-741.
- Dolmans, D. H., Snellen-Balendong, H., & Van der Vleuten, C.P.M. (1997). Seven principles of effective case design for a problem-based curriculum. *Medical Teacher*, 19(3), 185-189.
- Du, X., De Graaff, E., & Kolmos, A. (2009). PBL - Diversity in research questions and methodologies. En X. Du, E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), *Research on PBL practice in engineering education* (pp. 1-7). Rotterdam: Sense Publishers.
- Enriquez, P. G. (2003). Evaluación de programas y elementos para la mejora del diseño y desarrollo de la formación inicial de los docentes en metodología de investigación. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Entwistle, N., Nisbet, J., & Bromage, A. (2005). *Subject overview report: Electronic engineering*. Edinburgh University.
- ETSAS (2010). *Plan de estudios del título oficial de graduado en Arquitectura de la universidad de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Felder, R. M. (1995). We never said it would be easy. *Chemical Engineering Education*, 29, 32-32.
- Fernandes, S. R. G. (2010). Aprendizagem baseada em projectos no contexto do ensino superior: Avaliação de um dispositivo pedagógico no ensino de engenharia. Tesis doctoral. Universidade do Minho.

- Fernandes, S., Flores, M., & Lima, R. (2009). Using the CIPP model to evaluate the impact of project-led education: A case study of engineering education in Portugal. En X. Du, E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), *Research on PBL practice in engineering education* (pp. 45-56). Sense Publishers.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245.
- García, J., & Pérez, J. E. (2009). A PBL application experience supported by different educational methodologies. En X. Du, E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), *Research on PBL practice in engineering education* (pp. 139-153). Rotterdam: Sense Publishers.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75(1), 27-61.
- Gil, J. (1993). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, (10), 199-214.
- Glaser, R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychologist*, 39(2), 93-104.
- Golobardes E., & Madrazo, L. (2009). *Guía para la evaluación de competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura*. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya.
- González, J., & Wagenaar, R. (2003). *Tuning educational structures in Europe*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Guzelis, C. (2006). An experience on problem-based learning in an engineering faculty. *Turk Journal Elec Engin*, 14(1), 67-75.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
- Hmelo-Silver, C. E., & Barrows, H. S. (2006). Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 4.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Holgaard, J. E., & Kolmos, A. (2009). Group or individual assessment in Engineering, Science and Health education - Strengths and weaknesses. En X. Du, E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), (pp. 57-70). Sense Publishers.

- Hung, W. (2009). The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, 4(2), 118-141.
- IStructE. (2009). *Conclusiones de la conferencia anual de la Institución de Ingenieros Estructurales*. Londres: The Institution of Structural Engineers.
- Jennings, A., & Gilbert, S. (1988). Where now with the teaching of Structures? *The Structural Engineer*, 66(1), 3-7.
- Johnson, D. (1989). Why not teach computer analysis? *The Structural Engineer*, 67, 243-244.
- Johnson, D., & May, I. M. (2008). The teaching of structural analysis. *The Structural Engineer*, (18), 32-39.
- Johson, D. W., Johson, R. T., & Smith, K. A. (2006). *Active learning: Cooperation in the college classroom* (3rd ed.). Edina: Interaction Book Company.
- Jonassen, D. H., & Hung, W. (2008). All problems are not equal: Implications for problem-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2(2), 4.
- Kidd, P. S., & Parshall, M. B. (2000). Getting the focus and the group: Enhancing analytical rigor in focus group research. *Qualitative Health Research*, 10(3), 293-308.
- Kierkegaard, S. (1962). *The point of view for my work as an author: A report to history, and related writings*. Nueva York: Harper.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Kolmos, A. (1996). Reflections on project work and problem-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 141-148.
- Kolmos, A., De Graaff, E., & Xiangyun, D. (2009). Diversity of PBL - PBL learning principles and models. En X. Du, E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), *Research on PBL practice in engineering education* (pp. 9-21). Rotterdam: Sense Publishers.
- Koschmann, T., Glenn, P., & Conlee, M. (1997). Analyzing the emergence of a learning issue in a problem-based learning meeting. *Medical Education Online*, 2(2), 1-9.
- Kuntalp, D. G., Kuntalp, M., Kılınç, S., Öney, B., Özel, M., Akgüngör, K., et al. (2004). Comparison of two scenario examples for a freshman year module in electrical and electronics engineering program. *New Information Technologies in Education Symposium*, pp. 12-17.

- Land, R., Meyer, J. H., & Smith, J. (2008). *Threshold concepts within the disciplines*. Rotterdam: Sense publishers.
- Linnan, L., & Steckler, A. (2002). *Process evaluation for public health interventions and research*. San Francisco: Jossey-Bass.
- MacLeod, I. (2007). Structural engineering competence in the computer era. *The Structural Engineer*, 85(3)
- Maitland, B. (1997). Problem-based learning for architecture and construction management. En D. Boud, & G. I. Feletti (Eds.), *The challenge of problem-based learning* (pp. 211-217). London: Kogan Page.
- Mauffette, Y., Kandlbinder, P., & Soucisse, A. (2004). The problem in problem-based learning is the problems: But do they motivate students? En M. Savin-Baden, & K. Wilkie (Eds.), *Challenging research in problem-based learning* (pp. 11-25) Society for Research into Higher Education & Open University Press London.
- May, I. M., Wood, R. D., Beer, G., & Johnson, D. (2003). The future of structural analysis teaching. *Structural Engineer*, 81(7), 33.
- May, I. M. (2009). The teaching of structural analysis. *2009 Annual Academics Conference: Structural Engineering Education in the 21st Century. The Institution of Structural Engineers*, Londres.
- Mayer, R. E. (1982). Instructional variables in text processing. *Advances in psychology (volumen 8)* (pp. 445-461). North-Holland.
- Mayer, R. E. (1989). Models for understanding. *Review of Educational Research*, 59(1), 43-64.
- Meyer, J. H. F., & Land, R. (2003). Threshold concepts and troublesome knowledge (1): Linkages to ways of thinking and practising within the disciplines. *Improving student learning – ten years on*. Oxford: C. Rust.
- Miller, W. J. (1987). *Focus group study of teachers' perceptions of the instructional program for reading language arts and instruction in mathematics curricula*. Rockville: Montgomery County Public Schools.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 3, 2-16.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2003). Real decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de

calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. *Boletín Oficial Del Estado*, 224, 34355-34356.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2006). *Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad*. Madrid: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2007). Real decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *Boletín Oficial Del Estado*, 30, 44037-44048.

Mitchell, J., Smith, J., & Kenyon, A. J. (2005). It's not for lazy students like me... *International Journal of Electrical Engineering Education*., 42(1), 41-51.

Mitchell, J. E., & Smith, J. (2008). Case study of the introduction of problem-based learning in electronic engineering. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(2), 131-143.

Molero, D., & Ruiz, J. (2005). La evaluación de la docencia universitaria. dimensiones y variables más relevantes. *Revista De Investigación Educativa, RIE*, 23(1), 57-84.

Molyneaux, T., Setunge, S., Gravina, R., & Xie, M. (2007). An evaluation of the learning of structural engineering concepts during the first two years of a project-based engineering degree. *European Journal of Engineering Education*, 32(1), 1-8.

Morreau, P. M. (1990). Understanding structural behaviour. *Structural Engineer*, 68(15), 299-300.

Mpofu, D. J. S., Stewart, M. D. T., & Schmidt, E. D. H. (1998). Perceptions of group dynamics in problem-based learning sessions: A time to reflect on group issues. *Medical Teacher*, 20(5), 421-427.

Nasr, K., & Ramadan, B. (2008). Impact assessment of problem-based learning in an engineering science course. *Journal of STEM Education*, 9(3/4), 16-24.

Nasr, K. J., Ramadan, B., & Ahire, P. (2004). Development of problem-based learning modules for engineering thermodynamics. *2004 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, pp. 131-140.

Nethercot, D. A. (2000). On the teaching of structural engineering. *Proc. Conf. on Civil and Structural Engineering Education in the 21 St. Century*, Southampton Univ. (77) pp. 157-168.

Neufeld, V. R., & Barrows, H. S. (1974). The "McMaster philosophy": An approach to medical education. *Academic Medicine*, 49(11), 1040-1050.

- Newman, M. (2003). *A pilot systematic review and meta-analysis on the effectiveness of problem-based learning*. Campbell Collaboration.
- Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: Theory, practice and paper darts. *Medical Education*, 34(9), 721-728.
- Ortega, F. (2006). *Memoria anual de actividades. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Ostwald, M., & Chen, S. (1994). Marginalisation of theoretical issues in a professional PBL course-A structural or attitudinal problem. En S. E. Chen, R. Cowdroy, A. Kingsland & M. Ostwald (Eds.), *Reflections on problem-based learning* (pp. 87-104). Sydney, Australia: Australian Problem-Based Learning Network.
- Owens, G. (2010). Structural engineering education in the 21st century: The way forward. *The Structural Engineer*, 88(1), 15.
- Owens, G. (2011). Transforming undergraduate structural engineering education in the 21st century. *The Structural Engineer*, 89(2), 18-20.
- Pérez Juste, R. (1995). Evaluación interna de programas educativos. En R. Pérez Juste, J. L. García Llamas & C. Martínez Mediano (Eds.), *Evaluación de programas y centros educativos* (pp. 131-168). Madrid: UNED.
- Pérez Juste, R. (2000). La evaluación de programas educativos: Conceptos básicos, planteamientos generales y problemática. *Revista de Investigación Educativa, RIE*, 18(2), 261-288.
- Pérez Juste, R. (2006). *Evaluación de programas educativos*. Madrid: La Muralla.
- Pérez Urrestarazu, L., Franco, A., & Fernández, R. (2011). Multidisciplinary education for new landscape engineering concepts using problem-based collaborative learning. A case study in Spain. *International Journal of Engineering Education*, 27(1), 138-145.
- Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A., & Smits, J. G. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: Theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358.
- Powell, G. H. (2008). Structural analysis: Are we relying too much on computers? Part 1: The problem. *STRUCTURE Magazine*, , 50-52.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123-138.

- Rafiq, M. Y., & Easterbrook, D. J. (2001). Interactive use of computers to promote a deeper learning of the structural behaviour. En A. Zingoni (Ed.), *Structural engineering, mechanics and computation* (pp. 1505-1511). Oxford: Elsevier Science.
- Raine, D., & Symons, S. (2005). *Possibilities: A practice guide to problem-based learning in Physics and Astronomy*. The Higher Education Academy - Physical Sciences Centre.
- Raine, D., & Collett, J. (2003). Problem-based learning in Astrophysics. *European Journal of Physics*, 24(2), S41-S46.
- Ribeiro, L.R.C. (2008). Electrical engineering students evaluate problem-based learning (PBL). *International Journal of Electrical Engineering Education*, 45(2), 152-161.
- Rojas, J. I., Prats, X., Montlaur, A., & Garcia-Berro, E. (2008). Model rocket workshop: A problem-based learning experience for engineering students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 3(4), 70-77.
- Rossellini, R. (1979). *Un espíritu libre no debe aprender como esclavo: Escritos sobre cine y educación*. Editorial Gustavo Gili.
- Rué, J. (2009). El cambio en la universidad, sus epistemologías y consecuencias de las mismas. *Revista Complutense de Educación*, 20(2), 295-317.
- Said, S., Adikan, F. M., Mekhilef, S., & Rahim, N. A. (2005). Implementation of the problem-based learning approach in the department of electrical engineering, University of Malaya. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 129-136.
- Sandín-Esteban, M. P. (2003). *Investigación cualitativa en educación: Fundamentos y tradiciones*. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35, 31-38.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 3.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-based learning in higher education: Untold stories*. London: Society for Research into Higher Education.
- Savin-Baden, M. (2007). Challenging models and perspectives of problem-based learning. En E. De Graaff, & A. Kolmos (Eds.), *Management of change: Implementation of problem-based and project-based learning in engineering* (pp. 9-30). Rotterdam: Sense Publishers.

- Schmidt, H. G. (1983). Problem-based learning: Rationale and description. *Medical Education*, 17(1), 11-16.
- Schmidt, H. G., Henk, T., Wilco, W. T. W., & Wijnen, W. H. (2009). Constructivist, problem-based learning does work: A meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school. *Educational Psychologist*, 44(4), 227-249.
- SCOSS (1999). *Structural safety 1997-99: Review and recommendations* No. 12). The Standing Committee on Structural Safety. Londres: SETO Ltd.
- Stenhouse, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Morata.
- Sugrue, B. (1993). *Specifications for the design of problem-solving assessments in Science*. (Technical report No. 387). Los Angeles: UCLA Center for the Study of Evaluation.
- Svinicki, M. D. (2007). Moving beyond "it worked": The ongoing evolution of research on problem-based learning in medical education. *Educational Psychology Review*, 19(1), 49-61.
- Tejada, J., Giménez, V., Navío, A. et al. (2007a). *Formación de formadores. Tomo I. Escenario aula*. Madrid: Paraninfo.
- Tejada, J., Giménez, V., Fandos, M. et al. (2007b). *Formación de formadores. Tomo 2. Escenario institucional*. Madrid: Paraninfo.
- Tejedor, F. J. (2000). El diseño y los diseños en la evaluación de programas. *Revista De Investigación Educativa, RIE*, 18(2), 319-340.
- Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80(5), 352-373.
- Uden, L., & Beaumont, C. (2006). *Technology and problem-based learning*. Londres: Information Science Publishing.
- Universidad de Sevilla (2007). *Plan para la renovación de las metodologías docentes*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Universidad de Sevilla (2008). *I plan propio de docencia*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Universidad de Sevilla (2012). *Docentia. Sistema de evaluación quinquenal de la actividad docente del profesorado*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Ureña, J. M., Menéndez, J. M., Mancha, C., & Coronado, J. M. (2003). Project/Problem based learning in civil engineering: The ciudad real (spain) experience. *International Conference on Engineering Education*, Valencia.

- Valderrama, F. (2009). Nuevas metodologías docentes aplicadas al ámbito de la Arquitectura. *Curso impartido en la ETSA de Sevilla*.
- Van Barneveld, A., & Strobel, J. (2009). Problem-based learning: Effectiveness, drivers, and implementation challenges. En X. Du, E. De Graaff & A. Kolmos (Eds.), *Research on PBL practice in engineering education* (pp. 35-44). Rotterdam: Sense Publishers.
- Van Kampen, P., Banahan, C., Kelly, M., McLoughlin, E., & O'Leary, E. (2004). Teaching a single Physics module through problem based learning in a lecture-based curriculum. *American Journal of Physics*, 72, 829.
- Vázquez Espí, M. (1997a). Sobre la enseñanza y la práctica de la teoría de estructuras. *Informes De La Construcción*, 49(449).
- Vázquez Espí, M. (1997b). *Resumen de las reuniones de la unidad docente (ETSAM, plan 96)*. Consultado el 1/4/2013 en <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-290/r1.html>.
- Vázquez Espí, M. (1997c). *Valoración y propuestas de Mariano Vázquez Espí al plan del 96*. Consultado el 1/4/2013 en http://www.aq.upm.es/Departamentos/Estructuras/e96-290/ciaa9798_5.html.
- Vernon, D. T., & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68(7), 550-563.
- Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem-based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 6.
- Woods, D. R. (1994). *Problem-based learning: How to gain the most from PBL*. Waterdown: Donald R. Woods.
- Woods, D. R. (2000). Helping your students gain the most from PBL. *2nd Asia-Pacific Conference on PBL*, Singapore.
- Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M. A., & Bunting, C. F. (2011). Problem-based learning: Influence on students' learning in an electrical engineering course. *Journal of Engineering Education*, 100(2), 253-280.
- Zambrano, G., González, Á. P., & Tejada, J. (2007). El programa: Su diseño y evaluación como estrategia de mejora educativa. *Evaluación e Investigación*, (2), 68-80.

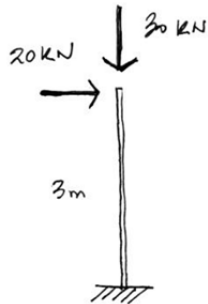
ANEXOS

Anexo 1

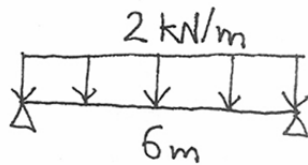
Test diagnóstico sobre destrezas de Física

PREGUNTAS SOBRE CONCEPTOS PREVIOS DE FÍSICA. TIEMPO 30'.

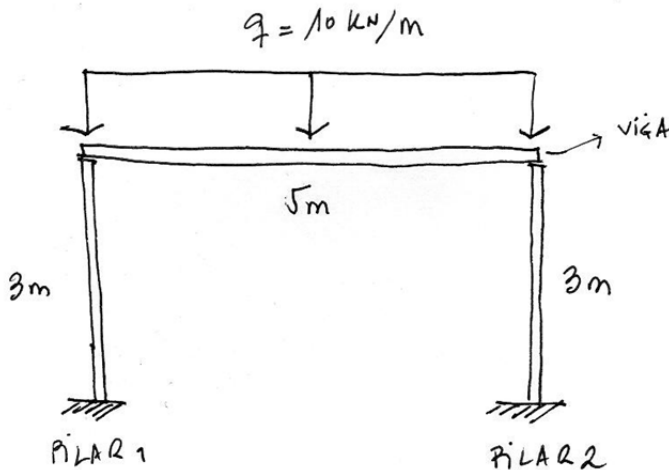
1. Dibuja las reacciones y calcula sus valores. Dibuja los diagramas de esfuerzos, indicando sus valores máximos.



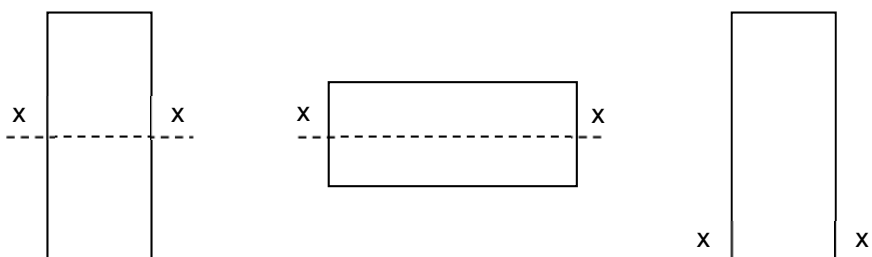
2. Calcula el momento flector en la sección a 3 m del apoyo de la izquierda. Dibuja de modo aproximado (sin dar valores) los diagramas de esfuerzo cortante y de momento flector.



3. En la estructura de la figura, la viga está simplemente apoyada en los pilares. Empleando el principio de fragmentación, divídela en partes, dibujando (con valores) todas las fuerzas que actúan sobre cada parte (viga, pilares).



4. Ordena de menor a mayor las siguientes figuras según su momento de inercia respecto al eje x (explica por qué, con menos de 20 palabras).



Anexo 2

Enunciado de los problemas del curso 2011-12

PROBLEMA 1

ANÁLISIS DE TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

“Para acertar en la concepción del sistema estructural de un edificio, es necesario conocer bien la razón de ser de su mayor o menor aptitud resistente.

Cada material posee un conjunto de características propias que lo hacen más o menos apto para un tipo de construcción o parte de ella, para uno u otro proceso constructivo, para una sollicitación determinada.

Las características del material influyen, pues, en el tipo estructural que se ha de elegir. La piedra es apta para resistir la compresión y no lo es para la tracción. Por su masa y peso, puede ser buena para aquellos tipos estructurales que se estabilizan por el peso propio, y mala para otros tipos de sollicitación. El proceso constructivo es también diferente de un material a otro; y su aspecto, la resistencia a la intemperie, el aislamiento térmico y acústico, etc...

El resultado (la concepción del sistema estructural) debe comprender estas cuatro cosas: el material, el tipo estructural, sus formas y dimensiones, y el proceso de ejecución. Las cuatro cosas van unidas y se influyen mutuamente; sólo una atinada elección de las cuatro puede dar la solución óptima; ninguna puede considerarse independiente de las otras; ninguna puede olvidarse.”

Extracto del capítulo I del libro “Razón y ser de los tipos estructurales”, de Eduardo Torroja



Cada grupo debe realizar una presentación en clase donde se analizará, de forma comprensible y didáctica, la tipología estructural de un edificio de un arquitecto conocido, con objeto de dar una idea clara al resto de alumnos de la clase del funcionamiento de la estructura, que les permita opinar en el debate posterior.

Objetivos de aprendizaje

- Definir el concepto de estructura.
- Identificar los elementos y sistemas estructurales más habituales en edificios construidos según su forma, material y funcionamiento.
- Practicar las siguientes competencias transversales:
 - Aprender cooperativamente.
 - Organizar y planificar.
 - Exponer y debatir públicamente de forma clara y sintética.

Grupos de alumnos

El trabajo se realizará en grupos de 4 alumnos.

El profesor formará los grupos, con criterios de heterogeneidad. Todos los miembros del grupo se comprometen a trabajar cooperativamente, y a reservar una franja horaria de 4 a 6 h semanales para actividades no presenciales. Los grupos funcionarán con técnicas de aprendizaje cooperativo según la “Guía para el ABP (Aprendizaje Basado en Problemas)”.

Tareas del grupo

1. Examinar y seleccionar planimetría sobre el edificio.
2. Examinar y seleccionar fotografías del edificio.
3. Describir muy sintéticamente los aspectos principales del edificio.
4. Reconocer e indicar en un esquema en planta la situación de los elementos de carga verticales (muros, pilares).
5. Reconocer e indicar en un esquema en planta la situación de los elementos de carga horizontales o inclinados (forjados, vigas, cerchas, arcos, bóvedas).
6. Indicar las luces de las vigas y de los forjados.
7. Indicar el sistema estructural. Realizar un pequeño esquema a mano, si aclara la descripción (planta, alzado o vista 3D).
8. Indicar el material y el funcionamiento de los distintos elementos estructurales.
9. Relación entre estructura y arquitectura. Explicar los condicionantes que marcaron el diseño de la estructura, en relación con el proyecto arquitectónico.
10. Resalta lo que te ha llamado más la atención de esta estructura.

Cronograma

Semana 1. Actividades presenciales (2h)

- Exposición del enunciado del problema por el profesor.
- Formación de grupos.
- Asignación de un edificio a cada grupo.
- Trabajo en grupo: analizar el problema, realizar una tormenta de ideas, organizar ideas, identificar objetivos de aprendizaje en el problema, planificar el trabajo no presencial de la semana, identificar dudas.
- Exposición y resolución de dudas.

Semana 1. Actividades no presenciales (4-6 h de trabajo individual)

- Estudio del tema 1. Introducción a las estructuras de edificación.

Estudio del tema 2. Tipología estructural.

Realización individual de las tareas asignadas a cada miembro del grupo.

Semana 2. Actividades presenciales (2h)

Puesta en común en cada grupo del trabajo individual

Puesta a disposición del profesor del trabajo realizado hasta el momento.

Consultas entre grupos.

Exposición de dudas y tutoría, en grupos y colectivamente.

Finalización del trabajo.

Semana 2. Actividades no presenciales (2h trabajo en grupo)

Preparación y maquetación de la presentación de la exposición.

Ensayo de la exposición, con control del tiempo.

Semana 2. Actividades presenciales (2h)

Entrega del trabajo.

Exposición pública de cada trabajo, por el alumno elegido por el profesor, y debate.

Contenido de la presentación a exponer

La presentación tendrá un máximo de 12 diapositivas. El contenido será sintético tanto en gráficos como en textos.

La presentación contendrá los 10 puntos de las tareas del grupo.

El contenido será suficiente para permitir la evaluación mediante la rúbrica facilitada.

En lo posible, se dará prioridad al contenido gráfico. Para ahorrar tiempo de trabajo y centrarse en lo importante, se evitará redibujar la planimetría encontrada. Igualmente, se dará prioridad al análisis con información gráfica dibujada a mano (esquemas, perspectivas).

Formato de la entrega

El trabajo se entregará en formato digital a través de la plataforma de enseñanza virtual de la Universidad de Sevilla: <http://ev.us.es>. Será un solo fichero con formato de presentación (de Microsoft Office, Open Office, Libre Office o similar), o el pdf correspondiente.

Exposición del trabajo en clase

Tiempo de exposición: máximo de 8 minutos.

Presentador de la exposición: el alumno que designe el profesor, en el momento de la exposición. Además el profesor podrá plantear cuestiones aclaratorias a los demás miembros del grupo.

Debate: los alumnos de los demás grupos podrán plantear dudas y comentarios para debatir con el grupo.

Fuentes de información

Para el edificio del trabajo:

Información en la plataforma de enseñanza virtual.

Biblioteca e internet.

Para el análisis de la tipología de la estructura:

Tema 1. Introducción a las estructuras de edificación.

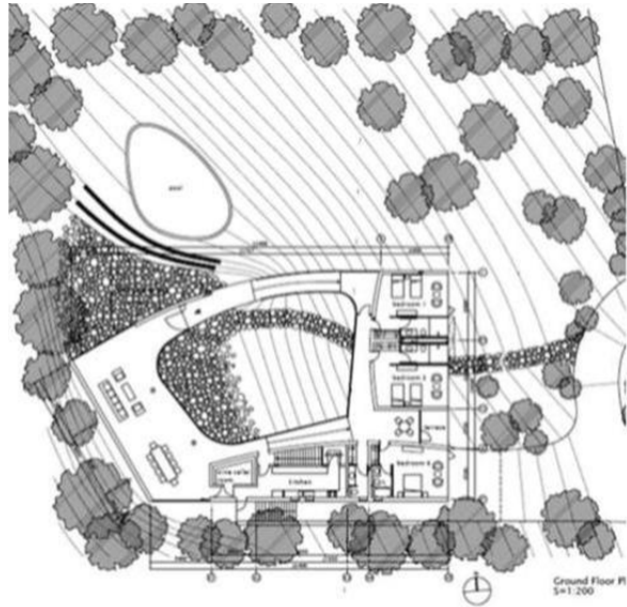
Tema 2. Tipología estructural.

Evaluación

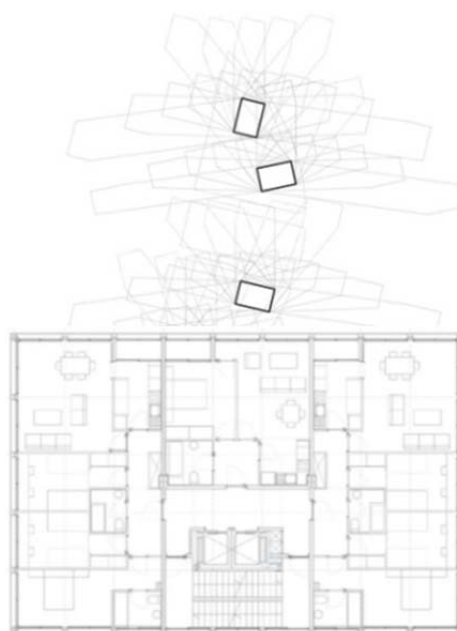
La evaluación se realizará mediante la rúbrica facilitada al principio del trabajo.

Todos los trabajos y rúbricas de evaluación serán publicados en la plataforma, para su libre acceso por todos los alumnos de este grupo de la asignatura.

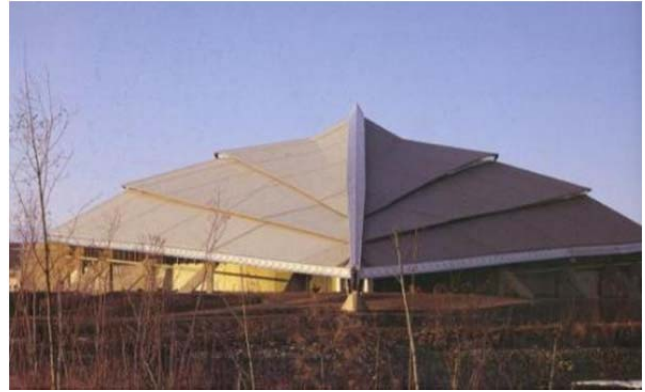
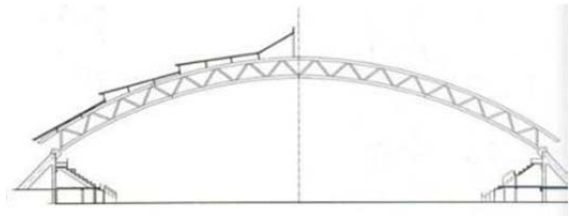
1. House White-O, Marbella, Chile, 2009. Arq. Toyo Ito



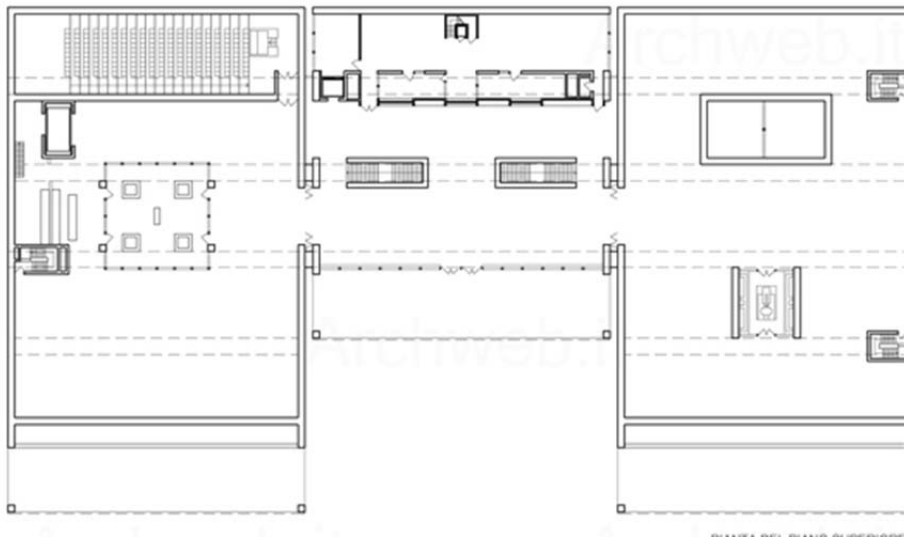
2. Cuatro torres de viviendas + oficinas, Vitoria. 2001-2006. Arq. Ábalos y Herreros



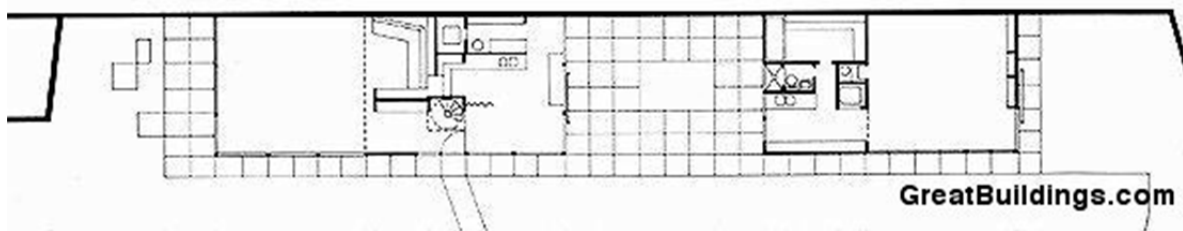
3. Olympic Hall, Hamar, Noruega, 1994. Arq. Niels Torp



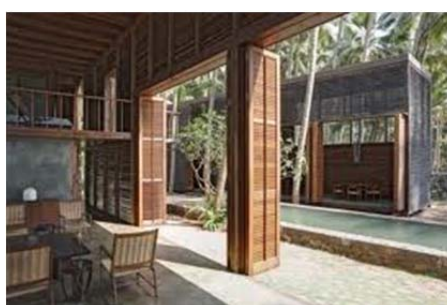
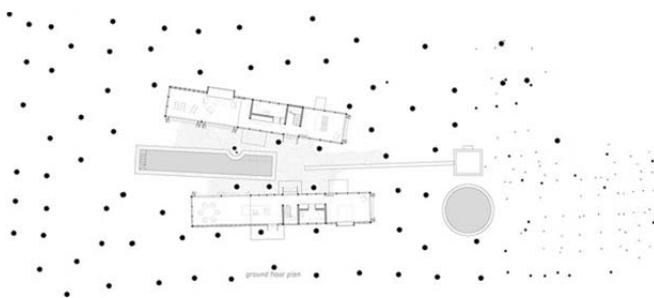
4. Kimbel Museum , Texas, 1972. Arq. Louis Kahn



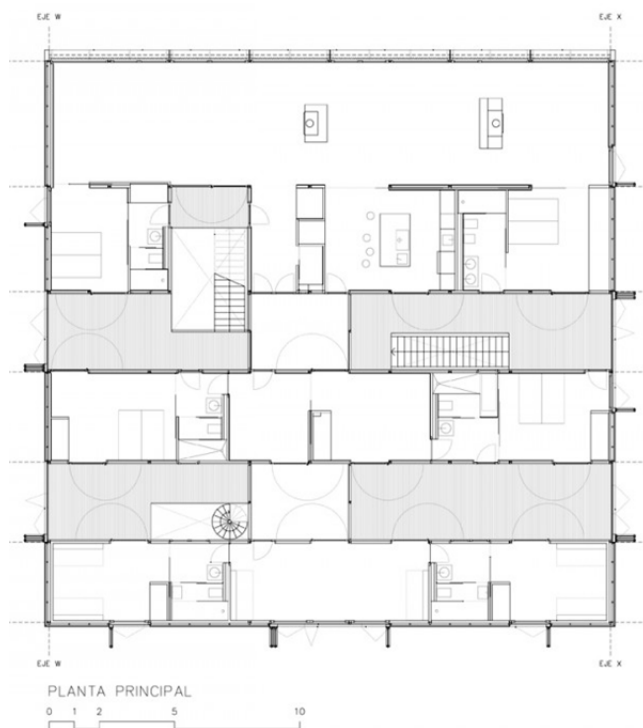
5. Study House Nº 8, Palisades, California, 1949. Arq. Charles y Ray Eames



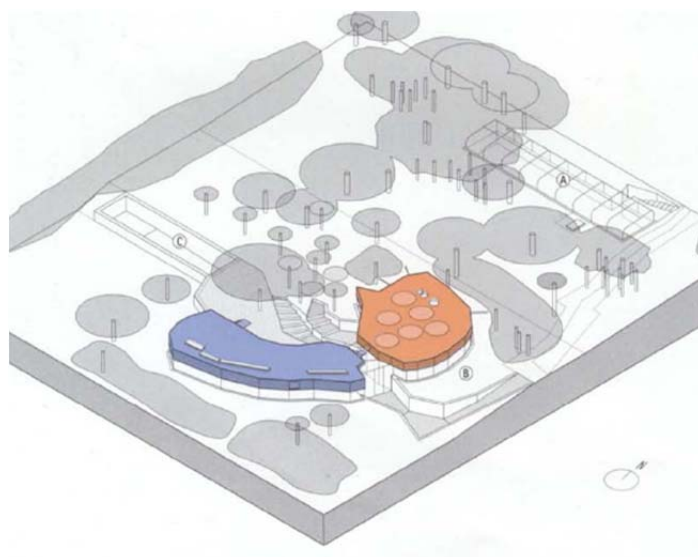
6. Palmyra House, Nandgaon, India, 2007. Arq. Studio Mumbai



7. Casa al Cantábrico, Loredó, Cantabria, 2005. Arq. Nolaster



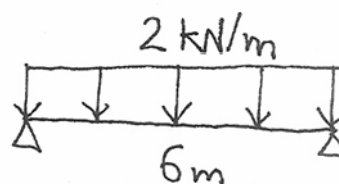
8. Casa en La Florida, Madrid, 2006. Arq. Cano y Selgas



PROBLEMA 2a

ESFUERZOS INTERNOS

El problema de dimensionar una viga exige el conocimiento de los valores que adoptan los esfuerzos internos en cada rebanada de la viga. Requiere determinar especialmente los valores máximos de estos. En los puntos donde los esfuerzos internos sean máximos será donde empiecen las fisuras, en caso de que la viga no esté correctamente dimensionada.



Ejemplo: las viguetas de un forjado pueden calcularse como vigas biapoyadas con carga uniforme. Se dimensionan con el momento flector.

Tareas del grupo y cronograma

Sesión 1. Actividades presenciales (2h)

- Presentación del problema
- Identificación de objetivos de aprendizaje y plan de trabajo

Actividades no presenciales (1h)

- Estudio individual

Sesión 2. Actividades presenciales (2h)

- Puesta en común y síntesis de la información presentada.
- Elaboración de informe. Test individual.
- Identificación de nuevos objetivos de aprendizaje y plan de trabajo.

Evaluación

Se evaluará el informe presentado por cada grupo al término de la sesión tutorial.

Fuentes de información

Apuntes de la asignatura:

Tema 3. Enlaces y equilibrio

Tema 4. Esfuerzos-solicitaciones

Técnicas básicas:

Cálculo de esfuerzos por corte

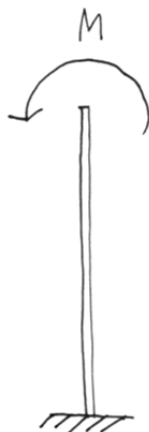
Videos de esfuerzos en carpeta dropbox compartida.

Biblioteca, Internet.

PROBLEMA 2b

AVERIGUAR LA DEFORMADA

¿Cómo se deforma la barra de la figura, sometida a un momento puntual en el extremo? ¿Por qué?



Tareas del grupo y cronograma

Sesión 1. Miércoles 29 de Febrero. Actividades presenciales (1h)

- Presentación del problema
- Identificación de objetivos de aprendizaje y plan de trabajo

Actividades no presenciales (5h)

- Estudio individual durante la semana

Sesión 2. Miércoles 7 de Marzo. Actividades presenciales (2h)

- Puesta en común y síntesis de la información presentada.
- Presentación de nuevos casos

Actividades no presenciales (1h 30m)

- Estudio individual.

Sesión 3. Miércoles, 7 de marzo. Actividades presenciales (2h).

- Puesta en común y síntesis de la información presentada.
- Clase aclaratoria diagramas a estima

Actividades no presenciales (5h)

- Estudio individual durante la semana

Sesión 4. Miércoles 14 de Marzo. Actividades presenciales (2h)

- Puesta en común y síntesis de la información presentada.
- Concurso de estimas por equipos

Actividades no presenciales (1h 30m)

- Estudio individual.

Sesión 5. Miércoles, 14 de marzo. Actividades presenciales (30').

- Concurso de estimas individuales

Evaluación

Se evaluará el informe presentado por cada grupo al término de la primera sesión tutorial, y los resultados obtenidos en el concurso de averiguar deformadas, individual y por equipos.

Fuentes de información

Apuntes de la asignatura:

Tema 3. Enlaces y equilibrio

Tema 4. Esfuerzos-solicitaciones

Tema complementario. Diagramas a estima

Técnicas básicas

Cómo calcular a estima los diagramas de esfuerzos y las deformadas

Biblioteca.

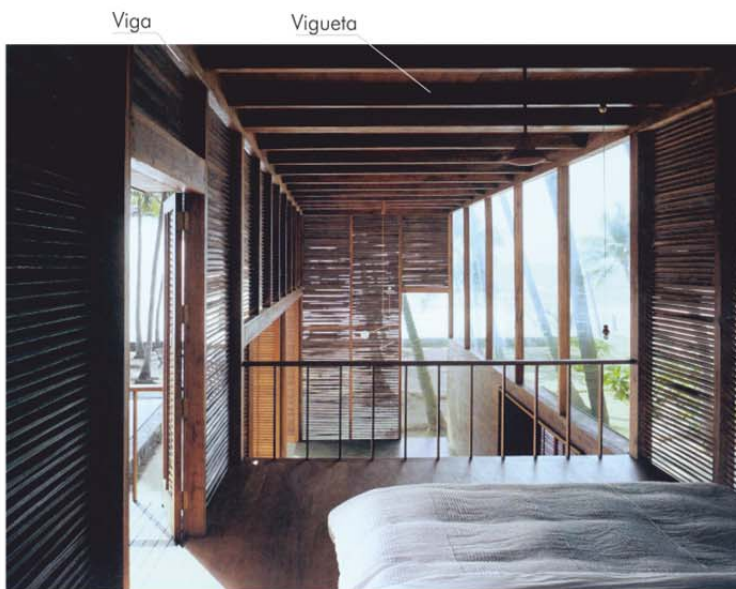
Internet.

PROBLEMA 3
DIMENSIONAMIENTO DE UNA VIGA A FLEXIÓN

Situada en medio de una plantación de cocoteros en una zona remota de la costa sur de Bombai, la casa Palmyra fue diseñada por los arquitectos indios de Studio Mumbai, como lugar de refugio y de vacaciones. Se compone de dos pabellones de madera contruidos sobre plataformas de piedra, situados de forma que impacten lo mínimo posible en el bosque de cocoteros.

La estructura de la cubierta es de viguetas de madera con un entrevigado de tablas de madera. Las viguetas están apoyadas sobre las vigas que coronan la fachada Norte y Sur, y a efectos de cálculo, pueden considerarse como vigas biapoyadas con carga uniforme. Al tratarse de una cubierta no transitible, las cargas que soportan las viguetas son las debidas al peso propio de la cubierta.

¿Qué canto tienen que tener las viguetas de la cubierta de la casa Palmyra?

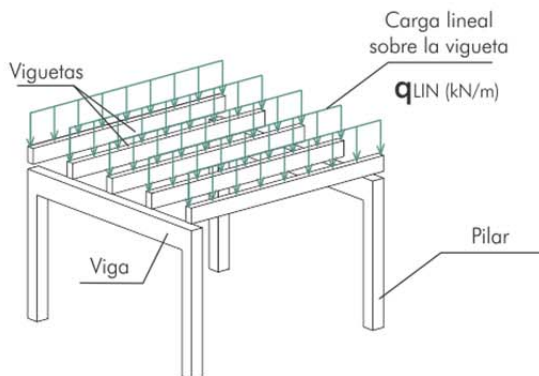


Casa Palmyra. Vista interior

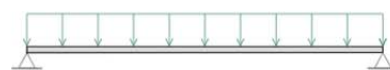


Casa Palmyra. Detalle del apoyo de las viguetas en las vigas

Croquis conceptual de la estructura



Vigueta. Esquema de cálculo

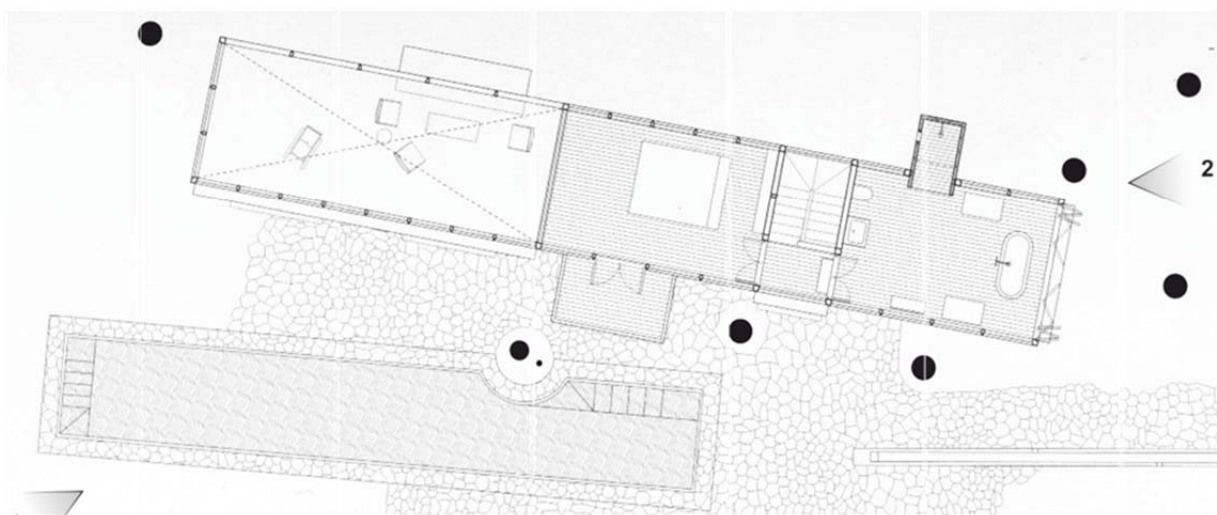




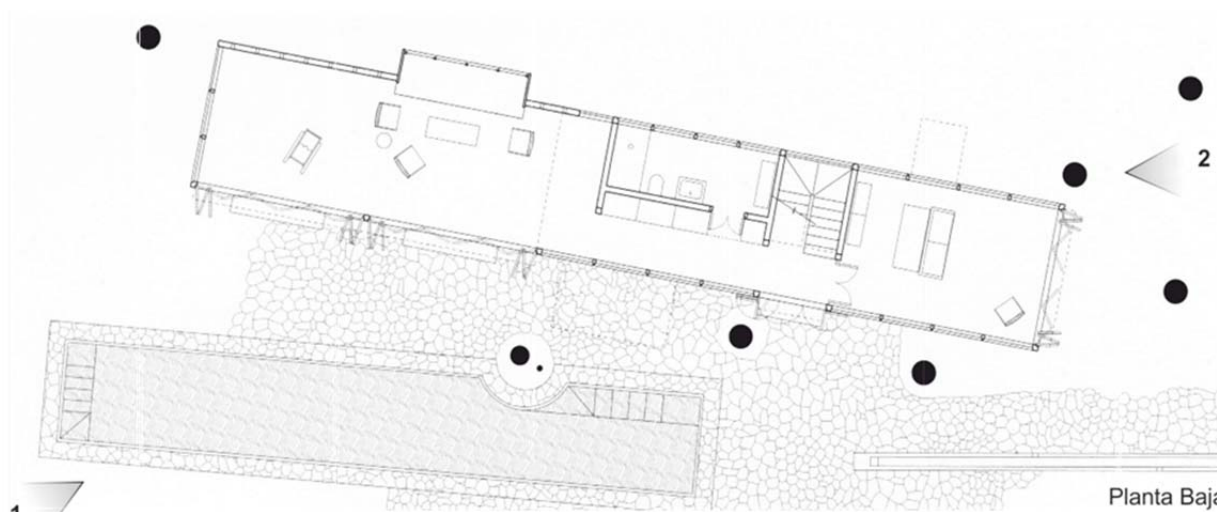
Vista exterior 1



Vista exterior 2



Planta Alta



Planta Baja

PALMYRA HOUSE [Fuente: STUDIO MUMBAI ARCHITECTS] - Documentación sobre la estructura

La estructura de la casa se construyó con ain, una madera dura autóctona, y se preparó en nuestro taller, ensamblándose posteriormente en obra.

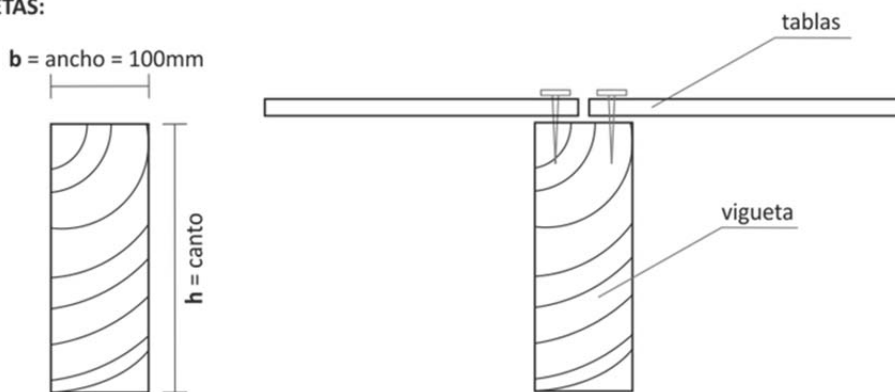
Las viguetas (tanto las del primer piso como las de cubierta), son de sección rectangular. Por razones constructivas fijamos el ancho de las viguetas en 100 mm.

1. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA MADERA DE AIN:

Módulo de Elasticidad: $E = 10000 \text{ N/mm}^2$

Resistencia característica $f_{yk} = 18 \text{ N/mm}^2$

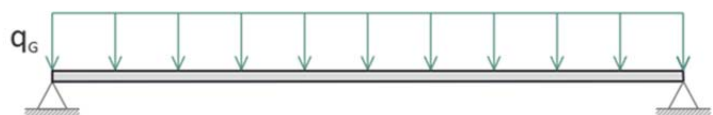
2. SECCIÓN VIGUETAS:



3. CARGAS EN VIGUETAS DE CUBIERTA:

Peso propio $q_G = 1.5 \text{ kN/m}$

ESQUEMA DE CÁLCULO



STUDIO MUMBAI



- | | |
|------------------------------|---|
| Principal Architect | Bijoy Jain |
| Director | Arish Sheth |
| Associate Architect | Samuel Barclay |
| Design/Construction | Jeevaram Suthar
Punamchand Suthar
Dharmaram Suthar
Pandurang Malekar
Bhaskar Raut
Khartaram Suthar
Tejaram Suthar |
| Collaborators | Michael Anastassiades
Dr. Muirne Kate Dineen
Mitul Desai
Jean-Marc Moreno |
| Drawing Collaborators | Vaishnavi Desai
Michael Jensen
Tejas Khilawala
Kaleena Quinn
Simon Robert Rolka
Hardik Shah
Ian Sinclair |

Cronograma Problema 3

Grupo 1.13. Problema 3. Tareas del grupo y cronograma				
FECHA	ACTIVIDADES PRESENCIALES (2h) primera clase semanal	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES (1h) intermedio	ACTIVIDADES PRESENCIALES (2h) segunda clase semanal	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES (4-5h) durante la semana
15/03/2012			P3. Dimensionado viga a flexión. Sesión 3.1. Presentación del problema (1h)	Estudio individual
22/03/2012	P3. Sesión 3.2. Puesta en común y síntesis de la información presentada. Vuelta al problema.	Estudio individual	P3. Sesión 3.3. Puesta en común. Solución al problema (1h 30'). Entrega informe provisional. Clase aclaratoria (30').	Elaboración informe definitivo del grupo (primera fase) Instalación programa CYPE Nuevo Metal 3D
29/03/2012	SEMANA CULTURAL			
05/04/2012	SEMANA SANTA			
12/04/2012	Entrega informe P3 (primera fase) Clase de análisis por ordenador	Estudio individual (análisis por ordenador de la vigueta)	P3. Puesta en común de análisis realizado (comparación con cálculo manual) Variaciones del problema Elaboración de informe de grupo (2ª fase)	Estudio para el test 1 Repaso Tems 3 a 10

Evaluación

Se evaluará el informe presentado por el grupo en la cada fase. Se valorarán:

- La aplicación de los conocimientos adquiridos para encontrar una solución al problema.
- La claridad y precisión de las explicaciones, que deben facilitar la comprensión de los principios básicos que rigen el problema de dimensionar el canto de una viga.
- La capacidad de síntesis.
- La ausencia de errores en los cálculos.

Fuentes de información

Apuntes de la asignatura

- Tema 6. Realidad y modelo estructural
- Tema 7. Tensiones
- Tema 8. Deformaciones
- Tema 9. La seguridad en las estructuras.

Técnicas básicas

- Comprobación a flexión de vigas.

PROBLEMA 4

CAFÉ DO CAIS. OPORTO. PROYECTO DE ANÁLISIS DE UNA ESTRUCTURA EN 2D

Arquitectos: Cristina Guedes y Francisco Vieira de Campos (Portugal)



Situado en el margen derecho del Duero, en el barrio de La Ribeira de Oporto, el Café do Cais pretende continuar la lógica de los elementos provisionales que se sitúan en la orilla del río (kioskos, botes anclados en la orilla...).

La noción de precariedad se acentúa con la forma en que el pabellón se “posa” en el suelo: una plataforma elevada de 40x10 m, que sirve de límite para la intervención, a la vez que la eleva ligeramente sobre el pavimento.

El edificio, un pabellón de acero y cristal, se sitúa sobre esta plataforma. Los efectos de transparencia y de reflexión permiten que el edificio “desaparezca” minimizando su tamaño y su impacto sobre esta zona, de enorme peso histórico.

La estructura, que intenta no hacerse patente, se compone de pilares metálicos HEB, vigas HEB y viguetas IPE.



Café do Cais, en construcción. Vista superior, mostrando la estructura y la cubierta de zinc.

ACCIONES

El Café do Cais tiene una cubierta ligera de chapa de zinc. Las acciones a considerar son:

Peso propio cubierta = 0.5 kN/m^2

Sobrecarga de uso (mantenimiento) = 1 kN/m^2

MODELO ESTRUCTURAL

Para simplificar el comportamiento estructural se propone separar entre estructura secundaria (viguetas metálicas de cubierta) y primaria (pórtico metálico de pilares y vigas). Ambas estructuras se analizarán por separado.



Café do Cais. Imagen mostrando las viguetas de cubierta

Objetivos de aprendizaje

Afianzar los aprendizajes anteriores.

Distinguir entre estructura principal y secundaria.

Convertir la carga superficial sobre forjados y cubiertas en carga lineal sobre vigas.

Elaborar un modelo simplificado para el cálculo a mano de algunas barras cuyo comportamiento sea representativo del de la estructura real.

Dimensionar barras a axil y a flexión compuesta, en casos habituales en edificación.

Elaborar un modelo simplificado de la estructura principal y secundaria para el cálculo por ordenador.

Analizar la estructura con ordenador, determinando y analizando los diagramas de esfuerzos y deformadas en hipótesis simples, combinaciones y envolventes, comprobando las barras (resistencia y flecha) y obteniendo el dimensionado definitivo.

Relacionar la solución manual, simplificada, con el modelo más complejo de la estructura calculado por ordenador, comparando esfuerzos y deformada, y justificando las posibles diferencias entre ambas.

Tareas del grupo y cronograma

El trabajo a realizar es un estudio del comportamiento estructural del edificio, que debe incluir los siguientes aspectos:

Dimensionado manual de viguetas, vigas y pilares.

Cálculo con ordenador.

Dimensionado definitivo de viguetas, vigas y pilares.

Descripción del funcionamiento de la estructura.

Análisis crítico del diseño de la estructura.

Sesión 1. Lunes 16 de abril. Actividades presenciales (2h)

FASE 1. Modelos para cálculo a mano y en ordenador. Dimensionado manual de viguetas

- Realizar un modelo simplificado de la estructura para el cálculo por ordenador (primaria y secundaria).
- Calcular las cargas que soporta cada elemento estructural.
- Realizar un modelo simplificado de la estructura secundaria (correas) para el cálculo a mano.
- Calcular a mano esfuerzos y deformaciones en las correas (viguetas) de la cubierta.
- Dimensionar las correas (viguetas) de cubierta.

Semanas del 16 al 30 de abril. Actividades no presenciales (3-4h)

- Estudio y trabajo individual. Resolver dudas de fase 1, terminar fase 1.

Sesión 2. Lunes 30 de abril. Actividades presenciales (2h)

FASE 2. Dimensionado manual de vigas

- Puesta en común de los resultados de la fase1.
- Discutir y seleccionar un modelo simplificado para el cálculo a mano de las vigas (biapoyada, biempotrada).
- Calcular a mano esfuerzos y deformaciones en las vigas.
- Dimensionar las vigas.

Lunes 30 de abril. Actividades no presenciales (2h)

- Terminar fase 2.

Sesión 3. Lunes 30 de abril. Actividades presenciales (2h)

FASE 3. Predimensionado de pilares

- Puesta en común de los resultados de la fase 2.
- Discutir y seleccionar un modelo simplificado para el cálculo a mano de los pilares.
- Calcular a mano esfuerzos en los pilares.
- Predimensionar los pilares.

Semana del 30 de abril al 7 de mayo. Actividades no presenciales (3-4h)

- Estudio y trabajo individual. Resolver dudas de fase 3, terminar fase 3.

Lunes 7 de mayo. Actividades presenciales (2h)

ACTIVIDAD BREVE. Cálculo de pórticos por ordenador

- Analizar esfuerzos y dimensionar barras en pórticos con la aplicación NM3D de Cype.

Lunes 7 de mayo. Actividades no presenciales (2h)

- Analizar esfuerzos y dimensionar barras en pórticos con la aplicación NM3D de Cype.

Sesión 4. Lunes 7 de mayo. Actividades presenciales (2h)

FASE 4. Análisis por ordenador

- Puesta en común de los resultados de la fase 3.
- Analizar la estructura secundaria (correas).
- Analizar un pórtico de la estructura principal.
- Comparar los esfuerzos y deformadas calculados a mano y con ordenador en las vigas y correas.
- Dimensionar a mano una correa y el pilar y la viga más solicitados, a partir de los diagramas de esfuerzos y deformadas del análisis por ordenador. Dibujar las tensiones en la sección de cálculo.

Semana del 7 al 14 de mayo. Actividades no presenciales (5-6h)

- Estudio y trabajo individual. Resolver dudas de fase 4, terminar fase 4 Pasar a limpio fases 1, 2, 3 y 4.

Sesión 4. Lunes 14 de mayo. Actividades presenciales (2h)

FASE 5. Análisis crítico e informe

- Describir de forma clara y didáctica el funcionamiento de la estructura. Dibujar como apoyo los diagramas de esfuerzos y deformada de la correa y del pórtico analizados, indicando valores máximos. Dibujar un plano esquemático de la estructura indicando perfiles elegidos para cada barra.
- ¿qué requisito estructural marca el dimensionado de las correas, resistencia o rigidez? ¿Y de las vigas?
- Explicar, razonadamente, las diferencias entre el cálculo manual y el informático.
- Explicar qué decisiones importantes se tomaron en el diseño de la estructura: tipo estructural, luces de correas y vigas, vínculos, tipos de perfiles y orientación, etc.
- Analizar qué relación hay entre estructura y arquitectura.
- Informe final. Entrega del informe.

Lunes 14 de mayo. Actividades no presenciales (2h)

- Preparar la exposición.

Sesión 6. Lunes 14 de mayo. Actividades presenciales (2h)

FASE 6. Exposición y debate

- Exposición del problema por cada grupo.
- Debate sobre el problema.

Semana del 14 al 21 de mayo. Actividades no presenciales (5-6h)

- 2 h. Realización de la autoevaluación y coevaluación mediante la rúbrica facilitada.
- 3-4 h. Estudio para el test 2: repaso de los temas 3 a 11.

Contenido y formato de la entrega

El informe explicará todas las fases. El texto será sintético, y contendrá gráficos explicativos.

El trabajo se entregará en formato digital a través de la tarea correspondiente en la plataforma de enseñanza virtual de la asignatura. Serán tres ficheros: el informe (maquetado en un solo fichero) y los dos ficheros del proyecto en Nuevo Metal 3D (correa y pórtico).

Contenido de la presentación a exponer

La presentación tendrá un máximo de 12 diapositivas. El contenido será sintético tanto en gráficos como en textos.

La presentación contendrá solamente los aspectos más relevantes del trabajo realizado, a criterio de cada grupo. Podrán describirse las dificultades principales y las soluciones aplicadas.

Exposición del trabajo en clase

Tiempo de exposición: máximo de 8 minutos.

Presentador de la exposición: el alumno que designe el profesor, en el momento de la exposición. Además el profesor podrá plantear cuestiones aclaratorias a los demás miembros del grupo.

Debate: los alumnos de los demás grupos podrán plantear dudas y comentarios para debatir con el grupo.

Evaluación

Se realizará evaluación del profesor, autoevaluación (cada grupo se evalúa a sí mismo) y coevaluación (cada grupo evalúa a otro grupo designado por el profesor). Calificación final: 50% evaluación del profesor, 25% coevaluación, 25 % autoevaluación. Las evaluaciones que no tengan la calidad suficiente no serán consideradas.

La evaluación se realizará mediante la rúbrica correspondiente. En la evaluación se tendrá en cuenta el rigor, la claridad y la síntesis de la documentación, y el aprendizaje alcanzado.

Las rúbricas de auto y coevaluación se entregarán a través de la tarea correspondiente en la plataforma de enseñanza virtual de la asignatura, antes del 21 de mayo.

Fuentes de información

Artículo en la revista Detail 2000-4, con detalles constructivos.

Técnica Básica Stahl 01 Modelos Estructurales.

Temas de la asignatura.

PROBLEMA 5

PROYECTO DE DISEÑO Y ANÁLISIS DE UNA ESTRUCTURA

Casa Guerrero, Vejer de la Frontera, Cádiz. Arq. Alberto Campo Baeza, 2005



La vivienda se ubica en una zona de baja densidad con grandes espacios verdes. Exteriormente la vivienda se reduce a un muro blanco recortado en el paisaje. Muy cerca se encuentra la [Casa Gaspar](#), otra obra muy elogiada del arquitecto Alberto Campo Baeza.

Dos temas destacan en la obra: la relación aire-luz y la relación con la naturaleza. Las superficies acristaladas y el revestimiento blanco acentúan la presencia de la naturaleza por contraste cromático. Se buscó construir una casa llena de luz y de sombra bien acordadas; una penumbra luminosa construida.

En planta se trata de un rectángulo rodeado por un muro que cuenta con una sucesión de tres espacios principales a lo largo de un eje: un patio descubierta de acceso; un espacio cubierto de estar, y un patio trasero con piscina. Está completamente cerrada al exterior, con una única abertura de acceso.

La obra está contenida en un rectángulo de 33 x 18 metros, con un patio de acceso al frente y otro al fondo. Rodeando el rectángulo, tapias de 8 metros de alto cierran los patios.

El espacio cubierto tiene 9 x 18 metros. Dentro de este espacio, se levanta el techo del cuadrado central de 9 x 9 metros, tomando la misma altura que las tapias. Para proteger esta zona del sol, delante y detrás, la cubierta baja creando dos porches de 3 metros de profundidad que atemperan la luz y otorgan sombra a la vivienda.

A cada lado del espacio principal hay dos zonas de servicios donde se encuentran los dormitorios, los baños y la cocina.

En el patio de entrada a la casa, cuatro naranjos marcan el centro y el eje principal, flanqueados por tapias bajas que esconden zonas de servicio. En el patio posterior hay otros cuatro naranjos alineados. Y al final, excavada en la tierra, una alberca con agua de lado a lado.



Algunos datos

ACCIONES

Peso propio cubierta = 5 kN/m^2 (cubierta no transitable + forjado)

Sobrecarga de nieve = 1 kN/m^2

Cerramientos de fachadas: $2,5 \text{ kN/m}^2$ (carga superficial vertical)

Acción horizontal de viento: presión = $0,8 \text{ kN/m}^2$, succión = $0,4 \text{ kN/m}^2$

MODELO

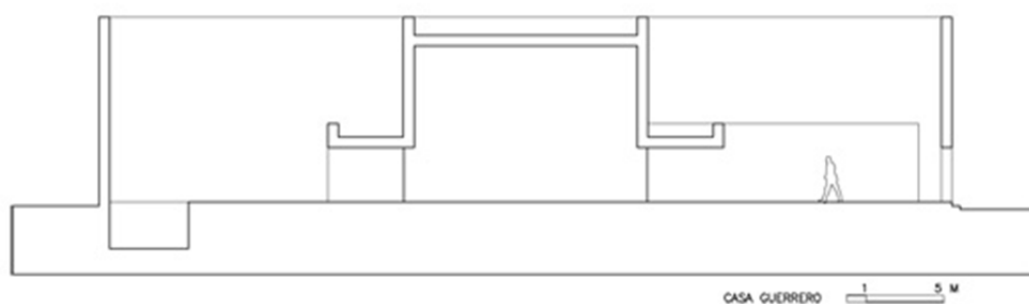
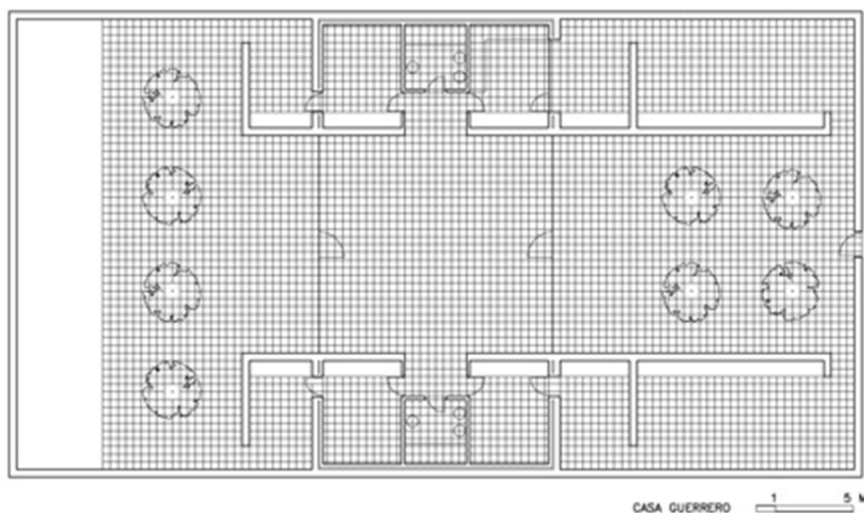
La estructura real es de muros de carga y forjados unidireccionales de viguetas de hormigón. A efectos de este proyecto se sustituirá por una estructura de acero (pilares, vigas y viguetas). Los forjados estarán formados por viguetas de acero laminado separadas 80 cm (a ejes), bovedillas de EPS y capa de compresión de hormigón.

Para simplificar el comportamiento estructural se propone separar entre estructura secundaria (viguetas del forjado de cubierta) y principal (pórticos de pilares y vigas). Ambas estructuras se analizarán por separado. No se considerará la estructura de suelo de planta baja.

Para la estructura secundaria se analizará una vigueta del forjado que tenga mayor longitud.

Para la estructura principal se empleará un modelo en 3D, con todos los pilares y vigas.

Material: acero S235JR.



Tareas del grupo y cronograma

El trabajo a realizar es el diseño de una estructura de acero y el análisis de su comportamiento estructural para la casa Guerrero en Vejer, que debe incluir los siguientes aspectos:

Diseño de la estructura, con barras de acero.

Predimensionado aproximado de una vigueta, una viga y un pilar.

Cálculo con ordenador de esfuerzos y deformaciones, de una vigueta y de la estructura principal en 3D.

Dimensionado definitivo en ordenador de la vigueta y de la estructura en 3D (vigas y pilares).

Comprobación a mano de ELU (tensiones) y ELS (flechas) en una vigueta, una viga y un pilar.

Descripción y análisis crítico del comportamiento de la estructura.

Sesión 1. Lunes 9 de mayo. Actividades presenciales (1h 45')

FASE 1. Diseño de la estructura.

- Dibujar un esquema en 3D del volumen de la estructura, marcando los huecos donde no pueden ir pilares.
- Analizar posibles variantes para la posición de pilares y vigas, y forjados (dirección y longitud).
- Decidir y dibujar la situación de pilares, vigas y forjados.

Semana del 9 al 16 de mayo. Actividades no presenciales (3-4h)

Trabajo individual: Terminar la fase 1, incluidos los dibujos necesarios.

Sesión 2. Lunes 16 de mayo. Actividades presenciales (2h)

- Puesta en común y debate de los resultados de la fase 1.

FASE 2. Predimensionado de viguetas, vigas y pilares.

- Elegir perfiles adecuados para viguetas, vigas y pilares, y su orientación.
- Seleccionar la vigueta, la viga y el pilar a predimensionar.
- Calcular las cargas que soporta la vigueta y la viga.
- Discutir y seleccionar un modelo simplificado para el cálculo a mano de las viguetas y de las vigas (barra biapoyada, biempotrada, u otra).
- Estimar de modo simplificado los esfuerzos máximos en cada elemento (M en vigueta y viga, N en pilar).
- Predimensionar una vigueta, una viga y un pilar, a partir de ELU (tensiones) y ELS (flechas).

Lunes 16 de mayo. Actividades no presenciales (2h)

- Terminar fase 2.
- Realizar la entrega previa de fases 1 y 2.

Sesión 3. Lunes 16 de mayo. Actividades presenciales (2h)

FASE 3. Análisis por ordenador

- Realizar un modelo de la vigueta para su análisis en ordenador (geometría, cargas, vínculos, material, perfil).
- Calcular esfuerzos y deformada en la vigueta con ordenador.
- Comprobar y ajustar las dimensiones de la vigueta con el ordenador.
- Comprobar a mano la vigueta, a partir de los resultados del ordenador, empleando ELU (tensiones) y ELS (flechas).
- Realizar un modelo de la estructura principal en 3D para su análisis en ordenador (geometría, cargas, vínculos, material, perfiles).
- Calcular esfuerzos y deformada en las barras de la estructura con ordenador.

- Comprobar y ajustar las dimensiones de las barras de la estructura con el ordenador. Decidir si se emplea el mismo perfil o distintos perfiles para las vigas por una parte, y para los pilares por otra.

Semana del 16 al 23 de mayo. Actividades no presenciales (5-6h)

Trabajo individual: Terminar la fase 3.

Sesión 4. Lunes 23 de mayo. Actividades presenciales (2h)

- Puesta en común y debate de los resultados de la fase 3.

FASE 4. Introducción del viento en el análisis por ordenador

Explicación del profesor: acción de viento, introducción en el modelo de cálculo.

- Ampliar el modelo de la estructura en 3D con las cuatro hipótesis de acción de viento.
- Calcular nuevamente esfuerzos y deformada en las barras del pórtico con ordenador.
- Comprobar y ajustar nuevamente las dimensiones de las barras del pórtico con el ordenador.

Explicación del profesor: concepto de envolvente.

- Comprobar a mano la viga y el pilar más desfavorables, a partir de los resultados del ordenador, empleando ELU (tensiones a partir de M y N) y ELS (flecha en vigas).
- Dibujar las tensiones en la sección de cálculo en viga y pilar.

Lunes 23 de mayo. Actividades no presenciales (2h)

- Terminar fase 4.

Sesión 5. Lunes 23 de mayo. Actividades presenciales (2h)

FASE 5. Análisis crítico

- Describir de forma clara y didáctica el funcionamiento de la estructura. Como apoyo, dibujar (emplear capturas de pantalla) los diagramas de esfuerzos y deformada de la vigueta y de un pórtico, distinguiendo en el pórtico entre acciones horizontales y verticales, indicando valores máximos.
- Dibujar un plano esquemático de la estructura indicando perfiles elegidos para cada barra (se pueden emplear capturas de pantalla, si tienen claridad suficiente).
- ¿qué requisito estructural marca el dimensionado de las viguetas, resistencia o rigidez? ¿Y de las vigas?
- Explicar, razonadamente, las diferencias entre el cálculo manual y el informático.
- Analizar qué relación hay entre estructura y arquitectura en la estructura real.
- Analizar qué relación hay entre estructura y arquitectura en la estructura proyectada.

Semana del 23 al 30 de mayo. Actividades no presenciales (5-6h)

Trabajo en grupo: Terminar la fase 5. Informe final. Entrega del informe.

Límite de entrega: el 30 de mayo hasta las 21 h.

Contenido y formato de la entrega

El informe explicará todas las fases. El texto será sintético, y contendrá gráficos explicativos.

El trabajo se entregará en formato digital a través de la tarea correspondiente en la plataforma de enseñanza virtual de la asignatura. Serán tres ficheros: el informe (maquetado en un solo fichero) y los dos ficheros del proyecto en Nuevo Metal 3D (vigueta y estructura en 3D).

Evaluación

La evaluación la realizará el profesor.

La evaluación se realizará mediante la rúbrica correspondiente. En la evaluación se tendrá en cuenta el rigor, la claridad y la síntesis de la documentación, y el aprendizaje alcanzado.

Fuentes de información

Edificio:

<http://www.campobaeza.com/>

http://es.wikiarquitectura.com/index.php/Casa_Guerrero

Análisis estructural:

Temas de la asignatura

Complementos de temas de la asignatura

Técnicas básicas de la asignatura

Otras fuentes (biblioteca, internet)

Objetivos de aprendizaje

Identificar los tipos de elementos estructurales en estructuras habituales, según su forma, material y funcionamiento.

Analizar la relación entre estructura y arquitectura en un edificio.

Convertir la carga superficial sobre forjados y cubiertas en carga lineal.

Asignar coeficientes de seguridad a cada una de las acciones que actúa sobre una estructura.

Asignar las acciones a hipótesis de carga y realizar combinaciones de hipótesis.

Identificar las verificaciones de estados límite últimos (resistencia, equilibrio) y de estados límite de servicio (deformación).

Predimensionar las barras de un pórtico.

Describir el funcionamiento del nudo rígido y del nudo articulado.

Elaborar un modelo simplificado para el cálculo cuyo comportamiento sea representativo del de la estructura real.

Dibujar la distribución de tensiones normales y tangenciales en una sección sometida a flexión y/o a compresión, indicando sus valores máximos.

Definir el modelo de una estructura en un programa de cálculo informático (geometría, enlaces, material, secciones, cargas, combinaciones y coeficientes de seguridad).

Representar en un programa de cálculo informático los diagramas de esfuerzos y deformadas para cada combinación de carga, así como las envolventes.

Explicar cómo se transmiten las fuerzas externas y reacciones a través de la estructura.

Identificar las solicitaciones (combinaciones de esfuerzos) que actúan en cada barra de una estructura.

Identificar los casos reales en que se produce compresión simple, flexión simple, flexión compuesta y flexión esviada.

Dimensionar y comprobar barras a partir del esfuerzo axial, del momento flector, y de solicitaciones compuestas (axil más flector).

Anexo 3

Rúbricas de evaluación de los problemas del curso 2011-12

Asignatura: Estructuras 1 PROBLEMA 1. ANÁLISIS DE TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

Grupo evaluado:				
Evaluador/es:				
Identificación del edificio:				
OBJETIVOS	ESCALA DE VALORACIÓN			puntos
	excelente (8 a 10)	bien (5 a 7)	insuficiente (0 a 4)	
ANÁLISIS DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL (7 puntos)				0,00
Información sobre el edificio	Adecuada y breve descripción y análisis del edificio, con selección de planimetría y fotografías relevantes, que permiten hacerse una idea clara del proyecto.	Información sobre el edificio adecuada, con algunas deficiencias poco importantes. Se ve que han entendido el edificio.	El edificio no se describe adecuadamente.	0
Forma y elementos de la estructura	Identifican el sistema estructural y sus elementos. Además, explican cuáles son las principales características del sistema estructural identificado.	Identifican los elementos de la estructura. Identifican el sistema estructural del edificio.	No se ha identificado la forma y elementos de la estructura, ni la tipología estructural.	0
Materiales de la estructura	Identifican el material. Además, explican los criterios de elección del material, y relacionan su comportamiento resistente con la forma y el tipo estructural del edificio.	Identifican el material o materiales de los elementos de la estructura.	No se ha identificado adecuadamente el material o materiales de los elementos de la estructura.	0
Funcionamiento de la estructura	Explican el funcionamiento de los distintos elementos estructurales con mucha claridad, apoyándose en gráficos.	Son capaces de explicar el funcionamiento de los distintos elementos estructurales: función, solicitaciones (flexión, compresión, tracción...) a los que están sometidos...	El funcionamiento indicado para los elementos de la estructura es incorrecto.	0
Relación entre la estructura y la arquitectura	Explican, razonando con rigor los condicionantes del diseño. Sin errores. Distinguen entre hechos documentados y suposiciones.	Relacionan correctamente la estructura con la Arquitectura del edificio, explicando los condicionantes que marcaron el diseño de la estructura en relación con el proyecto arquitectónico.	Relación entre la estructura y arquitectura incorrecta.	0
Elementos de soporte vertical	Localizan los pilares y muros, indicándolo con gráficos, de forma clara y precisa.	Localizan correctamente los elementos de soporte vertical (pilares, muros)	Errores importantes en la localización de los elementos de soporte vertical	0
Elementos de carga horizontal	Localizan las vigas y forjados, indicándolo con gráficos, de forma clara y precisa.	Localizan correctamente los elementos de carga horizontales (vigas, forjados..), distinguiendo entre elementos primarios y secundarios.	Errores importantes en la localización de los elementos de carga horizontales.	0
Luces	Indican las luces sin errores, de forma clara y precisa.	Indican las luces de vigas y forjados correctamente, o con errores poco importantes.	Errores importantes en las luces de vigas y forjados.	0
ASPECTOS FORMALES (1,5 puntos)				0,00
Orden y claridad, terminología, maquetación	Trabajo muy bien ordenado, claro, sintético, bien maquetado, sin erratas. La terminología empleada es correcta.	Trabajo claro y ordenado, con algunas erratas o puntos débiles.	Orden deficiente, poca claridad.	0
Gráficos	Los gráficos son claros y ayudan a la comprensión del trabajo.	Los gráficos no tienen claridad suficiente, aunque no dificultan la comprensión del texto.	Los gráficos no ayudan a la comprensión del trabajo.	0
COMPETENCIAS TRANSVERSALES (1,5 puntos)				0,00
Exposición de la presentación en público	Además, se explican con corrección y soltura, usando sus propias palabras. Se entiende que han asimilado el contenido de lo que exponen.	La exposición ha sido clara, ordenada y sintética.	Exposición desordenada, o poco clara, o demasiado extensa. Utilizan palabras que no comprenden, o no han asimilado. Se limitan a leer lo que hay escrito.	0
Debate sobre la presentación en público	Las intervenciones en el debate han sido breves, precisas y clarificadoras.	Han intervenido en el debate, aunque cometen errores.	No han intervenido en el debate.	0
PUNTOS FUERTES (aspectos más positivos)				NOTA
				0,0
PUNTOS DÉBILES (aspectos más negativos)				
OTROS COMENTARIOS				

Nota máxima con 1 objetivo insuficiente: 7

Nota máxima con 3 objetivos insuficientes: 4

Estructuras 1 - PROBLEMA 3. DIMENSIONADO DE VIGA A FLEXIÓN

Grupo-Alumno/s: G12-ejemplo		nota parcial de 0 a 10	peso en calificación total	nota ponderada
PASOS Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS PASOS Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	nota parcial de 0 a 10	peso en calificación total	nota ponderada
Comprobar la tensión normal debida al flector	Aplicar coeficientes de mayoración de acciones. Calcular el valor del momento flector máximo. Dibujar la distribución de tensiones normales, indicando su valor máximo. Determinar la tensión normal resistente, aplicando el coeficiente de minoración de resistencias. Comparar la tensión normal actuante con la resistente.	10,0	2,00	2,0
Comprobar la tensión tangencial debida al cortante	Aplicar coeficientes de mayoración de acciones. Calcular el valor del esfuerzo cortante máximo. Dibujar la distribución de tensiones tangenciales, indicando su valor máximo. Determinar la tensión tangencial resistente, aplicando el coeficiente de minoración de resistencias. Comparar la tensión tangencial actuante con la resistente.	10,0	1,50	1,5
Comprobar la flecha	Calcular la flecha máxima utilizando prontuarios de vigas. Determinar la flecha límite. Comparar la flecha máxima con la flecha límite.	10,0	1,50	1,5
Dimensionar el canto de la sección	A partir de las comprobaciones de la tensión normal, la tensión tangencial y la flecha, dimensionar el canto adecuado de la sección, por uno de estos procedimientos: a) Determinar el canto necesario para cada comprobación, y elegir el adecuado. b) Realizar un predimensionado inicial rápido, realizar las comprobaciones y dimensionar el canto adecuado en un proceso iterativo.	10,0	1,00	1,0
Analizar la viga con ordenador	Elaborar el modelo de la viga en el programa NM3D de Cype. Analizar la viga con NM3D, determinando diagramas de esfuerzos y deformadas, comprobando la viga y obteniendo el dimensionado definitivo.	10,0	2,00	2,0
Comparar el análisis manual y el informático	Relacionar el análisis manual y el informático, identificando diferencias y justificando sus causas.	10,0	2,00	2,0
CRITERIOS DE EVALUACIÓN				NOTA
<ul style="list-style-type: none"> - La aplicación de los conocimientos adquiridos para encontrar una solución al problema. - La claridad y precisión de las explicaciones, que deben facilitar la comprensión de los principios básicos que rigen el problema de dimensionar el canto de una viga. - La capacidad de síntesis. - La ausencia de errores en los cálculos. <p>Nota máxima con 1 apartado suspenso: 7 Nota máxima con 2 apartados suspensos: 4</p>				10,0
PUNTOS FUERTES (aspectos más positivos)				
PUNTOS DÉBILES (aspectos más negativos)				
OTROS COMENTARIOS				

Diseño y Evaluación de un programa para aprender Estructuras mediante ABP

Estructuras 1 - PROBLEMA 4. PROYECTO DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL 2D

Grupo-Alumno/s:	
Evaluador/es:	

OBJETIVOS	ESCALA DE VALORACIÓN			puntos
	excelente (A) (8 a 10)	bien (B) (5 a 7)	insuficiente (C) (0 a 4)	
1. MODELO ESTRUCTURAL (1,5 puntos)				0,0
Modelo estructural para cálculo por ordenador	Demuestran que se han documentado para realizar un modelo que incluya simplificaciones en la geometría y enlaces de la estructura. Explican y reflexionan.	El modelo estructural es apropiado para el análisis que se va a realizar y representa acertadamente, o con pequeñas deficiencias, el comportamiento de la estructura real.	El modelo estructural no es apropiado o no representa a la estructura real.	
Modelo simplificado de vigas y viguetas para cálculo manual (cargas verticales)	Además, demuestran que entienden bien la naturaleza de las simplificaciones realizadas. Explican y reflexionan.	Elaboran con acierto un modelo estructural muy simplificado que les permita realizar un cálculo manual o con prontuarios, y aplicar posteriormente los resultados del cálculo para comprobar la validez del análisis por ordenador.	Cometen errores importantes a la hora de realizar un modelo simplificado para relacionar el cálculo manual y el automático.	
2. ANÁLISIS POR ORDENADOR (2,5 puntos)				0,0
Acciones, hipótesis y combinaciones	Comprenden a la perfección la forma en que el programa de cálculo maneja las acciones, hipótesis simples y combinaciones.	Determinan correctamente las acciones, las asignan a hipótesis de carga y, al interpretar los resultados, saben escoger las combinaciones apropiadas en cada caso.	Hay errores importantes relacionados con las acciones, hipótesis simples y combinaciones.	
Esfuerzos	Además, realizan comprobaciones gráficas o visuales para verificar, dentro de lo posible, que los esfuerzos son correctos. Relacionan esfuerzos y reacciones.	Analizan los diagramas de esfuerzos obtenidos con el programa para las hipótesis o combinaciones más significativas.	No comprueban ni analizan los diagramas de esfuerzos, o lo hacen de forma incorrecta.	
Deformada	Además, realizan comprobaciones gráficas o visuales para verificar, dentro de lo posible, que la deformada es correcta. Relacionan deformada y flector.	Analizan la deformada obtenida con el programa de ordenador para las hipótesis o combinaciones más significativas.	No comprueban ni analizan la deformada, o lo hacen de forma incorrecta.	
Comprobaciones de ELU: resistencia de secciones (N, M, V, N+M+V)	Se ha comprobado su cumplimiento. En un pilar y en una viga muy solicitados se ha identificado la comprobación más desfavorable y la combinación que la produce y se ha reflexionado sobre su coherencia con el modelo.	Se ha comprobado su cumplimiento, con algunas deficiencias poco importantes.	No se ha comprobado su cumplimiento, o se ha realizado de forma inadecuada.	
Comprobaciones de ELS: flecha en vigas	Se ha comprobado su cumplimiento. Se ha identificado la viga con más flecha y la combinación que la produce.	Se ha comprobado su cumplimiento, con algunas deficiencias poco importantes.	No se ha comprobado su cumplimiento, o se ha realizado de forma inadecuada.	
3. CÁLCULO MANUAL APROXIMADO (2,5 puntos)				0,0
Reacciones y esfuerzos	Demuestran que conocen bien la técnica para determinar los esfuerzos en una sección y para dibujar a estima los diagramas de esfuerzos de estructuras sencillas.	Determinan correctamente los esfuerzos a mano en algunas secciones significativas, y dibujan a estima los diagramas con errores poco importantes.	No determinan esfuerzos ni diagramas a mano, o lo hacen con errores importantes.	
Tensiones	Además, demuestran que conocen bien cómo es la distribución de tensiones en la sección, para todas las solicitaciones presentes en la estructura.	Dibujan correctamente la distribución tensional en secciones significativas de la estructura (al menos, en una vigueta, una viga y un pilar), y calculan el valor máximo.	No dibujan las tensiones en ninguna sección, o lo hacen con errores importantes.	
Comparar con los resultados del ordenador	Relacionan adecuadamente la solución manual, simplificada, con el modelo más complejo de la estructura calculado por ordenador, comparando esfuerzos, deformada,... y justifican las posibles diferencias entre ambas.	Los resultados del cálculo manual se utilizan correctamente (o con errores poco importantes) para acotar, verificar o interpretar la solución obtenida por ordenador.	No se relacionan correctamente el cálculo manual y el informático.	
4. REFLEXIÓN (1,5 puntos)				0,0
Análisis crítico del diseño	Obtienen conclusiones relevantes sobre el comportamiento y la idoneidad de la estructura analizada.	Aplican los resultados del análisis estructural para interpretar la solución estructural adoptada en la estructura.	No analizan el diseño o lo hacen erróneamente, o sin aplicar los resultados del análisis.	
Descripción del funcionamiento de la estructura	Demuestran que dominan los conceptos claves para entender el funcionamiento estructural. Hacen análisis comparativos. Comprueban hipótesis a través del análisis estructural.	Buen análisis del funcionamiento de la estructura, apoyado con dibujos y esquemas. Se comprende el funcionamiento de la estructura.	No parecen haber entendido el funcionamiento de la estructura.	
5. COMPETENCIAS TRANSVERSALES (1 puntos)				0,0
Organización, planificación y aprendizaje cooperativo durante el proceso del trabajo	El proceso de trabajo se ha organizado y planificado adecuadamente, y ha habido aprendizaje cooperativo, en relación a las instrucciones facilitadas y los objetivos de aprendizaje.	El proceso de trabajo ha tenido algunas deficiencias poco importantes en cuanto a organización, planificación y aprendizaje cooperativo.	El proceso de trabajo ha tenido poca planificación y organización, o han sido inadecuadas, y ha habido poco aprendizaje cooperativo.	
6. ASPECTOS FORMALES (1 puntos)				0,0
Orden y claridad, maquetación e índice	Trabajo muy bien ordenado, claro, bien maquetado, estética cuidada.	Trabajo claro y ordenado, con algunas erratas o puntos débiles.	Orden deficiente, poca claridad.	
Gráficos	Ilustran la explicación con gráficos o dibujos, preferiblemente hechos por ellos, que ayudan a entender los conceptos.	Se usan gráficos sólo ocasionalmente, o estos no son muy clarificadores.	No se usan gráficos.	
NOTA				0,0
Para aprobar el proyecto es necesario tener aprobados los apartados 1 al 6				0,0
PUNTOS FUERTES:				
PUNTOS DÉBILES:				

Asignatura: Estructuras 1

PROBLEMA 5: DISEÑO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Grupo-Alumno/s:	
Evaluador/es:	
Identificación del edificio:	

OBJETIVOS	ESCALA DE VALORACIÓN			puntos
	excelente (A) (0,8-1,0)	bien (B) (0,5-0,7)	insuficiente (C) (0,0-0,4)	
1. DISEÑO ESTRUCTURAL (1,5 puntos)				0,0
geometría de la estructura	Diseño adecuado, situación adecuada de pilares, vigas y pórticos, luces adecuadas, buena dirección de forjados.	Diseño correcto, buena disposición general de elementos, con algunas deficiencias poco importantes.	Diseño inadecuado, mala disposición de vigas y/o pilares, o luces inadecuadas.	
Definición del diseño	Dibujos claros que definen con precisión el diseño realizado	Dibujos correctos, con algunas deficiencias poco importantes.	Los dibujos no definen adecuadamente el diseño.	
2. MODELO ESTRUCTURAL (1,5 puntos)				0,0
Modelo estructural para cálculo por ordenador	Demuestran que se han documentado para realizar un modelo que incluya simplificaciones en la geometría y enlaces de la estructura. Explican y reflexionan.	El modelo estructural es apropiado para el análisis que se va a realizar y representa acertadamente, o con pequeñas deficiencias, el comportamiento de la estructura real.	El modelo estructural no es apropiado o no representa a la estructura real.	
Modelo simplificado de vigas y viguetas para cálculo manual (cargas verticales)	Además, demuestran que entienden bien la naturaleza de las simplificaciones realizadas. Explican y reflexionan.	Elaboran con acierto un modelo estructural muy simplificado que les permita realizar un cálculo manual o con pronuarios, y aplicar posteriormente los resultados del cálculo para comprobar la validez del análisis por ordenador.	Cometen errores importantes a la hora de realizar un modelo simplificado para relacionar el cálculo manual y el automático.	
3. ANÁLISIS POR ORDENADOR (2,5 puntos)				0,0
Acciones, hipótesis y combinaciones	Comprenden a la perfección la forma en que el programa de cálculo maneja las acciones, hipótesis simples y combinaciones.	Determinan correctamente las acciones, las asignan a hipótesis de carga y, al interpretar los resultados, saben escoger las combinaciones apropiadas en cada caso.	Hay errores importantes relacionados con las acciones, hipótesis simples y combinaciones.	
Esfuerzos	Además, realizan comprobaciones gráficas o visuales para verificar, dentro de lo posible, que los esfuerzos son correctos. Relacionan esfuerzos y reacciones.	Analizan los diagramas de esfuerzos obtenidos con el programa para las hipótesis o combinaciones más significativas.	No comprueban ni analizan los diagramas de esfuerzos, o lo hacen de forma incorrecta.	
Deformada	Además, realizan comprobaciones gráficas o visuales para verificar, dentro de lo posible, que la deformada es correcta. Relacionan deformada y flector.	Analizan la deformada obtenida con el programa de ordenador para las hipótesis o combinaciones más significativas.	No comprueban ni analizan la deformada, o lo hacen de forma incorrecta.	
Comprobaciones de ELU: resistencia de secciones (N, M, V, N+M+V)	Se ha comprobado su cumplimiento. En un pilar y en una viga muy solicitados se ha identificado la comprobación más desfavorable y la combinación que la produce y se ha reflexionado sobre su coherencia con el modelo.	Se ha comprobado su cumplimiento, con algunas deficiencias poco importantes.	No se ha comprobado su cumplimiento, o se ha realizado de forma inadecuada.	
Comprobaciones de ELS: flecha en vigas	Se ha comprobado su cumplimiento. Se ha identificado la viga con más flecha y la combinación que la produce.	Se ha comprobado su cumplimiento, con algunas deficiencias poco importantes.	No se ha comprobado su cumplimiento, o se ha realizado de forma inadecuada.	
4. CÁLCULO MANUAL APROXIMADO (1,5 puntos)				0,0
Reacciones y esfuerzos	Demuestran que conocen bien la técnica para determinar los esfuerzos en una sección y para dibujar a estima los diagramas de esfuerzos de estructuras sencillas.	Determinan correctamente los esfuerzos a mano en algunas secciones significativas, y dibujan a estima los diagramas con errores poco importantes.	No determinan esfuerzos ni diagramas a mano, o lo hacen con errores importantes.	
Tensiones	Además, demuestran que conocen bien cómo es la distribución de tensiones en la sección, para todas las solicitaciones presentes en la estructura.	Dibujan correctamente la distribución tensional en secciones significativas de la estructura (al menos, en una vigueta, una viga y un pilar), y calculan el valor máximo.	No dibujan las tensiones en ninguna sección, o lo hacen con errores importantes.	
Comparar con los resultados del ordenador	Relacionan adecuadamente la solución manual, simplificada, con el modelo más complejo de la estructura calculado por ordenador, comparando esfuerzos, deformada,.... y justifican las posibles diferencias entre ambas.	Los resultados del cálculo manual se utilizan correctamente (o con errores poco importantes) para acotar, verificar o interpretar la solución obtenida por ordenador.	No se relacionan correctamente el cálculo manual y el informático.	
5. REFLEXIÓN (1,5 puntos)				0,0
Análisis crítico del diseño	Obtienen conclusiones relevantes sobre el comportamiento y la idoneidad de la estructura analizada.	Aplican los resultados del análisis estructural para interpretar la solución estructural adoptada en la estructura.	No analizan el diseño o lo hacen erróneamente, o sin aplicar los resultados del análisis	
Descripción del funcionamiento de la estructura	Demuestran que dominan los conceptos claves para entender el funcionamiento estructural. Hacen análisis comparativos. Comprueban hipótesis a través del análisis estructural.	Buen análisis del funcionamiento de la estructura, apoyado con dibujos y esquemas. Se comprende el funcionamiento de la estructura.	No parecen haber entendido el funcionamiento de la estructura.	
6. COMPETENCIAS TRANSVERSALES (0,5 puntos)				0,0
Organización, planificación y aprendizaje cooperativo durante el proceso del trabajo	El proceso de trabajo se ha organizado y planificado adecuadamente, y ha habido aprendizaje cooperativo, en relación a las instrucciones facilitadas y los objetivos de aprendizaje.	El proceso de trabajo ha tenido algunas deficiencias poco importantes en cuanto a organización, planificación y aprendizaje cooperativo.	El proceso de trabajo ha tenido poca planificación y organización, o han sido inadecuadas, y ha habido poco aprendizaje cooperativo.	
7. ASPECTOS FORMALES (1 puntos)				0,0
Orden y claridad, maquetación e índice	Trabajo muy bien ordenado, claro, bien maquetado, estética cuidada.	Trabajo claro y ordenado, con algunas erratas o puntos débiles.	Orden deficiente, poca claridad.	
Gráficos	Ilustran la explicación con gráficos o dibujos, preferiblemente hechos por ellos, que ayudan a entender los conceptos.	Se usan gráficos sólo ocasionalmente, o estos no son muy clarificadores.	No se usan gráficos	
Para aprobar el proyecto es necesario tener aprobados los apartados 1 al 7				NOTA
				0,0
PUNTOS FUERTES:				
PUNTOS DÉBILES:				

Anexo 4

Cuestionario de evaluación para los expertos

Cuestionario de evaluación del programa de la asignatura Estructuras 1

En el marco de una investigación sobre diseño y evaluación de programas para la docencia de estructuras en el grado de Arquitectura, hemos diseñado el programa de la asignatura Estructuras 1, que se imparte en primer curso.

Le rogamos que evalúe el diseño del programa, en su calidad de experto, de acuerdo con el siguiente cuestionario. El cuestionario consta de 4 preguntas con una escala de valoración de **1 a 5** (1 = muy inadecuado / 5 = muy adecuado) y 3 preguntas de respuesta abierta. No obstante, en las 4 primeras preguntas hemos incluido también espacio para que incluya cualquier comentario si lo estima oportuno.

Su opinión permitirá recopilar información valiosa para elaborar un plan de mejora.

Además del documento de diseño del programa, le adjuntamos la siguiente documentación complementaria: un tema, el enunciado de un problema y la rúbrica de evaluación de un problema.

Puede consultar esta documentación para ubicar con más claridad el diseño del programa que hemos realizado, que ha incluido la preparación del siguiente material del curso: temario, técnicas básicas para la resolución de problemas, enunciado de problemas, rúbricas de evaluación de problemas, videos sobre cálculo de esfuerzos, programa kilo para cálculo de esfuerzos y dibujo de sus diagramas.

En caso de dudas, puede consultarlas a Enrique de Justo ejem@us.es 660.176.504.

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

Comentarios:

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

Comentarios:

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

Comentarios:

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

Comentarios:

Puntos fuertes

¿Cuáles considera que son los aspectos más positivos del programa?

Puntos débiles

¿Cuáles considera que son los aspectos más negativos del programa?

Propuestas de mejora

Indique las propuestas de mejora del programa que considere oportunas

Le agradecemos su colaboración.

Anexo 5

Respuestas de los expertos al cuestionario de evaluación

Experto: 1

Departamento: Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación

Universidad: Sevilla

Especialidad: Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

Aparentemente lo son, aunque no tengo la certeza de que efectivamente lo sean por mi desconocimiento de esta materia.

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

La metodología ABP se adapta de forma muy adecuada al aprendizaje de este tipo de contenidos

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

Faltan fuentes documentales de información que vayan más allá de los apuntes de la asignatura. EL ABP conlleva trabajo autónomo y necesidad de consultar información diversa y de distinta procedencia, sin que sea necesariamente la elaborada por los profesores en forma de apuntes. Podría darse un listado de referencias bibliográficas que pudieran ser útiles.

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

Deberían hacerse explícitos los criterios de evaluación, completándolos por ejemplo con la inclusión en el programa de las rúbricas utilizadas.

Los criterios mencionados en el programa hacen referencia solo a los problemas, y parece sobreentenderse que se orientan a la evaluación de resultados, sin incluir la evaluación del proceso de aprendizaje.

Queda la duda sobre qué se entiende por test individual, como instrumento de evaluación. Debería explicarse en qué consisten, qué tipo de preguntas incluye, con qué extensión, cómo fomentan la responsabilidad individual, etc.

No queda claro cómo se evalúan las actividades breves, y tampoco cómo se llevan a cabo la autoevaluación y evaluación por pares (mejor que coevaluación). Convendría dar información sobre el procedimiento seguido para su aplicación.

Podría comentarse de qué manera se consideran o no, a la hora de establecer la calificación final, las actividades breves y la evaluación por los alumnos.

Puntos fuertes

La metodología activa y participativa que se adopta, mediante el ABP

La utilización de recursos y medios adecuados, asegurando la idoneidad de los mismos para el tipo de actividades que se desarrollan.

Puntos débiles

La no suficiente claridad, transparencia y concreción en el sistema de evaluación.

No se mencionan recursos bibliográficos, los cuales serán útiles para el aprendizaje autónomo de los alumnos

Propuestas de mejora

Explicitar los criterios de evaluación utilizados, cubriendo la totalidad de las competencias objeto de aprendizaje.

Describir con algo más de detalle en qué consisten y cómo se aplicarán los diferentes instrumentos y técnicas de evaluación

Concretar procedimientos para la evaluación de las competencias genéricas o transversales, especialmente las que se trabajan de modo intenso.

Incluir un listado final de fuentes bibliográficas útiles para el aprendizaje de los alumnos.

Experto: 2

Departamento: Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación

Universidad: Sevilla

Especialidad: Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

5

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

5

Me parece la mejor opción posible, pues se adapta a las nuevas necesidades y se desliga convenientemente de modelos obsoletos cuya valía hoy en día sería más que cuestionable.

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

5

Considero que hoy en día la introducción de la informática en este campo resulta no solo necesaria, sino más bien indispensable.

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

4

Basándonos en los principios de la evaluación orientada al aprendizaje, el programa presentado responde perfectamente a los mismos, con actividades de autoevaluación y evaluación por pares que resultan interesantes, si bien cabría barajar la posibilidad de que el alumnado tuviese mayor presencia en la toma de decisiones sobre determinados aspectos del proceso. Quizás el profesor podría “negociar” con ellos determinados criterios que les afectan directamente e incluso tomar en cuenta sus opiniones en la calificación de determinados aspectos (evaluación compartida).

Puntos fuertes

Valoro, por encima de todo, la adaptación del programa a las necesidades actuales, superando planteamientos que si bien en otros tiempos resultaron eficaces, desde luego no resultarían tan eficientes como el modelo ABP presentado. Sinceramente, creo que la ejecución del programa planteado lograría mejores resultados y mayor nivel de satisfacción del alumnado que cualquier otra metodología que pudiera ponerse en práctica.

Puntos débiles

No considero que el programa tenga puntos débiles dignos de mención.

Propuestas de mejora

Creo que el programa es excelente, solo cabría sugerir que el responsable reflexionase sobre lo señalado en el apartado de evaluación.

Experto: 3

Departamento: Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación

Universidad: Sevilla

Especialidad: Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

5

Desde mi desconocimiento de la materia, cruzando las competencias y los temas, parecen adecuados.

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

2

Considero que no hay coherencia entre la metodología que se expresa que se va a desarrollar (enseñanza basada en problemas y las actividades que se plantean. Los problemas –aunque no se describen- parecen ser muy puntuales y no parece que vayan a facilitar un trabajo más o menos amplio de indagación y creación por parte del alumnado. Da la impresión –con la breve descripción de los problemas- que es una suma de pequeñas actividades con una respuesta concreta (no varias alternativas que implicaría el ABP). En todo caso, las dos últimas actividades sí parecen responder a las características propias del ABP. Tal vez podrían utilizarse para integrar los contenidos de los temas anteriores.

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

4

Habría que prever material bibliográfico que podría estar disponible en el aula (física o virtual).

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

3

Queda muy en el aire qué se va a evaluar. Debe hacer referencia a las competencias que se desean desarrollar. Se deben concretar más los momentos. Si se hacen problemas más amplios es posible no tener que seleccionar sólo algunos de ellos para que sean evaluados a mitad del proceso. Hay que concretar el seguimiento del profesorado (qué hace, qué evalúa...) y los criterios de evaluación de las exposiciones.

Puntos fuertes

El intento de introducir una metodología de enseñanza basada en problemas. Considerar la relación competencias –“temas” (por su forma de redacción no los denominaría así. El término tema entiendo que hace referencia a contenidos conceptuales, aunque es cierto que es la terminología con la que nos entendemos, en líneas generales, los docentes.

Puntos débiles

Suma de problemas. Tal vez habría que elegir problemas más amplios y abiertos.

Falta de concreción de algunos aspectos como el seguimiento, criterios de evaluación ligados a las competencias, coherencia con los procedimientos de evaluación.

Propuestas de mejora

Ver el punto anterior (mejorar los aspectos que se señalan).

Experto: 4

Departamento: Arquitectura de Computadores

Universidad: Politécnica de Cataluña

Especialidad: ABP, Aprendizaje Cooperativo

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

Sobre esta cuestión prefiero no pronunciarme porque no soy experto en la materia que se imparte.

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

Considero que la metodología ABP es ideal para el aprendizaje de esta material. El planteamiento que se hace es muy adecuado.

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

Sí.

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

La cuestión de la evaluación no está demasiado clara. Ver las consideraciones que hago al respecto en el apartado 7.

Puntos fuertes

Lo que me parece más valioso es la apuesta fuerte que se hace por la metodología ABP para todo el programa de la asignatura. Además, parece que es un proyecto compartido por un equipo de profesores y fundamentado en alguna experiencia previa satisfactoria. Todo ello augura un éxito en la implantación de este programa.

Puntos débiles

Creo que hay dos aspectos sobre los que hay que afinar más:

El programa detallado de las actividades que se desarrollan para la resolución de cada problema

La evaluación

Probablemente el equipo de profesores ha profundizado más en estas cuestiones en otros documentos, pero los que yo he manejado para hacer esta valoración no contienen suficiente detalle sobre estos aspectos.

Propuestas de mejora

Comentaré brevemente los dos aspectos señalados antes: la planificación de las actividades y la evaluación.

En el documento de descripción diseño de la asignatura, que me parece que está muy bien planteado, echo en falta una descripción un poco detallada del flujo de actividades que ocurren durante las tres semanas que dura un problema, para que el lector se haga una idea más precisa de qué se está proponiendo.

He encontrado algún detalle más al respecto en los ejemplos de problemas que se han ajuntado, pero la información sigue siendo insuficiente. Comento a continuación algunas dudas que me surgen.

A pesar de que se indica que se usa aprendizaje basado en problemas, me da la impresión de que los alumnos hacen un pequeño proyecto cuyo resultado es un informe donde se resuelven algunas cuestiones técnicas.

Es importante dejar claro si se trabaja en modo problemas o en modo proyectos. Por ejemplo, si es modo problemas entonces los grupos son grandes (por ejemplo, de 8 alumnos) y se pone menos énfasis en el producto (ese informe) que en el debate, contraste de hipótesis, discusión guiada en el grupo de 8, etc. Si se trabaja en modo proyecto entonces los grupos son más pequeños (3 ó 4) y se pone más énfasis en el producto, la planificación y reparto del trabajo, las entregas parciales para supervisar el trabajo, los conflictos de grupo, etc.

Tomemos ahora el ejemplo del problema 3 en el que hay una tabla resumen del proceso y las actividades. Según se cuadro, en la segunda sesión de la semana se plantea el problema. Cuando se usa ABP normalmente se produce en ese momento una primera discusión dirigida para enfocar los temas que hay que estudiar para poder abordar el problema. Y se produce también un reparto de tareas entre los miembros del grupo. Todo eso debería ocurrir en esa sesión, pero no queda claro en ese cuadro que esto ocurra. Después cada alumno debe hacer un estudio individual. No está claro en qué consiste el estudio. ¿Debe tratar de resolver el problema el solo? ¿O debe preparar algunos aspectos que ayudarán luego al grupo a resolver juntos el problema?

En la primera sesión de la siguiente semana se pone en común el trabajo realizado. ¿Cuánto tiempo se dedica a esta tarea? ¿Cuál es el procedimiento? Seguramente hay varios grupos distintos en clase simultáneamente. ¿Se ponen las cosas en común entre los grupos o solamente dentro de cada grupo? ¿Cuál es el resultado de esa puesta en común? ¿Qué significa “volver al problema”? ¿En qué consiste la siguiente fase de estudio individual?

En resumen, las planificaciones que veo son poco detalladas y generan dudas. Recomiendo que se intente describir en el documento de diseño un modelo de cómo se progresa en un problema “tipo” para que el lector se haga una idea un poco más precisa del proceso.

Sobre la evaluación.

No me queda claro si ese 85% de problemas de estructuras es la misma nota para todos los miembros del grupo o si cada alumno tendrá nota diferente. En el segundo caso, cómo se diferenciará entre alumnos del mismo grupo.

Otro aspecto importante es qué pasa si un alumno no supera la evaluación individual. Si el 85% es nota de grupo, podría ocurrir que un alumno en un buen grupo aprobase sin haber aprendido mucho y con una muy mala nota individual que solo vale el 15%.

Finalmente, ¿existe algún mecanismo para la evaluación de las competencias genéricas como el trabajo en grupo o la capacidad de aprender de forma autónoma?

Experto: 5

Departamento: Estructuras en la Arquitectura

Universidad: Politécnica de Cataluña

Especialidad: Docencia de Estructuras, Actividad profesional en el campo de las estructuras

Comentarios globales

En lo que concierne a vuestro planeamiento del programa de la asignatura de Estructuras I, lo considero muy interesante y ágil. Este nuevo espíritu que introducís en el planteamiento general, con los ejercicios que proponéis (muy bien la elección de la obra de Koenig) y con la presencia de las tipologías estructurales ya desde el primer tema, me parece muy acertado.

Puesto a encontrar algún pequeño reparo, encuentro a faltar algo parecido al tema de cómo se desarrolla el “proceso de diseño y cálculo estructural” de un edificio, un poco en la línea de lo que configura el tema 2 de mis apuntes de estructuras I de la ETSAVallés, aunque luego, en las cuestiones referentes al ejercicio pedís opiniones concretas que tienen que ver con ello (Relación estructura-arquitectura, por ejemplo).

Experto: 6

Departamento: Mecánica de Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno

Universidad: Sevilla

Especialidad: Docencia de Estructuras, TIC en la docencia

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

Los contenidos conceptuales están muy bien desarrollados pero desde la perspectiva de un ingeniero se considera que faltan contenidos sobre procedimientos de cálculo.

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

El alumno puede utilizar las herramientas didácticas (elaboradas por el profesor) de manera muy interactiva. El proceso de aprendizaje del alumno se puede producir en coherencia con los principios de la metodología constructivista.

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

Es mejorable en cuanto a cantidad de software, casos de estudio, etc. pero el enfoque de los medios y recursos me gusta.

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

Creo que la participación en la evaluación del alumnado genera una dinámica de participación, obliga al alumno a revisar otros trabajos y favorece el aprendizaje en anillo.

Puntos fuertes

Creo que la metodología docente propuesta favorece la participación del alumnado y su implicación en tareas de grupo, de manera que el aprendizaje colaborativo y el debate sobre los contenidos del programa se ven favorecidos por el enfoque metodológico.

Puntos débiles

Considero que hacer un desarrollo de la asignatura con esta metodología implica un trabajo muy fuerte del profesorado. Creo que hay que encontrar unos criterios que permitan estandarizar la tarea del docente y para ello creo que hay que definir muy bien el rol del profesor. En definitiva definir un modelo de madurez que no agote al docente, que permita el intercambio de docentes en la asignatura y mantener el número de reuniones de coordinación del equipo docente en valores razonables.

Propuestas de mejora

Incrementar los contenidos de procedimientos de cálculo. La experiencia que puedo contar es que los procedimientos obligan a que el alumno realice un esfuerzo de comprensión y de aplicación de la teoría de estructuras.

Diversificar el esfuerzo de desarrollo de herramientas software entre apoyo a la labor del profesorado y ayuda al aprendizaje del alumno.

Experto: 7

Departamento: Mecánica de Medios Continuos, Teoría de Estructuras e Ingeniería del Terreno

Universidad: Sevilla

Especialidad: Docencia de Estructuras, Actividad profesional en el campo de las estructuras

Contenidos (¿qué se aprende?)

¿Considera adecuados los contenidos de la asignatura?

5

Me parecen muy acertados los contenidos para el curso de ingreso en la Escuela, especialmente el tocar el proceso completo de diseño y análisis estructural, llegando a un proyecto elemental. Resulta fundamental la incorporación de aplicaciones informáticas desde el primer momento.

Metodología docente (¿cómo se aprende?)

¿Considera adecuada la metodología docente empleada en la asignatura?

5

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es a mi juicio especialmente adecuado para la formación en Estructuras. Enseñar esta forma de trabajar implicará beneficios para el desarrollo del estudiante como arquitecto.

Medios y recursos (¿con qué se aprende?)

¿Considera adecuados los medios y recursos empleados en la asignatura?

4

La no impartición de clases teóricas me parece una apuesta valiente. Me surgen dudas, dado lo ajustado del calendario, sobre las posibilidades reales de conducción del curso por parte del profesor cuando se produce alguna carencia fundamental. Son procesos muy intensos que se desarrollan en espacios temporales muy cortos (de 2-3 semanas).

Evaluación (¿cómo se evalúa lo que se aprende?)

¿Considera adecuado el sistema de evaluación de la asignatura?

4

La implicación de los estudiantes en el proceso de evaluación es sin duda positiva. Las rúbricas desarrolladas me parecen rigurosas y detalladas. Me surgen dudas sobre los criterios de calidad para aceptar las rúbricas de coevaluación y autoevaluación, por la gran influencia que tienen en la evaluación (50%).

Puntos fuertes

El estudiante podrá trasladar la metodología aprendida a su práctica profesional, de modo que cada nuevo "problema" (proyecto, obra, informe, dictamen) se pueda convertir en una oportunidad para continuar aprendiendo.

Se trata del primer acercamiento a las Estructuras en la formación de arquitectos, el hecho de acercar el proyecto de estructura como finalidad del proceso al primer curso permitirá comprender mejor las implicaciones de las estructuras en el proceso de creación arquitectónica:

desde la tipología al proyecto, incorporando los conceptos relacionados con el comportamiento y análisis estructural.

Puntos débiles

Básicamente los relacionados con lo extenso del programa en el espacio temporal disponible. Aunque esta cuestión entiendo que tiene difícil solución, salvo asumir la simplificación de algunos temas desviándolos a cursos posteriores. La dificultad estará en no perder el carácter global del planteamiento, que a mi juicio es una de las grandes virtudes de la propuesta.

Propuestas de mejora

Propongo la puesta en marcha de una coordinación con cursos posteriores en los que se continúe aplicando la metodología aprendida. En esta línea se pueden organizar para cada curso reuniones que permitan a los profesores futuros recoger el testigo del curso anterior. El Aprendizaje Basado en Problemas implica que cada curso académico y cada grupo son diferentes, los estudiantes son una pieza fundamental en la metodología. La información para el profesor del siguiente curso de en qué conceptos se ha trabajado con mayor intensidad, donde hay lagunas, etc., favorecerá la continuidad de la metodología propuesta, su aplicación y ajuste a cada grupo concreto en cursos posteriores.

Anexo 6

Cuestionario de observación del módulo para profesores

Cuestionario de observación del desarrollo del módulo

Grupo: **Módulo:**

Asistencia

¿Cuál es el porcentaje medio aproximado de asistencia a clase en tu grupo? (No contar los alumnos que hayan dejado la asignatura a principio de curso)

Trabajo en equipo

¿Hay algún equipo de alumnos que no esté funcionando adecuadamente? ¿Por qué?

Documentación (apuntes, técnicas básicas, videos, etc...)

¿Has observado deficiencias en la documentación de apoyo al módulo? ¿Cuáles?

Cronograma

¿Las clases están siguiendo el calendario previsto, o hay retrasos?

Otras dificultades

Comentarios sobre dificultades adicionales que hayas encontrado en este módulo

Anexo 7

**Objetivos de aprendizaje recopilados en las actas
de sesión tutorial**

PROBLEMA 2. ESFUERZOS Y DEFORMADAS

Grupo 1.13

Diferencia entre resistencia y rigidez (correcto)

Ventajas de los diferentes tipos de vigas (no aplicable)

¿Qué hacer para que no se produzcan fisuras? (correcto)

Diferencia entre esfuerzo y tensión (correcto)

Diferencia entre fisuras y deformación (correcto)

¿Dónde se encuentra la rebanada de esfuerzo máximo? (conoc previo)

¿Cómo se dimensiona una viga para cada esfuerzo? (general)

¿Cómo influye el perfil y el material de la viga en los esfuerzos? (correcto)

Definición de esfuerzo interno (conoc previo)

¿Qué es el momento flector? (conoc previo)

¿Por qué calculamos las viguetas suponiendo carga uniforme si las cargas de personas, muebles, etc... son puntuales? (correcto)

¿Cómo afecta la distancia entre apoyos a la deformación de la viga? (correcto)

Método para calcular los esfuerzos internos en una rebanada (correcto)

Grupo 1.05

Calcular esfuerzos en otros casos (correcto)

¿Los esfuerzos se estudian independientemente? (correcto)

¿Empleamos un método adecuado para calcular esfuerzos? (correcto)

¿Fisuras y deformación de cada esfuerzo? (correcto)

Interpretación de los diagramas de esfuerzos (correcto)

¿Cuándo se produce un momento torsor? (correcto)

¿Cuál es el dimensionado de la viga? (enunciado)

¿Cómo se interpreta la gráfica de los esfuerzos cortantes y cómo se dibujaría ese esfuerzo en una viga? (correcto)

¿Cómo se dimensionan las vigas, en función de las cargas que soportan? (enunciado)

Criterios de signo de esfuerzos (axil, cortante y flector) (correcto)

Aprender esfuerzos (general)

El por qué de las formas de las deformadas (b, general)

Tipo de deformación que pueden llegar a dar (general)

¿La forma de la deformación es la misma que la que obtenemos en el diagrama? (correcto)

Búsqueda de la información sobre las deformaciones y las acciones de los esfuerzos (general)

Justificar las distintas hipótesis de deformación de la ménsula con momento puntual. ¿Por qué no son verdaderas? (correcto)

PROBLEMA 3. DIMENSIONADO DE UNA VIGA A FLEXIÓN

Sesión 3.1

Grupo 1.13

¿Cómo influye el canto en la deformación de una viga? (correcto)

¿Qué es la resistencia característica? (superficial)

¿Cómo influye el peso propio de una viga? (impreciso)

¿Cómo se dimensiona una viga? (superficial)

Relación entre canto-ancho-longitud (poco concreto)

Relación entre el módulo de elasticidad y la resistencia del material (superficial)

¿Qué es la resistencia característica y módulo de elasticidad? (superficial)

Los datos conocidos tenemos que saber relacionarlos mediante algún método para solucionar el problema (poco concreto)

¿Qué es y cómo se aplica el módulo de elasticidad, resistencia característica y peso propio? (superficial)

¿Cómo se dimensiona una vigueta y viga? (superficial)

¿Qué afecta a la madera, para su dimensionado? (Humedad, temperatura, oxidación de clavos...) (correcto)

¿Qué es el eje neutro? (correcto)

¿Cómo hallar el momento de inercia? (correcto)

¿Hay limitaciones en el CTE? (correcto)

Sesión 3.2

Grupo 1.13

Diferencia entre flecha máxima y flecha límite, debido a que el valor obtenido para el canto a través de estos nos da un valor que creemos erróneo. (correcto)

Concepto de flexión compuesta y flexión esviada. (poco concreto)

¿Existe algún límite de luz? Si es así, cómo se calculará la luz máxima. (correcto)

¿Existe algún material cuyo ancho junto con sus características actúe igual que el acero en forma de I? (impreciso)

Cómo influye el módulo de elasticidad en el momento de Inercia? (impreciso)

¿Cómo despejar h , es decir, a qué fórmula igualamos para obtenerla? (superficial)

¿Qué es estado límite último y estado límite de servicio? (correcto)

¿Flecha máxima? (poco concreto, superficial)

Concepto de Inercia (correcto)

¿Qué canto se debe poner en el momento de inercia? (correcto)

¿Cuál es la razón por la que el ancho de una vigueta mide 100mm? (superficial, irrelevante)

¿Cómo influye el peso propio de una viga? (poco concreto, superficial)

Grupo 1.05

¿Por qué es mejor esto que esto ? (correcto)

Cálculo de la resistencia tangencial...¿depende del material?... ¿siempre es $f_{vk} = f_k / \sqrt{3}$? (correcto)

¿Qué tipo de flecha es más recomendable para los cálculos? (correcto)

Tipos de estados límite (últimos, de servicio) (correcto)

Asentar los conocimientos, ya que hemos tenido dificultades a la hora de hacer el problema. (poco concreto)

¿Qué valor de q usamos para calcular la flecha máxima? (correcto)

¿Se puede calcular el canto a partir de la flecha máxima? (correcto)

¿Por qué el código técnico limita la flecha límite a $L/300$? (correcto)

¿Se mayoran las cargas para la flecha límite? (correcto)

¿Cómo se calculan tensiones? ¿Qué son? ¿Qué relación existe con los esfuerzos? (correcto)

¿Cómo se aplica el coeficiente de seguridad? (correcto)

¿Qué es la resistencia tangencial? (correcto)

¿Qué es el ELU y el ELS? (correcto)

Profundizar en el temario de las tensiones y terminar de resolver el problema. (poco concreto)

Anexo 8

Cuestionario para la encuesta a profesores

CUESTIONARIO SOBRE LA ASIGNATURA ESTRUCTURAS 1 PARA LOS PROFESORES

Te rogamos que rellenes este cuestionario y nos lo envíes por correo.

Por favor, adjunta el enunciado de los test 1 y 2 que has empleado en tu grupo, y el fichero de calificaciones parciales y finales.

Nos será muy útil para la mejora de la asignatura, conjuntamente con los demás instrumentos de análisis que estamos empleando (grupos de discusión de alumnos y profesores, juicios de expertos, cuestionarios de alumnos, observación, análisis de contenido, análisis de resultados, etc.)

Enrique de Justo y Antonio Delgado

¿Cuál ha sido el porcentaje medio aproximado de asistencia a clase en tus grupos? (No contar los alumnos que hayan dejado la asignatura a principio de curso)

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

Añade los comentarios que creas conveniente

Anexo 9

Respuestas de los profesores al cuestionario de evaluación

Profesor: 1

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

Muy variable semanalmente. Medias aproximadas: 5' clases expositivas, 25' resolución en común de dudas.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Estimo que unas 6 h.

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

No he dado clases expositivas, salvo alguna excepción. Sí he aclarado dudas, a veces en grupo, a veces para toda la clase (dudas más comunes, puntos más dificultosos).

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

M2: evaluación vídeos de esfuerzos. 1,05%

M2: evaluación programa Kilo. 1,05%.

M3: actividad breve: vigas con programa Cype. 0%

M4: actividad breve: pórticos con programa Cype. 0%

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

El profesor, con criterios de heterogeneidad basados principalmente en la nota de física, y en segundo lugar en el dominio de ofimática, autocad, inglés.

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

He mantenido los porcentajes y los criterios previstos. El problema 5 ha durado sólo 2 semanas debido al paro académico, pero he mantenido el porcentaje previsto.

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

He realizado un problema 6 para el estudiante suspenso y para los que querían subir nota. Ha consistido en una mezcla de problemas 4 y 5: Análisis estructural en 3D con viento de la Burwash House de Koenig (predimensionado de vigas y pilares (no viguetas, para acortar), análisis y

dimensionado de la estructura principal en 3D por ordenador, comprobación manual de vigas y pilares, análisis y reflexión final).

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

5 (estoy muy satisfecho, pero hay que mejorar).

Añade los comentarios que creas convenientes

Profesor: 2

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

Una media de 30 minutos por sesión, pero de forma desigual. Algunas sesiones nada y otras sesiones con varios paréntesis de aclaraciones cuando lo he visto necesario.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Entre 6 y 8 horas.

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

Siempre después de que hubieran empezado el problema, cuando les han surgido las dudas.

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

Problema 2:

Trabajo individual de estimas en clase: 10%

Problema 4. Actividad breve individual. Análisis de un pórtico simple con nuevo metal 3D: 5%

Entregas parciales de los problemas 3 y 4 (en grupo): 3% cada una.

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

El profesor, según las preferencias de los alumnos, buscando cierta heterogeneidad.

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

Debido al paro académico, el problema 5 lo he puntuado con un 10%, y otro 10% para la implicación, participación, actitud y asistencia.

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

En junio: ejercicio de recuperación similar al control 2, pero incluyendo el cálculo de un pórtico con Cype. La calificación obtenida es el 100% de la nota final.

En septiembre: trabajo individual similar a los problemas 4 y 5, y exposición en tutoría. La calificación es 50% para el trabajo y 50% para la exposición.

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

Un 4

Añade los comentarios que creas convenientes

Creo que con este sistema de evaluación las notas individuales tienen muy poco peso frente a las notas de grupo y prácticamente no influyen. Los controles individuales sirven para detectar a los alumnos que no han conseguido los objetivos de aprendizaje, bien por ir a un ritmo más lento, por no encajar bien con la metodología de aprendizaje o simplemente por escaquearse dentro del grupo. Sin embargo, una vez detectados, sólo con el seguimiento del grupo en las tutorizaciones me resulta muy difícil llevar un seguimiento de cada uno y evaluarlos a todos individualmente. Sólo los casos más claros (los que van a la zaga y los escaqueados) han hecho las exposiciones de los trabajos en clase y los he podido puntuar.

Profesor: 3

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

No ha sido uniforme (al principio de curso más), pero podría decir que en torno a hora y media.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Entre 6 y 8 horas.

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

A demanda de los estudiantes. En general, al principio de los módulos y siempre después de la entrega de los enunciados.

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

Solo he valorado las actividades que aparecen en el proyecto docente, aunque he recogido actividades intermedias que les he corregido para que supieran si iban bien o mal.

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

Los han formado los alumnos.

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

No los he cambiado.

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

Con el paro académico, los resultados de la P4 fueron muy malos. Di la opción de reentregar la P4 con la P5 (reentregaron todos los grupos). Los dos suspensos al final de curso ni siquiera han venido a ver que tienen que hacer para septiembre. Un alumno solicitó una práctica extra para subir nota.

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

En cuanto a aprendizaje de los alumnos, 4-5. En cuanto al trabajo del profesor, 3-4.

Añade los comentarios que creas convenientes

Al menos en mi grupo, tengo la sensación de que habrían venido bien más clases expositivas, sobre todo al final.

Profesor: 4

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

De media, 15 - 20 minutos.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

4 horas (preparación de clases, plataforma y evaluación)

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

Después del enunciado de los problemas y ajustando contenido y extensión según demanda y necesidades de los alumnos.

Estas sesiones se complementan con aclaraciones teóricas a cada uno de los grupos por separado en las sesiones del trabajo en equipo (que se podían haber agrupado a lo largo de la clase en una aclaración colectiva en la pizarra).

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

M2: 25% del porcentaje del módulo, problemas individuales y en grupo, (presenciales y no presenciales). Diagramas esfuerzos a mano y con Kilo.

M3: 15% del porcentaje del módulo, individuales y en grupo (presenciales). Tensiones normales y tangenciales, deformaciones a mano y con cype.

M4: No se le asigna un porcentaje de la calificación del módulo. En grupo (presenciales). Estudio de pórticos con cype.

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

Los ha formado el profesor de forma heterogénea mediante encuesta al inicio de curso según habilidades (estudios previos, idiomas, nota de física,...)

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

Debido al paro académico se eliminó el módulo 5 por lo tanto aumentaron los porcentajes del resto de módulos y de los dos test.

M1: 15%, M2: 17,5%, M3: 20%, M5: 25%

Test1: 10%, Test2: 12,5%

El requisito para el aprobado ha sido obtener un cinco de media en la asignatura. A aquellos casos suspensos y dudosos (4 alumnos en el grupo 4 y 4 en el grupo 6) se les convocó a repetir el test en la convocatoria de junio de la asignatura (25 de Junio).

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

La recuperación en Junio ha consistido en la repetición de los Test, motivada por el paro académico y el poco margen de respuesta del alumno al finalizar el curso. Aquellos alumnos que han superado el Test en Junio y que han seguido el desarrollo del curso han superado la asignatura.

Los alumnos que no han aprobado realizarán un trabajo para septiembre, similar al del módulo 4 y realizarán el Test en Septiembre de forma presencial. Esta decisión está motivada por la imposibilidad de poder llevar un seguimiento del desarrollo del trabajo y su autoría en el mes de Agosto. (Se podrían buscar otras opciones para la convocatoria de Septiembre como la exposición pública y defensa del trabajo, que se valorarán para el curso que viene).

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

Grupo 4. (Valoración: 3) Grupo con alto grado de exigencia en el resto de asignaturas de primero, por lo que el tiempo y compromiso con la asignatura no ha sido tan alto como el esperado. Poco participativos al comienzo del curso y gran mejora al final, sobre todo con los módulos 3 y 4.

Grupo 6. (Valoración: 5) Grupo de alumnos con gran interés por la asignatura, con alto grado de dedicación y compromiso. Clases muy dinámicas y activas.

Añade los comentarios que creas convenientes

Importante replantear los criterios para el aprobado de la asignatura, el peso de los tests en la calificación final y si es o no obligatorio aprobarlos.

Replantear un criterio objetivo para asignar calificaciones diferentes a los miembros de cada grupo.

Clarificar desde el comienzo de curso la convocatoria de Septiembre.

Buscar herramientas, como check-list, pruebas tipo test, entregas parciales, autoevaluación,... que liberen el tiempo de corrección del profesor.

Profesor: 5

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

El tiempo que he dedicado es variable. Algunos días, nada. Otros, he tenido sesiones expositivas de 30m, una hora o dos horas máximo (en la parte de diagramas a estima). Repasando el cronograma, puedo estimar que he dedicado una media diaria de 1h a clases expositivas.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Sin contar la preparación de apuntes, contando la preparación de problemas, corrección y seguimiento, aproximadamente 4-6h semanales.

Es difícil de calcular, pues gran parte del tiempo se ha concentrado al final: en la corrección del test 2 y la práctica 4.

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

En todos los casos, después del enunciado del problema. Todas las clases expositivas han sido de apoyo al trabajo en el problema de cada módulo, y han tenido relación directa con el mismo.

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

Ninguna, prácticamente. Aunque me hubiera gustado hacer alguna, he renunciado a ellas por falta de tiempo, en favor del trabajo en el problema.

A final de curso (módulo 4) hice un estima de un semipórtico como actividad complementaria en equipo. Porcentaje aprox. 5% del módulo 4.

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

Los he formado yo. En el grupo 1.05, los equipos 6 y 7 los formaron los estudiantes (el 6 por petición de ellos, y el 7 porque faltaron 4 que eran amigos el primer día). Han sido los grupos que peor han funcionado (con peor nota) del 1.05.

Al hacer los grupos, di la opción de estar juntos a alumnos que estuvieran muy interesados. Nadie me lo pidió, salvo los 4 del grupo 6 del 1.05.

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

He respetado lo especificado en el Proy. Doc. Como quité el P5 por el paro académico, subí el porcentaje del resto de actividades proporcionalmente.

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

En Junio, exposición del P4 para algunos estudiantes que presentaban indicios claros de aprendizaje individual muy pobre. Estos indicios eran:

- Falta de asistencia a algunas sesiones de trabajo en equipo.*
- Muy bajo rendimiento en los 2 tests individuales.*
- En el control efectuado por mí en clase, constatación del bajo nivel, o poca implicación (algunos de ellos ya estaban advertidos de antemano y estaban de acuerdo, de que iban a tener que demostrar individualmente sus competencias).*

La exposición se realizó un día señalado, en un aula. Los alumnos tuvieron que responder a preguntas y demostrar que sabían hacer algunas de las partes del problema.

En Septiembre, he puesto un nuevo problema (P5) similar al P4 para los alumnos suspendidos, con el mismo sistema de exposición y defensa que en Junio.

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

Grupo 1.05 – 4

Grupo 1.13 – 3

He notado la diferencia de nivel en Física de los dos grupos. El grupo 13 se me descompensó por una clase perdida en un momento clave (el 19 de Abril, día previsto para el test 1, el cual se tuvo que retrasar hasta después de FERIA).

Añade los comentarios que creas convenientes

Debido al paro académico no se han cumplido los objetivos que me había trazado para este curso. Me ha faltado que los alumnos trabajen en más variedad de ejemplos. Algunas partes del temario, como la flexión esviada, o la acción de las cargas horizontales, el modelo 3D, o el diseño, no se han trabajado en mi grupo.

En la práctica, he perdido 3 semanas de clase en cada grupo (el paro + otra más debido a las Asambleas y fiestas).

Profesor: 6

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

De media, no más de una hora, pero al principio hasta 2 horas en varios intervalos.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Entre 2 y 3 horas

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

Antes de que les hagan falta los conceptos. Normalmente recorro los temas y explico.

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

Coincidiendo con la exposición de los temas, ejercicios individuales en clase y para casa.

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

El primer ejercicio se hizo con grupos formados por mí; los restantes, los hicieron los alumnos. Sobre el final del curso, un grupo se deshizo porque emigró la chavala que se lo cargaba todo.

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

Dije en clase que quien no aprobara los test individuales demostraba que no sabía y que la nota de grupo se debía a trabajo ajeno. Lo entendieron y aceptaron sin problemas.

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

A los suspensos les he hecho recuperar sus creencias: quienes tenían mal los trabajos de grupo, los repitieron con carácter individual; quienes flaquearon en los test individuales, los repitieron tanto en Junio como en Septiembre. Incluyo el manejo de Cype.

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

4. He trabajado mucho menos que el pasado y me ha cundido por el estilo (y los alumnos me han puesto mucha mejor nota!)

Añade los comentarios que creas convenientes

Dificultades, las de siempre. Pésima preparación de Física en los dos grupos. Propósitos para el próximo curso: olvidarme de los físicos y empezar de 0, conducirlos más en el estudio de los temas y hacer más ejercicios (de 15 minutos, no más) al final de las clases y en casa.

Profesor: 7

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

Media hora aprox.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

De 6 a 11 horas. Incluye tiempo de las tutorías aunque normalmente no ha venido nadie.

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

Normalmente he dado las sesiones expositivas después de que los alumnos trabajaran en casa y trajeran las dudas a clase.

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

1. M1 (15% del curso):

- *Práctica de tipologías*

2. M2 (15% del curso):

- *Estimas individuales (10% de M2)*

- *Unidades fuerza, en grupo (5% de M2)*

- *Analíticas individual (10% de M2)*

- *Dudas T3 y T4, individual (5% de M2)*

- *P 2.1. Estimas en grupo. (35% de M2)*

- *P 2.2. Analíticas en grupo (35% de M2).*

3. M3 (15% del curso):

- *Unidades tensión, en grupo (5% de M3)*

- *Dudas T7 y T8, individual (5% de M3)*

- *P 3.1. Dimensionado manual en grupo (45% de M3)*

- *P 3.2. Dimensionado informático en grupo (45% de M3).*

4. TEST 1 (5% del curso).

5. M4 (35% del curso)

- *Utilización de prontuarios de giros y flechas. En grupo (5% de M4)*
- *Estudio de pórticos. Nudos rígidos y articulados. En grupo (5% de M4)*
- *Localización de rebanadas pésima y cálculo de tensiones. En grupo (5% de M4)*
- *P4. (85% de M4)*

6. TEST 2 (15%)

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

Los alumnos

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

Solo se han modificado los porcentajes de P4 y test 2, debido al paro académico. Puesto que el paro ha afectado a la segunda mitad del curso se ha distribuido el peso de la P5 entre las dos actividades de dicho periodo, la P4 y el test 2.

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

Trabajo individual o de grupo + test. El alumno se considera apto (aprobado) o no apto (suspenso).

No se hace media con las calificaciones anteriores. Debe aprobar las dos actividades.

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

3

Añade los comentarios que creas convenientes

El horario del viernes por la tarde ha tenido graves inconvenientes para lograr captar el interés de los alumnos por la asignatura y/o la asistencia. El hecho de que la asistencia en mi grupo no se considere obligatoria y que el trabajo se realice en casa ha agravado la situación. La realización de tareas evaluables en clase ha ayudado a corregir esta circunstancia.

Profesor: 8

¿Cuánto tiempo, de media, has dedicado a sesiones expositivas en cada clase semanal de 4 horas?

No he realizado clases expositivas. Comentar en la pizarra algunas cuestiones que necesitaban aclaración, ya que eran conceptos más difíciles de entender o dudas generalizadas que no habían quedado resueltas. Por estimar tiempos, unos 10 minutos cada 4 horas.

¿Cada semana cuánto tiempo no presencial (fuera de las 4 h de clase semanales) has dedicado a tareas relacionadas con la docencia en la asignatura?

Si tengo una parte bastante importante de la docencia recogida en las tutorías de los grupos.

Habré dedicado unas 5 horas de media semanales (1 hora por grupo) de trabajo no presencial fuera del aula.

Explica en qué momento, habitualmente, has dado sesiones expositivas (al principio de cada módulo, antes o después del enunciado de cada problema, antes o después de que los estudiantes necesitaran los conceptos de esa clase expositiva, etc.)

No he realizado clases expositivas. Las aclaraciones que he realizado han sido siempre después de que los estudiantes hayan intentado aprender por si mismos los conceptos, y sólo si he visto que no han quedado suficientemente claros o tienen serios fallos conceptuales.

¿Has realizado actividades complementarias al problema de cada módulo? Explicítalas, indicando el módulo en que están y su porcentaje en la calificación del curso (Ejemplo: M2: problemas en clase individuales y en grupos, 10%; M4: actividad en grupos con cype en clase, 3%)

Tras el paro académico, modifiqué los porcentajes asignados a cada problema, quedando la baremación de la siguiente forma:

P1: Tipología estructural (15%)

P2: Esfuerzos y deformada (15%)

P3: Dimensionado de viga a flexión (20%)

P4: Análisis estructural 2D (25%)

P4b: Análisis estructural 3D (10%)

Test conceptuales (10%)

Actividades breves (5%)

Dentro del grupo de Actividades breves meto a los pequeños cuestionarios que hago al comienzo de las clases (5 minutos a lo más) donde los alumnos responden a cuestiones sobre los temas que han tenido que ver de forma individual. También meto algunos pequeños cálculos que han hecho a mano durante el desarrollo de las clases y que he querido recoger luego, para ver cómo van evolucionando.

Señala quién ha formado los grupos de alumnos (el profesor con criterios de heterogeneidad dentro de cada grupo, el profesor aleatoriamente, los alumnos...)

Los grupos los ha formado el profesor con criterios de total aleatoriedad, y no solo eso, sino que cada año que lo hago me convenzo más de que es la forma adecuada.

Si has cambiado los porcentajes de calificación de cada tarea y/o los requisitos para el aprobado, con respecto a lo especificado en el proyecto docente, indica a continuación los que has utilizado, y las razones del cambio (paro académico u otras razones)

Ya lo he comentado en el punto 4.

Tras el paro académico, modifiqué los porcentajes asignados a cada problema, quedando la baremación de la siguiente forma:

P1: Tipología estructural (15%)

P2: Esfuerzos y deformada (15%)

P3: Dimensionado de viga a flexión (20%)

P4: Análisis estructural 2D (25%)

P4b: Análisis estructural 3D (10%)

Test conceptuales (10%)

Actividades breves (5%)

Si has realizado actividades de recuperación en junio para los suspensos, o las vas a realizar en septiembre, indica qué actividades empleas, y cómo influyen en la calificación final

He permitido que aquellos que querían subir nota en los test, lo volvieran a hacer en una nueva convocatoria.

De cara a Septiembre, tan sólo tengo un alumno con posibilidades de recuperación, el cual aún no se ha interesado por la misma y no he pensado todavía que propuesta hacerle.

El resto que están calificados como No Presentados, no tienen opción de usar la convocatoria de Septiembre porque considero que no han llevado el curso, han faltado a muchas clases y no han participado del trabajo en equipo.

Aquellos alumnos que han querido subir nota al final del curso, les he propuesto una actividad consistente en buscar 5 casas/edificaciones, con los requisitos estructurales que hemos estado manejando (estructuras de pórticos, de acero o madera, una planta...), analizando en ellas sus tipologías estructurales, estructura primaria y secundaria, croquis y planos... e incluso hay alumnos que las han calculado con Cype.

Valora de 1 a 5 tu satisfacción personal con este curso de E1 en tu grupo

Valoración: 4

No estoy contento con el desarrollo del curso por varios motivos:

No consigo sacar todo el provecho de las horas no presenciales del alumno.

El paro académico ha hecho mella en el curso, y las mini-vacaciones de semana cultural y semana santa, ni os digo.

El grupo no ha sido tan voluntarioso y trabajador como el grupo del año pasado, pero a pesar de ello, han cumplido con creces.

No llego a sentirme cómodo con muchos problemas y cortos, me siento más cómodo con pocos problemas y más largos.

Añade los comentarios que creas convenientes

Comentar que ha habido un salto cualitativo enorme entre El (2010-11) y El (2011-12), principalmente por la documentación disponible. Los apuntes, gráficos, videos... material docente en general, disponible este año es de una altísima calidad, y hay que dar la enhorabuena a los padres y madres de dichos materiales.

Sigo pensando que es mejor menos problemas y más largos.

Anexo 10

Cuestionario para la encuesta a alumnos

ENCUESTA SOBRE LA ASIGNATURA ESTRUCTURAS 1

Valora de 1 a 5 las siguientes afirmaciones, con esta escala:

5 = Muy de acuerdo

4 = De acuerdo

3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo

2 = En desacuerdo

1 = Muy en desacuerdo

Recordatorio: las competencias de la asignatura son:

a) Identificar las tipologías estructurales más habituales en edificios construidos y describir su funcionamiento, y su relación con el proyecto arquitectónico.

b) Determinar los valores aproximados de las acciones más frecuentes en edificación

c) Determinar el comportamiento de la barra, calculando las reacciones, esfuerzos, tensiones y deformaciones.

d) Aplicar el método de los estados límite en casos sencillos, para el dimensionado y comprobación de elementos estructurales

e) Determinar el comportamiento de la estructura de barras y aplicarlo a pórticos planos y espaciales, empleando aplicaciones informáticas.

f) Analizar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, estableciendo un modelo y empleando aplicaciones informáticas.

g) Diseñar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas, adecuadas al proyecto arquitectónico, con elección de la tipología estructural, geometría, material y vínculos.

CONTENIDOS (¿Qué se aprende?)		valor (1 a 5)
1	La cantidad de competencias que se aprenden en la asignatura es excesiva.	
2	El grado de dificultad de las competencias de la asignatura me ha resultado excesivo.	
3	Valora, de 1 a 5, en qué grado crees que has adquirido las siguientes competencias (5 = grado máximo):	
	a) Identificar las tipologías estructurales más habituales...	
	b) Determinar los valores aproximados de las acciones más frecuentes...	
	c) Determinar el comportamiento de la barra...	
	d) Aplicar el método de los estados límite en casos sencillos...	
	e) Determinar el comportamiento de la estructura de barras...	
	f) Analizar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas...	
g) Diseñar, de modo esquemático e introductorio, estructuras sencillas...		
4	¿Cuántas horas semanales de trabajo no presencial has dedicado, de media, a la asignatura?	horas
5	La carga de trabajo de otras asignaturas me ha impedido dedicar el tiempo necesario a Estructuras 1.	
6	Mis carencias en conceptos de Física 1 me han dificultado el aprendizaje en Estructuras 1.	

METODOLOGÍA DOCENTE (¿Cómo se aprende?)		valor (1 a 5)
Metodología general		
7	La metodología general del curso (aprendizaje activo mediante problemas y proyectos) es adecuada para el aprendizaje de las competencias de la asignatura.	
8	Las actividades realizadas (problemas, proyectos y actividades cortas) cubren bien todas las competencias de la asignatura.	
9	Las actividades realizadas han sido interesantes y motivadoras para mí.	
10	¿Cuál de los problemas/proyectos te ha resultado más interesante?	
Trabajo en equipo		
11	El número de integrantes de los grupos es el adecuado.	
12	El procedimiento de formación de los grupos ha sido adecuado.	
13	Estoy satisfecho/a con la dinámica de trabajo desarrollada en mi grupo.	
14	¿Cómo ha sido el reparto del trabajo en tu grupo? Valora de 1 a 3 según esta escala: 3 = Todos han trabajado aproximadamente por igual 2 = Algunos han trabajado más que otros 1 = Algunos han cargado con todo el trabajo y otros no han hecho casi nada	
Exposiciones en clase		
15	Las exposiciones del profesor en clase me han resultado útiles.	
16	Las exposiciones del profesor en clase han sido suficientes.	
Organización		
17	La secuencia de actividades y de fases en cada tarea del curso ha estado bien planeada.	
18	El desarrollo temporal del curso ha sido adecuado.	

EVALUACIÓN		valor (1 a 5)
19	He sido informado de cómo iban a evaluarse las distintas tareas con la suficiente antelación.	
20	Los instrumentos de evaluación (trabajos, tests individuales, rúbricas, coevaluación, ejercicios de clase, evaluación del trabajo en equipo) me han permitido demostrar lo que he aprendido.	
21	Los porcentajes de calificación de cada actividad sobre el total de la nota son adecuados.	
22	La relación entre las competencias, las actividades del curso y la evaluación me ha parecido adecuada.	
23	Las calificaciones que he ido obteniendo se corresponden con mi aprendizaje.	
24	He ido recibiendo, a lo largo del curso, evaluación puntual de las distintas tareas realizadas, lo cual me ha permitido detectar mis fallos y mejorar.	

HERRAMIENTAS DOCENTES		valor (1 a 5)
25	Valora, de 1 a 5, lo útiles que te han resultado para el aprendizaje las siguientes herramientas de apoyo a la docencia:	
	Apuntes (temas de la asignatura)	
	Documentos de técnicas básicas	
	Programa CYPE NUEVO METAL 3D	
	Plataforma virtual	

CONTROL Y SEGUIMIENTO		valor (1 a 5)
26	En mi opinión, se ha controlado suficientemente el aprendizaje individual.	
27	Valora, de 1 a 5, lo útiles que te han parecido, para el seguimiento del aprendizaje individual:	
	Las actas	
	El control del trabajo en equipo en clase por el profesor	
	Las tutorías	

IMPLICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES		valor (1 a 5)
28	La forma en que está concebida la asignatura fomenta la asistencia a clase.	
29	La forma en que está concebida la asignatura fomenta la participación en clase.	

VALORACIÓN GLOBAL DE LA ASIGNATURA		valor (1 a 5)
30	Valora de 1 a 5 tu satisfacción global con la asignatura.	
31	Aspectos positivos. Destaca algunos de los mejores aspectos de esta asignatura:	
32	Aspectos negativos. Destaca algunos de los peores aspectos de esta asignatura:	
33	Propuestas de mejora:	

Anexo 11

Respuestas de los alumnos en las cuestiones abiertas

ENCUESTA A ALUMNOS. CURSO 2012-13.

Respuestas de los estudiantes en las cuestiones de respuesta abierta

ASPECTOS POSITIVOS

GRUPO 1.01

ALUMNO 1.1

Aprendo rápidamente con esta forma de clase. La verdad, estoy satisfecho.

ALUMNO 1.2

Sistema ABP. La forma tan clara y sencilla como se expone el trabajo.

ALUMNO 1.3

Muy interesante, claras explicaciones.

ALUMNO 1.4

Que hemos aprendido el comportamiento de una estructura y que aprendemos a hacer modelos y a utilizar CYPE.

ALUMNO 1.5

Mantiene el ritmo de trabajo todo el curso, haciendo que no se acumule todo al final. Aprendes sin agobios de última hora.

ALUMNO 1.6

Participación en clase, y sobre todo trabajo individual anterior a la clase.

ALUMNO 1.7

Me ha parecido muy interesante la asignatura. He aprendido bastante con el trabajo en equipo. Llegando al final sabemos hacer los problemas propuestos.

ALUMNO 1.8

El trabajo en grupo y los ejercicios prácticos.

ALUMNO 1.9

Es buena forma de aprendizaje la de ABP.

ALUMNO 1.10

El "hincapié" en el trabajo en equipo. Utilización de programación.

ALUMNO 1.11

Me parece muy positivo de esta asignatura el trabajo en equipo, tal vez con grupos más reducidos se consiguiese mejor aprendizaje individual.

ALUMNO 1.12

La forma de trabajar.

ALUMNO 1.13

Trabajar en grupo.

ALUMNO 1.14

La presencia de los trabajos en hora de clase facilita y ayuda bastante, porque para cualquier duda está el profesor.

ALUMNO 1.15

Hemos mejorado la participación en grupo, ya que en todo el cuatrimestre hemos quedado regularmente.

ALUMNO 1.16

El mejor aspecto de esta asignatura es que se puede ir aprobando y aprendiendo sin darte cuenta ya que no es necesario jugártelo todo a un examen. Si trabajas regularmente aprendes y apruebas.

ALUMNO 1.17

El trabajo en grupo fomenta un aprendizaje colectivo.

ALUMNO 1.18

La forma de trabajo hace que aprendamos más, de forma más amena y rápida.

ALUMNO 1.19

El trabajo en grupo mejora la relación en general de la clase.

ALUMNO 1.20

Al trabajar en grupo se fomenta la participación de todos en la asignatura, y unos podemos ayudarnos a otros si surgen dudas no resueltas.

ALUMNO 1.21

El método de trabajo en grupo creo que es eficiente.

ALUMNO 1.22

Un aspecto positivo es que al acercarse tanto a la realidad se hace más interesante. Eso se debe también al análisis de estructuras que están construidas en la realidad.

ALUMNO 1.23

Me parece muy bien trabajar en grupos, para ayudarnos unos a otros en el aprendizaje.

ALUMNO 1.24

La forma de aprendizaje del curso hace que uno no se dé cuenta, cuando vas aprendiendo y eso es bueno.

ALUMNO 1.25

Análisis de las estructuras

GRUPO 1.02

ALUMNO 2.1

El dinamismo que existe entre teoría estudiada en casa no explicada por el profesor como en clases comunes y la gran cantidad de trabajos prácticos hace a la asignatura amena y fácil de llevar.

ALUMNO 2.2

El peso de la asignatura no se basa en exámenes. Trabajo en grupo.

ALUMNO 2.3

El peso de la asignatura no se basa en un examen final, sino que sigue una evaluación continua.

ALUMNO 2.4

No todo el peso de la asignatura se basa en exámenes. Trabajo en grupo y que sea práctica.

ALUMNO 2.5

Distribución del temario en sesiones.

ALUMNO 2.6

La distribución del problema en sesiones.

ALUMNO 2.7

La profesora resuelve bien las dudas en clase.

ALUMNO 2.8

La forma de trabajar es positiva, nos podemos complementar entre compañeros.

ALUMNO 2.10

La asignatura me ha gustado bastante, en la que creo que he aprendido a calcular una estructura sencilla.

ALUMNO 2.11

El aprender a dimensionar la estructura sin la necesidad de grandes clases teóricas.

ALUMNO 2.12

Implicación del profesor en el trabajo así como su disponibilidad

ALUMNO 2.13

El trabajo en grupo te ayuda a aprender más, y las constantes correcciones te ayudan a ver tus fallos y aprender más.

ALUMNO 2.14

La corrección y explicación de los ejercicios entre los miembros del grupo.

ALUMNO 2.15

El número de integrantes del grupo me parece correcto conforme al trabajo.

ALUMNO 2.16

Muy bien organizada y planteada.

ALUMNO 2.17

Los problemas ayudan al estudio de la asignatura más que una simple clase teórica.

ALUMNO 2.18

Realización continua de problemas que permiten recordar y mejorar todo lo aprendido en el curso.

ALUMNO 2.19

El método de aprendizaje nos permite estar al día con la asignatura y aprender más que si hubiera un examen final por el que estudiar.

GRUPO 1.03

ALUMNO 3.1

Dinamismo

ALUMNO 3.2

Los trabajos son en grupo y también hay parciales que pueden definir la nota final.

ALUMNO 3.3

Al ser evaluación continua, podías ir viendo tus fallos y mejorándolos. Considero más adecuada y justa la corrección por prácticas que por un único examen final.

ALUMNO 3.4

Esperanza nos ha ayudado con cualquier duda que hemos tenido en horario de tutorías y fuera de ellos. La evaluación continua facilita el aprobado de la asignatura.

ALUMNO 3.5

Al haber problemas casi todas las semanas, aprender mucho más que para un examen. Además al ser las prácticas en grupo es mucho más fácil resolver las dudas.

ALUMNO 3.6

La realización de prácticas fomenta el aprendizaje.

ALUMNO 3.9

Las explicaciones de la profesora y su atención a los grupos.

ALUMNO 3.11

Es una asignatura que, por su forma de aprendizaje, no resulta pesada de llevar.

ALUMNO 3.12

Es aprendizaje mediante problemas, nos hace pensar. El aprendizaje en grupo.

ALUMNO 3.13

Hemos tenido que pensar más por nosotros mismos, lo cual nos ayuda a comprender mejor el funcionamiento de una estructura.

ALUMNO 3.14

Es interactiva.

ALUMNO 3.15

El trabajo en grupo me ha ayudado a aprender mejor.

ALUMNO 3.16

Es una asignatura dinámica, trabajamos aprendiendo y, sobre todo, es evaluación continua.

ALUMNO 3.17

Aunque en estructuras 1 no entramos en desarrollar toda la materia, adquieres un conocimiento generalizado muy útil.

La mecánica de trabajo es muy amena y te permite entenderlo todo.

ALUMNO 3.18

Se trabaja sobre ejemplos prácticos en vez de impartirse solamente teoría, lo que hace que el aprendizaje sea más efectivo.

ALUMNO 3.19

Tal y como está diseñada, y estructurada la forma de impartir la materia, se hace más amena e interesante, a la vez que se complementa con el trabajo en grupo.

ALUMNO 3.20

La evaluación continua mediante trabajos en grupo que van aumentando de dificultad a la par que el temario, me parece un buen método de trabajo.

GRUPO 1.04**ALUMNO 4.1**

La dinámica. Las clases no son aburridas ni pesadas.

ALUMNO 4.2

Trabajo en grupo. Carácter dinámico de la asignatura.

ALUMNO 4.3

Los trabajos en grupo están muy bien, pero en mi opinión tienen demasiado valor.

ALUMNO 4.4

Los trabajos en grupo.

ALUMNO 4.6

En grupo se aprende más.

ALUMNO 4.8

Que aprender a base de realizar problemas me parece apropiado.

ALUMNO 4.9

Aprendemos a entender mejor las estructuras y su trabajo.

ALUMNO 4.12

En general lo aprendido y la manera de plantear la asignatura a partir de problemas.

ALUMNO 4.14

Trabajo por fases, permite el aprendizaje progresivo de los contenidos del curso.

ALUMNO 4.15

La organización y la división de partes.

ALUMNO 4.16

La parte grupal de los problemas.

ALUMNO 4.17

Aprendido Física.

ALUMNO 4.18

Trabajar con tus compañeros te ayuda a mejorar.

ALUMNO 4.19

Aprender tipologías estructurales.

ALUMNO 4.20

El trabajo en grupo. El método de aprendizaje. El método de evaluación, tanto en grupo como individual.

ALUMNO 4.21

Al realizar los problemas poco a poco vas asimilando la información de la asignatura. Es mucho más llevadera esta asignatura de modo práctico que teórico y examen.

ALUMNO 4.22

Es muy dinámica, al realizarse en grupo.

GRUPO 1.05

ALUMNO 5.1

Trabajo en grupo.

ALUMNO 5.2

La asignatura es interesante, y es lo más útil de Arquitectura, en mi opinión.

ALUMNO 5.3

Que teníamos que resolver nosotros nuestros propios problemas.

ALUMNO 5.4

La dinámica de trabajo, su carácter práctico y la interacción alumno profesor mediante el planteamiento de dudas y cuestiones.

ALUMNO 5.5

Me gusta mucho el enfoque práctico y la forma de fomentar el trabajo en equipo.

ALUMNO 5.6

El trabajo en grupo cuando todos sus integrantes aporten algo es muy positivo, pues nos ayuda a aprender a trabajar en equipo, además de que aprendemos de nuestros compañeros.

ALUMNO 5.7

El sistema ABP es el idóneo para esta asignatura, ya que facilita la dificultad de la asignatura.

ALUMNO 5.8

Aprendes rápido y de forma amena. Se aprovecha mucho el tiempo de clase, llegando a casa con los conceptos aprendidos, solo hace falta repasarlos. El trabajo en grupo motiva a mejorar para ayudar al grupo a sacar más nota.

ALUMNO 5.9

Es una asignatura muy amena e interesante. Se aprende mucho y sobre todo, aprendemos cosas prácticas. Creo que es muy importante que se vean los logros para que el alumno siga automotivándose.

ALUMNO 5.10

Trabajar en grupo.

ALUMNO 5.11

La forma de impartir la materia, el ABP me parece una buena forma.

ALUMNO 5.12

La motivación para ir a clase y para descubrir por uno mismo cómo resolver los problemas a partir de un debate en grupo.

ALUMNO 5.13

El trabajo en grupo y la puesta en común.

ALUMNO 5.14

El trabajo en grupo, con él se aprende muchísimo mejor y te ayuda a mejorar y a detectar los fallos, con la ayuda de los compañeros.

ALUMNO 5.15

El aprendizaje por pasos con ejercicios y la participación de todos en la clase.

ALUMNO 5.16

El aprendizaje poco a poco, sin darte cuenta. Sólo con asistir a clase, participar en el grupo, y hacer en casa tú trabajo.

ALUMNO 5.17

Trabajo en grupo.

ALUMNO 5.18

El aprendizaje en grupo primero para plantearnos las dudas y luego el profesor con su explicación nos confirma si está bien o no.

ALUMNO 5.19

Con los trabajos en grupo se hace amena.

ALUMNO 5.20

Ninguno.

ALUMNO 5.21

Me parece muy adecuado el aprendizaje basado en problemas.

ALUMNO 5.22

Que si no sabes, te puede ayudar tu grupo.

ALUMNO 5.23

El trabajo en grupo y la colaboración entre compañeros.

ALUMNO 5.24

El aprendizaje, es fácil de entender a pesar de la dificultad que tiene.

ALUMNO 5.25

El proceso continuo de aprendizaje y calificaciones, trabajos grupales (ayuda en los casos que no sabes aprender de tus compañeros).

ALUMNO 5.26

El trabajo en grupo y luego en individual, eso permite un mejor aprendizaje. El alumno tiene que buscar él mismo la solución del problema, por eso se aprende muchísimo mejor.

ALUMNO 5.28

El trabajo en equipo y lo que esto te ayuda en tu aprendizaje. Con menos tiempo dedicado se puede aprender igual. Gran cantidad y buena calidad en los apuntes.

GRUPO 1.06

ALUMNO 6.1

El aprendizaje es muy práctico y va de menos a más la dificultad. Los problemas creo que han sido gran utilidad para mi aprendizaje personal.

ALUMNO 6.2

Trabajo muy dinámico.

ALUMNO 6.4

En mi opinión el grupo ha servido para que alumnos más avanzados ayuden a otros.

ALUMNO 6.5

Con la dinámica del curso, la asignatura se hace más llevadera, y los conceptos se asimilan mucho mejor con las actividades prácticas.

ALUMNO 6.6

Bien planteada, y con buenas ayudas, tanto por tutorías como por la EV.

ALUMNO 6.8

El trabajo en grupo y continuo semana a semana hace que el aprendizaje y la participación de la asignatura sea mayor.

ALUMNO 6.9

Se trata de una asignatura muy dinámica, la cual se hace muy llevadera, entretenida e interesante. Con el seguimiento llevado por la profesora se ha ido mejorando muchísimo por instante y ningún grupo ha quedado descolgado de la clase.

ALUMNO 6.10

La realización de actividades prácticas.

ALUMNO 6.12

Kilo

ALUMNO 6.13

Asimilar conceptos no adquiridos en Física I. Calcular en CYPE.

ALUMNO 6.14

Conocimiento de distintos tipos de estructuras.

ALUMNO 6.15

La participación en grupo.

ALUMNO 6.16

Trabajo en grupo.

ALUMNO 6.18

En general me ha parecido la asignatura más completa en cuanto a aprendizaje en grupo.

ALUMNO 6.19

Que se evalúe mediante proyectos y algunas actividades cortas.

ALUMNO 6.20

Me parece bien que haya un tiempo de clase dedicado al comienzo de las fases de los temas.

ALUMNO 6.23

Todo lo que hemos trabajado desde el principio se va aumentando hasta el final, por lo que al final del cuatrimestre aprendemos todo desde el principio.

GRUPO 1.07

ALUMNO 7.1

Las tutorías han sido muy positivas, el manejo del CYPE también.

ALUMNO 7.2

Trabajo en grupo.

ALUMNO 7.3

El trabajo mediante problemas.

ALUMNO 7.4

Problemas.

ALUMNO 7.5

Fomenta el trabajo semanal de la asignatura.

ALUMNO 7.6

Colaboración en clase a partir de los problemas grupales, así que de esa forma nos obligaba a trabajar.

ALUMNO 7.8

La práctica continua hace que se aprenda de una forma más sencilla y natural (lo que la Escuela Moderna de Ferrer i Guardia buscaba).

ALUMNO 7.10

Aprendizaje basado en problemas. El autoaprendizaje.

ALUMNO 7.11

Aprendes como se hace, y practicas con los problemas.

ALUMNO 7.12

Tutorías muy buenas.

ALUMNO 7.13

La manera de evaluación y distribución de proyectos o secciones del curso y el trabajo en clase.

ALUMNO 7.14

Las clases son muy dinámicas y amenas.

ALUMNO 7.15

Problemas en grupo. Problemas reales.

ALUMNO 7.16

Asignatura muy práctica que podemos aplicar a la realidad.

ALUMNO 7.17

Aprendes a saber por qué no se te cae un edificio encima.

ALUMNO 7.18

Me parecen muy importantes todas las competencias de esta asignatura para el buen desarrollo del Arquitecto.

ALUMNO 7.19

He aprendido bastante y hemos mejorado con los trabajos en grupo.

ALUMNO 7.20

Aplicación a estructuras reales de los problemas realizados. Aprobar con problemas y parciales.

ALUMNO 7.21

Iniciación en el cálculo de estructuras. Capacidad de reconocerlas mejor en un edificio.

ALUMNO 7.22

He aprendido lo necesario para este curso.

ALUMNO 7.23

Aprendemos a orientar pilares, ver dónde la estructura necesitaría refuerzos. En general aprendemos lo esperado.

ALUMNO 7.25

Es muy interesante, debido a que aplicamos la asignatura a la vida real.

ALUMNO 7.26

Con los problemas que debíamos realizar cada semana se consigue que se lleve la asignatura prácticamente al día.

ALUMNO 7.27

Clase dinámica.

ALUMNO 7.28

Al trabajar de la forma en la que lo hemos hecho con los problemas ayudamos a recordar mejor los conceptos y que no se olviden tanto pasado 'x' tiempo.

ALUMNO 7.29

Al ser repetidora, reconozco que esta profesora es muy buena. He aprendido muchísimo. Estoy muy contenta.

GRUPO 1.08

ALUMNO 8.1

El trabajo en grupo y el apoyo del profesor.

ALUMNO 8.4

Programación y forma de trabajar.

ALUMNO 8.6

El aprendizaje de análisis de cualquier estructura.

ALUMNO 8.11

No jugarte la asignatura en un examen.

ALUMNO 8.12

Las ganas del profesor de que nunca nos quedáramos con dudas.

ALUMNO 8.13

Clima de participación

ALUMNO 8.14

Trabajo de cosas muy interesantes.

ALUMNO 8.15

Fomenta el trabajo en grupo, que hace que cada uno de nosotros demos lo mejor de nosotros.

GRUPO 1.09**ALUMNO 9.1**

Se avanza por pasos en el aprendizaje de la asignatura de forma que te apoyas en lo anterior para seguir adelante.

ALUMNO 9.2

Realización de muchos ejercicios que permiten darte cuenta de cómo llevas la asignatura.

ALUMNO 9.3

El trabajo en grupo, la posibilidad de las discusiones sobre problemas en colectividad, y el carácter dinámico de la asignatura.

ALUMNO 9.4

La evaluación estrictamente continua.

ALUMNO 9.5

El aprendizaje de conceptos mediante prácticas es muy productivo.

ALUMNO 9.6

Amena, participación en clase.

ALUMNO 9.7

El profesor explica con total claridad, entiende a todos y cada uno de los alumnos.

ALUMNO 9.8

Los trabajos periódicos.

ALUMNO 9.9

Fomenta el trabajo en equipo.

ALUMNO 9.11

Trabajar en grupo y de forma constante sobre lo mismo.

ALUMNO 9.14

Seguimiento continuo de la asignatura.

ALUMNO 9.16

El profesor se interesa por sus explicaciones.

ALUMNO 9.17

Es muy práctica y de autoaprendizaje.

ALUMNO 9.18

Trabajo diario.

ALUMNO 9.19

Resuelve las dudas y gran interés en el seguimiento del alumno por la asignatura.

ALUMNO 9.20

La planificación.

GRUPO 1.12

ALUMNO 12.1

El seguimiento continuo del profesor. Los problemas planteados. La aplicación del temario.

ALUMNO 12.2

Se fomenta mucho el trabajo y la relación profesor-alumno.

ALUMNO 12.3

El método AVP es un método muy bueno para el aprendizaje en clase y motiva al estudiante. Los apuntes facilitados están muy completos.

ALUMNO 12.4

El trabajo en grupo, ya que tenemos que trabajar todos por igual, sino el grupo se queda descolgado. El uso de CYPE, como herramienta útil para la actualidad.

ALUMNO 12.6

La participación directa del profesor, que te implica una motivación positiva para el seguimiento de la asignatura y las herramientas y el plan adecuado para la adquisición de conocimientos.

ALUMNO 12.7

Buen método para trabajar en grupo. Gran horario de tutorías para atender a los alumnos. Grupos reducidos en clase, lo que implica un mejor aprendizaje.

ALUMNO 12.8

Pienso que el ABP bien llevado puede ser útil, pero en ocasiones es necesario algo más de explicación. Además, el trabajo en grupo puede ser difícil según qué compañeros te toquen. En general, la asignatura está bastante bien.

ALUMNO 12.9

Se aprende a trabajar en grupo. Las 4h de clase se pasan rápido debido al sistema de aprendizaje. Contacto con el profesor.

ALUMNO 12.10

Los aspectos positivos son, a mi parecer, que se fomenta muy bien el trabajar durante la clase y en casa. La idea de los grupos me parece también muy bien, porque aprendes y haces aprender a tus compañeros. Aparte, el profesor ha estado muy bien con nosotros.

ALUMNO 12.11

Como positivo, destaco la participación y colaboración con compañeros que de otro modo no habría tenido.

ALUMNO 12.12

Hemos sido un grupo reducido y gracias a eso nos hemos coordinado bien e interaccionado con el profesor. Nos ha ayudado mucho el hecho de que nos pasara el profesor trabajos semejantes para tener una cierta referencia.

ALUMNO 12.13

El hecho de trabajar en equipo y mediante trabajos ha hecho las clases mucho más amenas, y me ha parecido adecuado para ir aprendiendo, en lugar de clases más teóricas. Tener exámenes individuales cada semana me ha parecido un buen método para evaluar los conocimientos de cada uno.

ALUMNO 12.14

La labor de investigación e implicación personal, relación con otros miembros para el trabajo, los apuntes y ejemplos han sido de ayuda.

ALUMNO 12.15

El sistema de grupos. La participación en clase.

GRUPO 1.13**ALUMNO 13.1**

El trabajo en grupo.

ALUMNO 13.2

Método de trabajo. Fomento de participación. "Inteligencia colectiva": aprender del resto. Actitud muy práctica de la asignatura.

ALUMNO 13.3

El sistema de aprendizaje hace que sea más ameno, es decir, que las clases son interesantes y aprendes con mucha facilidad.

ALUMNO 13.4

Forma de evaluar, trabajos y examen. Realizar un test a principio de curso para hacer los grupos.

ALUMNO 13.5

La confrontación del trabajo en grupo, con todas sus dificultades.

ALUMNO 13.6

Trabajo en grupo y aprendizaje en grupo.

ALUMNO 13.7

El modo en que se plantea la asignatura con el autoaprendizaje por grupos me parece un buen método.

ALUMNO 13.8

Clases dinámicas y participativas, que están orientadas al trabajo en equipos de cuatro.

ALUMNO 13.9

El trabajo del grupo.

ALUMNO 13.11

Trabajando en grupo he podido aprender más, gracias a algunos integrantes.

ALUMNO 13.12

Que el trabajo sea en grupo, cuando el grupo trabaja tan bien.

ALUMNO 13.13

Las clases son dinámicas y se fomenta el trabajo en equipo.

ALUMNO 13.14

Además de obtener beneficios trabajando en grupo, se valora el esfuerzo individual. El temario se imparte de manera clara.

ALUMNO 13.15

El profesor se ha interesado bastante por el aprendizaje individual de cada uno de nosotros.

ALUMNO 13.16

Aprendimos realmente las competencias dentro del temario de la asignatura de una forma dinámica, interesante y participativa.

ALUMNO 13.17

Me parece muy positivo el trabajo en grupo.

ALUMNO 13.18

La forma de planteamiento de la asignatura (trabajo en grupo)

ALUMNO 13.19

La dinámica de la clase.

ALUMNO 13.20

La enseñanza por problemas, que me parece una forma eficaz de aprendizaje.

ALUMNO 13.21

Cómo se puede meter tanta información bien asimilada y fácilmente en la cabeza del alumno.

ALUMNO 13.22

Se aprende bastante más y mejor trabajando en grupo, y el número de componentes del grupo, en mi opinión, es el adecuado.

ALUMNO 13.23

El trabajo en grupo, el seguimiento global e individual del profesor hacia nosotros.

ALUMNO 13.24

Fomenta el trabajo en grupo. Está enfocada a temas reales.

ALUMNO 13.25

La planificación, método docente, explicaciones, texto...

GRUPO 1.14

ALUMNO 14.5

La evolución de los cálculos estructurales, desde secciones cuadradas a vigas predimensionadas.

ALUMNO 14.7

El trabajo día a día (estás obligado a hacerlo).

ALUMNO 14.9

El temario se da de forma muy práctica.

ALUMNO 14.16

El aprendizaje individual no presencial.

ASPECTOS NEGATIVOS

GRUPO 1.01

ALUMNO 1.1

Que las clases presenciales duran mucho.

ALUMNO 1.2

La lentitud con la que se trabaja.

ALUMNO 1.4

No encontré algo negativo a la asignatura.

ALUMNO 1.5

Los temas no me han parecido muy relacionados con los problemas, no todos, sólo algunos.

ALUMNO 1.6

La cantidad de encuestas.

ALUMNO 1.7

Mi grupo ha estado bastante desvinculado, quedando al final sólo dos integrantes. Al principio de la asignatura me costó bastante aprender.

ALUMNO 1.8

El excesivo uso de la EV, no me gusta.

ALUMNO 1.9

Los trabajos en grupos, no son siempre satisfactorios.

ALUMNO 1.10

EL excesivo control de las horas de trabajo.

ALUMNO 1.11

El curso está demasiado desgajado, la calificación está demasiado compartimentada. Es decir, que la nota final no debería ser en tantos problemas y test.

ALUMNO 1.12

La formación de grupos deberíamos hacerla nosotros mismos.

ALUMNO 1.14

Muchas ocasiones hemos tenido un tiempo excesivo y no hemos podido adelantar el tiempo para irnos antes.

ALUMNO 1.15

Solamente nos ha partido las clases el parón académico, sin embargo, se ha solucionado de manera perfecta.

ALUMNO 1.16

Demasiada importancia de los trabajos respecto al trabajo individual o respecto a los tests.

ALUMNO 1.17

Explicaciones un poco extensas que desvían la atención del problema original.

ALUMNO 1.18

La coordinación de los grupos a veces es complicada.

ALUMNO 1.20

No me parece bien invertido el tiempo en la organización de las clases.

ALUMNO 1.21

Las clases son excesivamente largas.

ALUMNO 1.22

No tengo ningún aspecto negativo que decir, salvo que sin un previo aprendizaje de Física resulta un poco más complicado aprender la asignatura.

ALUMNO 1.23

Creo que podríamos haber aprendido más estudiando edificios diferentes para conocer mejor la relación estructura-arquitectura.

ALUMNO 1.24

Lo único que no me gustaba es que la clase ocupa tiempo de nuestro descanso.

ALUMNO 1.25

La falta de clases teóricas impartidas por el profesor.

GRUPO 1.02

ALUMNO 2.1

Al tratarse de una asignatura mayormente grupal, puede generar algunos problemas (se pierde mucho más tiempo que individualmente).

ALUMNO 2.2

No existen unas pautas de partida (una explicación aproximada) para la realización del problema.

ALUMNO 2.3

Al realizar los problemas, tenemos que descubrir cada concepto por nuestra cuenta en vez de que nos lo expliquen antes de trabajarlo.

ALUMNO 2.4

Al realizar los problemas no hay una explicación aproximada de lo que el problema pide.

ALUMNO 2.5

Enfrentarse a un problema sin previa explicación o experiencia. Aclaraciones e información insuficientes.

ALUMNO 2.6

Comenzamos haciendo trabajos de los que en realidad sabemos muy poco, y por tanto, nos cuesta el doble. Pienso que la información dada y las explicaciones a veces son insuficientes.

ALUMNO 2.7

No se explica el ejercicio antes de empezar a hacerlo, sino que se resuelven las dudas que van saliendo y se pierde mucho tiempo.

ALUMNO 2.8

Falta de explicaciones. Es complicado realizar los problemas sin tantas aclaraciones.

ALUMNO 2.9

Menos problemas, por nuestra cuenta, y más explicaciones sobre este, para una mayor comprensión de la asignatura.

ALUMNO 2.10

En mi opinión, creo que el parón académico nos ha impedido alcanzar todas las competencias necesarias de la asignatura. El hecho de hacer grupos me parece una idea buena siempre y cuando todos los componentes se impliquen de igual forma.

ALUMNO 2.11

Tener que hacer los trabajos sin tener una base de cómo hacerlo.

ALUMNO 2.12

El hecho de que el trabajo en grupo no sirviera para mejorar a todos sino que algunos se vieran arrastrados por falta de competencias del resto de componentes del grupo.

ALUMNO 2.13

El grupo se ha reducido de 4 a principio de curso a 2.

ALUMNO 2.14

Excesivo número de integrantes por grupo lo que impide que todos realicen un trabajo similar en contenido.

Encontrar más ejemplos sobre ejercicios tipo que faciliten la comprensión.

ALUMNO 2.15

Tener que entregar resúmenes breves con dudas.

ALUMNO 2.16

Necesitas recurrir a los profesores cuando te estancas.

ALUMNO 2.17

Sólo hay un día a la semana y eso impide la ayuda del profesor.

ALUMNO 2.18

Las horas semanales que se dedican a esta asignatura son insuficientes para llevar controlada la asignatura en el plano docente y no en el desarrollo individual.

ALUMNO 2.19

La nota individual a veces no se corresponde con lo que uno dedica a la asignatura en los problemas.

GRUPO 1.03**ALUMNO 3.1**

Dificultad.

ALUMNO 3.2

Al empezar los trabajos, no sabemos arrancar, puesto que no hemos visto un ejemplo resuelto anteriormente.

ALUMNO 3.3

En algunas prácticas nos faltaban conocimientos y nos hemos visto un poco perdidos. Además, tampoco contábamos con mucho tiempo.

ALUMNO 3.4

Los tests individuales puntúan demasiado.

ALUMNO 3.5

Que al haber prácticas casi todas las semanas, no da tiempo a hacerlas todo lo bien que se puede.

ALUMNO 3.6

Las prácticas no son explicadas con suficiente profundidad.

ALUMNO 3.9

Demasiada dificultad en algunas prácticas, por no haber tenido tiempo en clase para matizar en ellas.

ALUMNO 3.11

Si se tiene algún problema con los grupos resulta difícil el volver a adaptarse si los grupos cambian.

ALUMNO 3.12

La falta de explicación en clase, sería mejor si hubiera más clases teóricas.

ALUMNO 3.14

Falta de ejemplos de ejercicios hechos en clase.

ALUMNO 3.15

Los problemas de grupo.

ALUMNO 3.16

Si algunos alumnos dejan la asignatura, los demás componentes del grupo se quedan sin uno menos.

ALUMNO 3.17

Como nos centramos en los grupos de trabajo, las explicaciones son rápidas e incompletas.

ALUMNO 3.18

Dificultad en algunos ejercicios que tenemos que afrontar en las horas no presenciales.

ALUMNO 3.19

Con la asignatura en sí, ninguno. En todo caso, problemas que pueden afectarle debidos a los problemas de grupo.

ALUMNO 3.20

La asignatura depende mucho de Física 1, y no está impartida por el mismo profesor.

GRUPO 1.04

ALUMNO 4.1

Algunas explicaciones no quedan claras. Mezcla de ideas.

ALUMNO 4.2

Cantidad de temario. Dificultad de los contenidos.

ALUMNO 4.3

Pienso que deberían tener más valor los trabajos y pruebas finales, porque muestran nuestro aprendizaje final.

ALUMNO 4.4

Los grupos organizados por el profesor. Los apuntes un poco liosos.

ALUMNO 4.6

Al ser en grupo, puede ser que algunos trabajen más que otros.

ALUMNO 4.8

Que dependemos demasiado del grupo.

ALUMNO 4.14

Poca implicación de algunos integrantes del grupo.

ALUMNO 4.15

La materia no resulta motivante a veces.

ALUMNO 4.16

La dificultad de algunas partes de los problemas.

ALUMNO 4.18

Gente que pierde el tiempo en los trabajos y por no perderlo tú, haces su parte también.

ALUMNO 4.20

La cantidad de materia. La cantidad de horas semanales que hay que dedicarle.

ALUMNO 4.21

Con el parón no hemos podido completar el programa.

ALUMNO 4.22

Es muy pesada, demasiado contenido.

GRUPO 1.05

ALUMNO 5.1

Las actas

ALUMNO 5.2

Es complejo. Quizás el ABP ha ralentizado el aprendizaje individual, y no hacer problemas simples ha limitado el número de ejemplos.

ALUMNO 5.3

Las actas.

ALUMNO 5.4

El funcionamiento del grupo entraña complejidad y requiere de una implicación difícil de lograr por parte de todos sus miembros.

ALUMNO 5.5

Depende del alumno, pero quizás el método fomenta cierta repetición en los problemas que en muchas partes pueden llevar a un aprendizaje mecánico.

ALUMNO 5.6

En todos los grupos no todos los integrantes trabajan igual. El trabajo individual está poco valorado.

ALUMNO 5.7

No se prepara una clase teórica por parte del profesor antes de enfrentarnos a cada problema.

ALUMNO 5.8

Las clases son agotadoras. El temario es extenso y se tiene que avanzar rápido.

ALUMNO 5.9

Son muchas horas de clase. Las horas de trabajo no presencial en clase no se aprovechan y alargan mucho el día. 6 horas de estructuras CANSA.

ALUMNO 5.11

La formación de grupos me parece que no ha sido equilibrada, se han dividido claramente en algunos grupos con mayor conocimiento. El lado opuesto del ABP, el "tener que buscarse las papas".

ALUMNO 5.12

Los grupos son elegidos con poco criterio, sin apenas tiempo.

ALUMNO 5.13

Creo que la asignatura está bien organizada.

ALUMNO 5.14

También sería la parte negativa del trabajo en grupo, ya que si los componentes del grupo no trabajan por igual, el grupo al final acabará cayendo.

ALUMNO 5.15

Al no tener conocimientos de la materia, a la hora de exponer lo que sabíamos y lo que teníamos que aprender, resultaba un poco difícil llegar a poner conclusiones encima de la mesa.

ALUMNO 5.16

El excesivo porcentaje de la nota final dedicado a los trabajos en grupo. No todos los miembros participan y se esfuerzan de la misma manera. Los exámenes individuales cuentan muy poco.

ALUMNO 5.18

La asignatura depende mucho del grupo que te toque porque tiene más peso esa nota, y no se le da tanta importancia a la individualidad.

ALUMNO 5.20

Grupos mal hechos. Más prestación a algunos grupos o a alumnos en concreto.

ALUMNO 5.21

Deberían dar una pequeña introducción de conceptos antes de cada problema, aceleraría el aprendizaje.

ALUMNO 5.22

El grupo ha repercutido en algunos integrantes.

ALUMNO 5.23

Dentro de los grupos de trabajo alguna persona que se esfuerce hace que el grupo avance más lento.

ALUMNO 5.24

El poco valor que se le da al trabajo individual.

ALUMNO 5.25

Creo que no se hacen los ejemplos necesarios resueltos por el profesor.

ALUMNO 5.26

Se trabaja durante muchas horas, en la última hora es muy difícil concentrarse.

ALUMNO 5.28

Falta de un tipo de estructura más complicada.

GRUPO 1.06

ALUMNOS 6.1

El temario teórico se explicaba muy por encima. Y he echado en falta clases prácticas con CYPE-NM3D en las que se nos enseñara a utilizarlo.

ALUMNOS 6.2

En algunas ocasiones un poco tedioso, aunque, en el problema 4, ha sido el que más me ha servido para comprender la asignatura y la materia.

ALUMNO 6.4

Poca facilidad para alumnos que no pueden llevar adecuadamente la evaluación continua.

ALUMNO 6.5

El trabajo en grupo, a veces, es perjudicial, ya que en el acta no se llega a expresar lo que cada componente hace. De esta manera el trabajo recae más sobre unos que otros.

ALUMNO 6.6

El trabajo de los componentes del grupo es muy desigual.

ALUMNO 6.9

Al trabajar en grupos, evidentemente hay personas que trabajan más y otras que menos, y en algunos de los proyectos lo han acabado haciendo una sola persona.

ALUMNO 6.10

No explicar con mejor detenimiento los temas.

ALUMNO 6.11

Demasiada evaluación continua todas las semanas.

ALUMNO 6.12

Mucha evaluación continua.

ALUMNO 6.13

La cantidad de vacaciones.

ALUMNO 6.15

Poco tiempo en los exámenes.

ALUMNO 6.16

Falta de puntos esenciales para realizar los problemas.

ALUMNO 6.18

Me hubiera gustado aprender otros programas informáticos.

ALUMNO 6.19

Formación de los grupos.

ALUMNO 6.20

La falta de ejemplos de ejercicios resueltos para aprender cómo se desenvuelven los problemas con algunas variables para comparar tus conocimientos y saber si estás en lo cierto.

ALUMNO 6.21

Los grupos hechos por el profesor, ya que hay personas en la clase que son de distintas ciudades. Una explicación más exhaustiva en clase.

GRUPO 1.07

ALUMNO 7.1

El método de enseñanza, la falta de ejercicios, la desorganización dentro de los propios ejercicios y que muchas veces no entendíamos lo que pedían, culpa del método de enseñanza.

ALUMNO 7.2

El trabajo individual puesto en práctica por parte del alumno.

ALUMNO 7.3

Se deberían dar clases teóricas, los Powerpoint no son suficientes.

ALUMNO 7.4

Se deberían dar clases teóricas y aparte, el tema de grupos está mal hecho.

ALUMNO 7.5

Pocos ejercicios.

ALUMNO 7.6

Que no se explicaran los problemas después de haberlos entregado y que no se explicaran lo temas.

ALUMNO 7.7

Estar sometido al trabajo de un grupo y que depende tu nota de esto, en gran parte.

ALUMNO 7.8

No me ha parecido suficiente el tiempo dedicado a explicaciones del temario de la profesora.

ALUMNO 7.10

En ciertos casos el trabajo en grupo no es equitativo.

ALUMNO 7.11

Con los problemas solo, no me ha bastado para entender bien el cálculo de estructura.

ALUMNO 7.12

Método de aprendizaje

ALUMNO 7.13

Los exámenes, y el control de entrega de trabajos semanales.

ALUMNO 7.14

El sistema ABM o como se llame.

ALUMNO 7.15

La teoría no la imparte en profesor y hay que preguntar uno mismo o mirar los apuntes.

ALUMNO 7.16

Condicionamiento de los otros miembros del grupo.

ALUMNO 7.17

El método nuevo de llevar a cabo la asignatura.

ALUMNO 7.18

Veo completamente absurdo el hecho de crear grupos de trabajo para realizar los trabajos. El examen final era el mismo y hemos hecho individual y en poco tiempo. Venir a clase cuando puede ser una asignatura muy autodidacta.

ALUMNO 7.19

Menos trabajo en grupo, pocas explicaciones.

ALUMNO 7.20

Es necesario dedicar mucho tiempo.

ALUMNO 7.21

Ciertos problemas de grupo. Mala organización grupal.

ALUMNO 7.22

Nada

ALUMNO 7.23

El trabajo en grupo. Clarísimamente en todos los grupos hay gente que trabaja y gente que no y en algunos esto es abusivo.

ALUMNO 7.25

Los grupos han sido desiguales, y en algunos casos con problemas internos desarrollados anteriormente a la asignatura.

ALUMNO 7.26

Las explicaciones del profesor han sido escasas.

ALUMNO 7.27

No se han realizado ejercicios individuales muy continuos.

ALUMNO 7.28

Con grupos de tres personas es suficiente, incluso 2.

ALUMNO 7.29

Algunos compañeros del grupo trabajan poco.

GRUPO 1.08

ALUMNO 8.1

Que hay miembros del grupo que no hacen nada.

ALUMNO 8.4

Demasiada información en la enseñanza, ya que considero que podría estar más concentrada.

ALUMNO 8.11

Los trabajos en grupo.

ALUMNO 8.12

En los exámenes en la parte de CYPE había cosas que no se han trabajado.

ALUMNO 8.13

Bolonia no es un plan adecuado para esta asignatura, y no debe forzarse a una asignatura de carácter matemático-físico a entregas por trabajos y exposiciones. En general, mala metodología.

ALUMNO 8.14

El parón ha perjudicado

ALUMNO 8.15

El tiempo perdido y las clases perdidas por el parón.

ALUMNO 8.19

El tiempo perdido y las clases perdidas por el parón.

GRUPO 1.09

ALUMNO 9.2

No sé.

ALUMNO 9.4

No se ha explicado suficiente la teoría.

ALUMNO 9.6

Explica muy rápido y a veces me cuesta entender las cosas.

ALUMNO 9.7

Lo peor ha sido el trabajo en grupo. Al final he tenido suspensas las primeras prácticas porque el resto no hacían nada.

ALUMNO 9.8

Poco tiempo para el contenido.

ALUMNO 9.11

Algunas explicaciones no siempre quedan del todo claro.

ALUMNO 9.14

Poca teoría, demasiada práctica

ALUMNO 9.16

A veces la materia se hace pesada.

ALUMNO 9.17

Llega a ser repetitiva.

ALUMNO 9.18

Demasiados test.

GRUPO 1.12

ALUMNO 12.1

La asignación de grupos.

ALUMNO 12.2

La asignación de grupos.

ALUMNO 12.5

Dar por conocido distintos aspectos que no teníamos conocimiento.

ALUMNO 12.6

Pocos. Si acaso la dureza y exigencia que implica el sistema de evaluación continua.

ALUMNO 12.7

Modo de impartir clase. Prefiero clases tradicionales con trabajos en grupo puntuales, en lugar de este sistema en el que prácticamente el alumno es autodidacta.

ALUMNO 12.8

No hay demasiado, pero lo que dije antes, en ocasiones es necesario algo más de explicación y los grupos deben hacerse de otra forma.

ALUMNO 12.9

Muchas veces es difícil afrontar los problemas.

ALUMNO 12.10

La forma de hacer los grupos, aunque al final no te importa tanto, porque te acostumbras. De vez en cuando vendría bien una clase teórica para explicar la teoría.

ALUMNO 12.11

En aspectos negativos, sólo podría hablar del poco trabajo que han realizado algunos compañeros en el grupo, pero he de suponer que aunque no lo sepamos, está controlado por el profesorado.

ALUMNO 12.12

Lo peor es que los grupos no han sido compensados, y en lo que algunos grupos tenían que hacer el trabajo entre todos, otros lo tenían que hacer entre dos personas.

ALUMNO 12.13

No todos los componentes de un grupo de trabajo han hecho el mismo esfuerzo, en mi opinión.

ALUMNO 12.14

La relación con otros para el trabajo, la falta de alguna clase teórica con diapositivas de comportamientos de estructuras.

ALUMNO 12.15

Carencias a la hora de resolver dudas individuales.

GRUPO 1.13

ALUMNO 13.1

Que no se explique brevemente el temario en clase.

ALUMNO 13.2

El método desarrollado en la asignatura, a pesar de ser muy interesante y enriquecedor, puede resultar negativo para algunos alumnos si no se lleva el control individual adecuado.

ALUMNO 13.3

Que a veces por un "simple error" no se demuestra todo lo que has aprendido durante el curso o durante

un problema.

ALUMNO 13.4

Hay que dedicarle mucho tiempo no presencial para asumir los conocimientos.

ALUMNO 13.5

La valoración del trabajo en grupo.

ALUMNO 13.7

Quizá se echara en falta algunas explicaciones más por parte del profesor.

ALUMNO 13.8

No se lleva el control individual de algunos alumnos.

ALUMNO 13.9

Al principio, no tenía suficiente información.

ALUMNO 13.11

En el grupo el trabajo individual ha sido desigual.

ALUMNO 13.13

El reparto de los grupos no garantiza el trabajo de todos los miembros por igual.

ALUMNO 13.14

El establecimiento de grupos puede beneficiarte o perjudicarte.

ALUMNO 13.16

Dificultad al principio debido a la falta de base.

ALUMNO 13.17

Dificultad al inicio por falta de base en Física.

ALUMNO 13.18

Desorientación al principio de cada problema.

ALUMNO 13.19

Desorientación al principio, y hasta la mitad de cada problema.

ALUMNO 13.20

Pocos ejemplos de problemas tipo para el examen.

ALUMNO 13.21

A veces la hora y media de descanso no es necesaria.

ALUMNO 13.22

Es una asignatura bastante complicada así que debería haber más horas de tutoría.

ALUMNO 13.23

El horario tan largo y seguido. Creo que son demasiadas horas seguidas en un mismo día. Esto dificulta la atención y concentración.

ALUMNO 13.24

Se ha avanzado muy poco a poco.

GRUPO 1.14

ALUMNO 14.5

Pocos ejemplos.

ALUMNO 14.7

Pocas explicaciones y correcciones.

ALUMNO 14.9

No se dan clases teóricas con lo cual hay muchos conceptos que no se complementan.

ALUMNO 14.16

La falta de explicaciones en clase.

ALUMNO 14.18

Dificultad. Ponderación de los trabajos inadecuada.

PROPUESTAS DE MEJORA

GRUPO 1.01

ALUMNO 1.1

Las clases en sí están bien. Lo único, que quitaría horas de clase presenciales.

ALUMNO 1.2

Hacer más rápidas las clases.

ALUMNO 1.4

No estoy pensando algo para propuesta de mejora.

ALUMNO 1.5

Eliminar teoría y hacer más ejercicios prácticos que ayuden a la hora de realizar los problemas.

ALUMNO 1.7

La teoría no aporta mucho, ya que a la hora de hacer ejercicios nos fijamos más en los ejemplos que se proponen en los temas. Hacer más "hincapié" en los diagramas de esfuerzos.

ALUMNO 1.8

Acortar un pelín las clases. Con que empiecen a las 9 va bien.

ALUMNO 1.9

Los grupos deberían ser elegidos por el alumno.

ALUMNO 1.11

Mejoraría a mi parecer con grupos más reducidos, con más porcentaje de calificación en los test y con más complicaciones en la estructura.

ALUMNO 1.12

Realización de grupos por nuestra cuenta. Mejorar el seguimiento de las personas de cada grupo.

ALUMNO 1.14

Aprovechar más el tiempo, o incluso mejor sería irnos antes, si el trabajo está listo.

ALUMNO 1.15

Más interactividad entre grupos y explicaciones de dudas en la pizarra con la colaboración de los alumnos.

ALUMNO 1.16

En general ninguna, si acaso tener más en cuenta el trabajo individual si el del grupo es notable que es peor al individual.

ALUMNO 1.23

Creo que debe haber más tests individuales y que contaran más, ya que veo que hay personas en algunos grupos que no se esfuerzan y aprueban sin saber.

ALUMNO 1.24

Ni una, la clase es muy buena (buena técnica de aprendizaje).

GRUPO 1.02

ALUMNO 2.1

Hacer más ejercicios individuales.

ALUMNO 2.2

El profesor podría explicar algún ejercicio breve que se encuentre en relación con lo que se ha de realizar.

ALUMNO 2.3

Más explicaciones. Continuación de la evaluación continua. Más correcciones de los problemas antes de entregas parciales o exámenes.

ALUMNO 2.4

Más explicaciones. Valorar el trabajo realizado en todo el año.

ALUMNO 2.5

Modificación de los apuntes del temario. Desarrollo de problemas. Explicación del temario por parte del profesor. Total colaboración del grupo de trabajo en exposiciones en clase.

ALUMNO 2.6

Modificar los apuntes de la plataforma añadiéndole información teórica para ayudar a su comprensión. Explicación del temario y de los problemas más detenidamente.

Que todos los miembros del grupo colaboren en la exposición.

ALUMNO 2.7

Explicación previa.

ALUMNO 2.8

Necesidad de clases donde se expliquen los problemas, las formas de hacerlo.

ALUMNO 2.9

Menos problemas por nuestra cuenta y más explicaciones sobre este, para una mayor comprensión de la asignatura.

ALUMNO 2.11

Explicar el orden de los trabajos en clase después de hacerlo o antes del mismo, así podemos tener una idea más aproximada de lo que tenemos que hacer en el examen.

ALUMNO 2.12

Quizá un mayor seguimiento del trabajo individual en grado semejante a como se hace con el de grupo. De resto todo muy bien.

ALUMNO 2.13

Menos horas de trabajo no presencial, ya que quita tiempo de las demás asignaturas, no dejar una hora de descanso (es excesivo) pues hace que desconectemos demasiado y cuesta volver a dar clase.

ALUMNO 2.14

Ejemplos de los ejercicios a tratar con más detalle. Explicaciones teóricas más profundas en relación con un ejercicio.

ALUMNO 2.17

Que se valoren más los ejercicios individuales porque en los grupos siempre hay personas que se implican mucho más que otras.

ALUMNO 2.18

Repartir las horas de clase de esta asignatura entre dos días de la semana. Mejoraría el aprendizaje y el desarrollo del temario.

ALUMNO 2.19

Valorar más las actividades individuales porque así a los que no hacen mucho en grupos se preocupen por entender los problemas y en los exámenes obtengan mejores resultados.

GRUPO 1.03

ALUMNO 3.2

Tener ejemplos resueltos de las prácticas antes de hacerlas.

ALUMNO 3.3

Mayores explicaciones antes de comenzar las prácticas, y explicación de los temas teóricos en mayor profundidad.

ALUMNO 3.4

Un poco más de tiempo para algunas prácticas de mayor complejidad.

ALUMNO 3.6

Explicación más detallada de cómo llevar a cabo las prácticas (procedimientos, fórmulas, cálculos).

ALUMNO 3.9

Dar más tiempo para algunas prácticas porque las horas son insuficientes para llevarlas a cabo.

ALUMNO 3.12

Hacer una clase teórica, explicando los temas.

ALUMNO 3.15

Dar más clases de CYPE.

ALUMNO 3.16

Manual de CYPE, más prácticas con CYPE y ejemplos orientativos de las prácticas.

ALUMNO 3.17

Hacer más teoría y explicaciones.

ALUMNO 3.18

No sé.

ALUMNO 3.19

Más prácticas con CYPE y más ejemplos antes del trabajo en grupo, igual ver ejercicios de años anteriores nos ayudaría a tener algo parecido a un "guión".

ALUMNO 3.20

Más tiempo para algunas prácticas más difíciles.

GRUPO 1.04

ALUMNO 4.2

Más correcciones con nota en las diferentes fases de los problemas. Más diversidad de edificios y poder elegir.

ALUMNO 4.3

Que los tests valgan más.

ALUMNO 4.4

Dejar que los alumnos elijan sus propios grupos. Más explicación en clase.

ALUMNO 4.8

Hacer más trabajos individuales.

ALUMNO 4.9

Los grupos deben ser elegidos por los alumnos.

ALUMNO 4.12

Elegir cada grupo los integrantes.

ALUMNO 4.14

Mayor seguimiento por parte del profesor.

ALUMNO 4.15

No sabe no contesta.

ALUMNO 4.16

Al inicio del curso intentar que todo el mundo tenga un buen nivel de Física.

ALUMNO 4.17

Más clases teóricas de CYPE.

ALUMNO 4.18

Grupos formados por nosotros.

ALUMNO 4.19

Elección de grupo de forma personal.

ALUMNO 4.20

Más documentación en cada problema. Mayor preparación para desarrollar dicho problema.

ALUMNO 4.21

Las clases teóricas más llevaderas, alternándolas con los problemas, ya que después del trabajo no venía seguida una teórica.

ALUMNO 4.22

Disminuir un poco el temario.

GRUPO 1.05

ALUMNO 5.1

Menos horas de clase.

ALUMNO 5.2

Hacer problemas y ejemplos en clase, y proponer ejercicios individuales para casa, aparte del trabajo de grupo.

ALUMNO 5.3

Mejoraría las actas haciendo que el coordinador del grupo pusiera objetivamente el trabajo que ha hecho cada uno del grupo, por ejemplo, que "Pedro" ha hecho lo que tenía, otro no, otro lo ha intentado, etc...

ALUMNO 5.4

Clases interactivas utilizando estructuras en la calle.

ALUMNO 5.5

Creo que estaría bien, al principio de la asignatura, una semana dedicada a laboratorio práctico de estructuras para poder comprobar cómo se comportan los materiales a la hora de experimentar los diferentes tipos de acciones, o incluso una práctica de construcción y comprobación por parte de los alumnos.

ALUMNO 5.6

Un mayor seguimiento del trabajo individual.

ALUMNO 5.7

Más clases teóricas que asienten conceptos.

ALUMNO 5.8

Quizás sería bueno cambiar de grupo al menos una vez para aprender del conocimiento de otros compañeros. Eso se podría arreglar con puestas en común entre grupos, no solo entre los miembros del grupo, sino de toda la clase. Explicación más detenida de algunos conceptos difíciles.

ALUMNO 5.9

Hace más exposiciones orales. Se aprende mucho con ellas y mucha gente aún no es capaz de desenvolverse ante un público.

ALUMNO 5.10

Realizar un problema que además de común a todos (o sea el mismo problema), lo desarrollan de la misma forma.

ALUMNO 5.11

Mezclar alumnos de diverso conocimiento para que el aprendizaje sea mejor para todos. El que menos sabe adquiere conocimiento el que sabe algo más los afianza. No creo que haga retroceder a nadie o no le permita avanzar.

ALUMNO 5.12

Para hacer los grupos, probar quizá alguna actividad antes (que no sea sólo un test de Física). Dar las explicaciones a primera hora de clase de forma amena, para luego entender mejor el ejercicio.

ALUMNO 5.13

Introducir alguna que otra clase teórica más, donde el profesor explique.

ALUMNO 5.14

Sería en algunos casos que el profesor diese algunas clases teóricas más, ya que hay veces que con los apuntes no quedan muy claros.

ALUMNO 5.15

Quizás alguna clase teórico-práctica en la calle con una obra en construcción.

ALUMNO 5.16

Cambiar el porcentaje de la nota final, de manera que cuente más el trabajo personal, e intentar que sea objetivo.

ALUMNO 5.19

Control del estudio semanal vía Internet, por ejemplo, mandar un correo con un resumen del tema dado o entrega de un ejercicio sencillo a la clase siguiente.

ALUMNO 5.20

Ninguna

ALUMNO 5.21

Deberían dar una pequeña introducción de conceptos antes de cada problema, aceleraría el aprendizaje.

ALUMNO 5.22

Mejor coordinación, formación y seguimiento del grupo para evitar problemas.

ALUMNO 5.23

Mayor control de los integrantes del grupo. Las actas dejaron de hacerse a mitad del curso y no deberían haber desaparecido.

ALUMNO 5.24

Seguimiento individual más profundo.

ALUMNO 5.25

Sería mejor si el profesor resolviera más (varios) o muchos problemas en la pizarra, para aprender con más facilidad el mecanismo o proceso que se debe hacer y los diferentes análisis de los diferentes casos.

ALUMNO 5.27

Buena organización de los grupos.

GRUPO 1.06

ALUMNO 6.1

Mayor exposición del temario teórico y clases prácticas con CYPE.

ALUMNO 6.9

Que los grupos sean elegidos por los propios integrantes de la clase.

ALUMNO 6.10

Hacer los grupos nosotros porque a veces hay gente en un grupo que no hacen nada y no se está a gusto.

ALUMNO 6.13

Hacer más exposiciones en clase sobre las entregas de equipo.

ALUMNO 6.14

Ver más tipos de soluciones estructurales.

ALUMNO 6.15

Hacer más "hincapié" en el trabajo individual.

ALUMNO 6.16

Más participación de alumnos en las clases.

ALUMNO 6.17

Poder elegir nosotros los grupos.

ALUMNO 6.19

Que cada grupo eligiera libremente sus componentes, y quizás que fueran más reducidos, de 4 o 5 personas como mucho.

ALUMNO 6.20

Falta de ejercicios resueltos.

ALUMNO 6.23

Grupos elegidos por el alumnado.

GRUPO 1.07

ALUMNO 7.1

Muchos más ejercicios, correcciones no de las dudas, sino de los ejercicios propuestos en clase. Más número de personas por cada grupo.

ALUMNO 7.2

Desarrollo de actividades propuestas por el profesor.

ALUMNO 7.3

Hacer una explicación de los temas. Dar problemas resueltos. Dejar que los grupos se formen como quieran.

ALUMNO 7.4

Dar teóricas y grupos más reducidos.

ALUMNO 7.5

Realizar en clase más ejercicios por el profesor para tener un amplio abanico.

ALUMNO 7.6

Que se explique y se corrijan los ejercicios.

ALUMNO 7.8

Creo que más de vez en cuando, el tiempo de la asignatura debería dedicarse a la explicación del contenido.

ALUMNO 7.10

Reducción del número de miembros por grupo o mayor control de estos.

ALUMNO 7.12

Lo de los grupos no es buena idea, hay algunos que no trabajan.

ALUMNO 7.13

Que el trabajo probase que todos los integrantes hayan participado.

ALUMNO 7.14

Dejar a los alumnos libre elección de grupos de trabajo.

ALUMNO 7.16

Aumentar el peso de los trabajos individuales y las explicaciones teóricas en clase.

ALUMNO 7.17

Que el profesor entregue un problema "tipo" para que los alumnos tengan una referencia.

ALUMNO 7.18

No hacer grupos. No exigir asistencia a clase.

ALUMNO 7.19

Dar más explicaciones en clase del temario.

ALUMNO 7.20

Poder elegir grupo de trabajo.

ALUMNO 7.21

Intentar que todos los grupos estén equilibrados por igual en cuanto a recursos informáticos.

ALUMNO 7.22

Nada.

ALUMNO 7.23

Reducir el tamaño de los grupos puesto que en el grupo se ha demostrado que dos personas pueden hacerlo.

ALUMNO 7.25

Mejor control del trabajo de grupo, y más facilidad de cambio.

ALUMNO 7.26

Si se explicase cada tema antes de ponernos a trabajar aprenderíamos más y no se quedaría atrás ningún alumno.

ALUMNO 7.27

Ejercicios individuales, cada varias semanas.

ALUMNO 7.28

Poder elegir el grupo completo en el que estás y que la nota no dependa tanto de la colectiva.

ALUMNO 7.29

Ninguna. Está muy bien organizada

GRUPO 1.08

ALUMNO 8.4

Resumir o concentrar la información de la enseñanza.

ALUMNO 8.6

Realizar trabajos individuales en vez de grupo.

ALUMNO 8.11

Grupos más pequeños

ALUMNO 8.12

Trabajar más el CYPE en clase ya que ha sido mi punto débil en los exámenes.

ALUMNO 8.13

Menos trabajos semanales y grupales, mayores explicaciones del profesor y toma de apuntes y resolución de dudas en clase. Evaluar por los exámenes y por la asistencia y participación. Menos independencia al alumnado. Necesitamos que EL PROFESOR EXPLIQUE para aprender, no buscarnos la vida y sin tener ni idea hacer los ejercicios. Clases para explicar. Tutorías para dudas concretas en el trabajo.

ALUMNO 8.14

Menos personas por grupo.

ALUMNO 8.19

Ejercicios resueltos para repaso.

GRUPO 1.09

ALUMNO 9.1

Más explicaciones por parte del profesor.

ALUMNO 9.2

No sé.

ALUMNO 9.7

Vigilar bien el trabajo y tests individuales, por encima de las prácticas en grupo, donde se ve realmente lo que ha aprendido cada uno.

ALUMNO 9.14

Hacer más “hincapié” en aprender primero y después practicar.

GRUPO 1.12

ALUMNO 12.1

Formación de grupos por parte del alumnado. Qué se resuelvan más dudas en clase.

ALUMNO 12.2

Que se resuelvan más dudas en clase, si es un trabajo para entregar, ya que algunos no hemos tocado nunca una asignatura como estructuras.

ALUMNO 12.3

No tengo propuestas de mejora. Está todo muy bien.

ALUMNO 12.5

Hacer “hincapié” en CYPE, ya que esa herramienta con el avance de las tecnologías va a ser importante en nuestra vida profesional.

ALUMNO 12.6

Corregir la evaluación continua por medio de ejercicios de mejora o recuperación.

ALUMNO 12.7

Utilizar más CYPE, ya que creo que es de gran utilidad.

ALUMNO 12.8

Un mejor seguimiento del trabajo individual de cada uno dentro del grupo.

ALUMNO 12.10

Dejar que los grupos se hagan como los alumnos quieran, porque para la hora de quedar y de trabajar, sabes quien trabaja y quien no, y cómo lo hace. Hacer alguna clase teórica.

ALUMNO 12.11

Lo único que mejoraría es la exposición grupal. Al igual que hicimos con el problema 1. Demostrar al final todo lo aprendido para demostrar lo que se ha preocupado y ha trabajado.

ALUMNO 12.12

Que cada uno elija a su grupo de trabajo porque ya nos conocemos y sabemos cómo trabajamos y con quién queremos hacerlo.

ALUMNO 12.13

En general, me parece que la metodología seguida es adecuada y proporciona más conocimientos de manera más amena. Como mencioné antes, en los grupos no se ha trabajado del todo igual, y como propuesta creo que se podrían equilibrar un poco más, pero sólo eso.

ALUMNO 12.14

Alguna clase teórica donde se intente que el alumnado entienda más en profundidad para comprender las estructuras.

ALUMNO 12.15

Ninguna, estoy satisfecho con la asignatura.

GRUPO 1.13

ALUMNO 13.1

Que se de antes de empezar los problemas, una pequeña explicación.

ALUMNO 13.3

Que se tenga en cuenta el avance que ha tenido el alumno, si ha mejorado desde el comienzo del curso.

ALUMNO 13.8

Mayor control individual en el trabajo.

ALUMNO 13.11

Posibilidad de ir cambiando los grupos para la realización de cada problema.

ALUMNO 13.13

Reducir el descanso, y que los grupos sean más dinámicos (en cuanto a sus componentes).

ALUMNO 13.14

Reducir el descanso entre clase y clase a media hora, porque finalmente ese tiempo no es aprovechando trabajando en grupo.

ALUMNO 13.16

Especificar más los enunciados de los problemas.

ALUMNO 13.18

Explicar mejor los problemas al principio.

ALUMNO 13.20

Más problemas de preparación para el examen.

ALUMNO 13.21

Lo del descanso es difícilmente evitable, quizás que sean los alumnos los que decidan el horario de descanso, aunque es complicado.

ALUMNO 13.22

Más horas de tutoría.

ALUMNO 13.23

Creo que se podría meter más temario.

ALUMNO 13.24

Se podrían hacer más presentaciones de trabajos (exposiciones) para potenciar más la participación (siempre que se disponga de tiempo).

GRUPO 1.14

ALUMNO 14.5

Más ejemplos.

ALUMNO 14.7

Más explicaciones.

ALUMNO 14.8

Más clases teóricas y más ejercicios con el profesor, para adquirir más confianza.

ALUMNO 14.16

Dar algunas clases magistrales.

Anexo 12

**Transcripción seleccionada de los grupos de
discusión de alumnos**

GRUPOS DE DISCUSIÓN DE ALUMNOS - ESTRUCTURAS 1

Fecha del grupo de discusión: 25/06/2012

Este texto es una transcripción de los dos grupos de discusión de alumnos del curso 2011-12. Algunos comentarios se han abreviado, y muchos de los comentarios repetitivos se han eliminado.

GRUPO #1. Alumnos de los grupos 1.02, 1.03, 1.04, 1.06 y 1.07.

Asistentes:

Moderador: Enrique de Justo

Secretario: Antonio Delgado

Grupo 1.02: 4 alumnos

Grupo 1.03: 2 alumnos

Grupo 1.04: 2 alumnos

Grupo 1.06: 1 alumna

Grupo 1.07: 1 alumno

Alumno 1

A mí el ABP me ha parecido interesante. Especialmente, veo positivo el trabajo en grupo: unos ayudan a otros.

El único aspecto negativo son los estudiantes que no se han implicado...

¿Cómo se podrían haber involucrado más, los que no se han involucrado? Es que eso depende de cada uno.

Alumno 2

El tema de problemas es muy interesante. El hecho de que no sea teoría, ¿no?, monólogo y..., que sea mucho más práctico y mucho más activo y mucho más..., pues vamos, eso es muy interesante, ¿no?...

Si habría que poner algún "pero"... sería esto de los grupos, de gente que, tal...

Y luego también, el hecho de poner, ¿no?, problemas, que sea como que, el alumno se busca su teoría y, bueno, que está bien, ¿no?, o sea, el hecho de que cada uno, pues se la estudie por su cuenta, pues que ahí de verdad se demuestra el interés, ¿no?, que tiene cada uno. Pero, si es verdad que ha habido problemas, en los que, al principio es un poco... intento adivinar, ¿no?, lo que se hace, y a lo mejor se pierde un poco de tiempo ahí, o se está un tiempo... un poco valioso, pues que es... intentar adivinar, qué es lo que se tiene que hacer, y a lo mejor, pues, no sé, a lo mejor poniendo un ejemplo tonto, que hagamos entre todos, o poniendo, no sé, algo sobre lo que basarse, porque el que no haya nada de teoría no creo que tenga que implicar, pues que sea como una adivinación, o algo así... algo sobre lo que partir. Sobre todo cuando el problema te lo dan desde cero.

Alumno 3

En general, estoy de acuerdo con mis compañeros.

El método de aprendizaje me parece fantástico. Todos aprendemos de todos. Estoy muy satisfecho con lo que he aprendido este año

En cuanto a aspectos negativos, el inicio del problema. Hemos perdido tiempo. Por la tarde nos reuníamos y no sabíamos de dónde partir. Esto nos pasó sobre todo en el primer problema en el que tuvimos que dimensionar (casa Palmyra).

Alumna 4

Estoy de acuerdo en lo de los problemas y eso. Yo creo que tener una dificultad donde tener que buscar los problemas por ti mismo, creo que, te enseña también bastante sobre todo a la hora de... la misma asignatura, pues las base que tú tienes de Física y demás pues, la vas aumentando, ¿no?, según tú te lo buscas...

Como aspecto negativo: la corrección del problema se nos ha dado el día antes del examen, no tenemos tiempo de rectificar.

El examen sirve para ver quién trabaja más o menos en el grupo. Además de para saber tú mismo si lo sabes hacer o no.

Alumna 5

Básicamente opino lo mismo que los anteriores.

Como aspecto negativo, el inicio de los problemas. No sabíamos bien por dónde empezar ni lo que pedían, entonces se perdía demasiado tiempo.

Alumna 6

Estoy de acuerdo en que los tests deberían pesar más. El trabajo en grupo se diluye.

La formación de los grupos me ha parecido bien. Los ha hecho la profesora.

Hay un problema en cuanto a los que abandonan al principio: se quedan grupos de 3 en vez de 4. Se han hecho los grupos con la lista, pero había "alumnos fastasma", que estaban en lista, pero nunca vinieron.

Los repetidores han faltado, han cumplido menos, por problemas de horarios para reuniones, etc.

Alumna 7

Yo no he tenido problemas. Todo me parece bien. Pero mirando a mis compañeros, he visto a gente que tienen muy buena nota en los problemas, pero no tienen los conocimientos que tienen que tener. Yo, lo que pienso es que por parte de su grupo no ha habido la involucración necesaria para ayudar a esa persona.

Como solución: más seguimiento e imposición por el profesor. Y que los tests valgan más, porque ahí es donde se nota quién ha trabajado y quién realmente ha aprobado y quién sabe la asignatura.

El grupo sí ayuda al que está retrasado y quiere mejorar, pero cuando la persona no muestra interés, el método no es efectivo.

Alumna 6

Creo que eso la profesora se da cuenta.

Alumna 7

Y ella replica: "en mi caso, no se ha dado cuenta"

Alumno 8

El problema de los grupos es la caradura de algunos (no por falta de conocimiento). En mi grupo uno abandonó, y los demás hemos tenido que trabajar el doble.

Creo que al principio yo era de los que defendía que los grupos los hiciéramos nosotros, pero con el paso del tiempo me he dado cuenta de que no, porque también me ha ayudado a, a ver también cómo trabaja cada uno, como, en lo que flojea uno, al final el que yo creía que menos me podía echar una mano al final me ha echado una mano... Apoyo eso de que los grupos los hagan los profesores, equilibrando, porque, hombre, yo creo que al final siempre hay justicia, y entonces, da la casualidad de que los que están hoy haciendo el examen son los que menos han colaborado en cada grupo, a lo mejor a excepción de unos cuantos, entonces, pienso que el examen debería valer un poco más.

Alumna 9

Yo no veo lo de subir el porcentaje de los exámenes porque yo personalmente he fracasado, y Nosotras hemos trabajado aproximadamente por igual, yo creo que he aprendido muchísimo más y mis conocimientos los he adquirido mucho mejor haciendo las prácticas que en un simple examen. Y no creo que sea una excepción, porque en mi clase hay más casos así.

Las exposiciones las ha hecho el alumno elegido por la profesora, pero debería ser todo el grupo. Si yo tengo que explicar lo que ha hecho una compañera, me falta información.

Alumna 5

En el test 2 no aprobó nadie y todo el mundo tenía todos los problemas aprobados.

Alumna 4

Es que todos debemos saberlo todo. Pero se pierde tiempo si todos tenemos que preparar toda la exposición.

Alumno 2

Ya que es trabajo en grupo, la exposición también debería ser en grupo ¿no?, te puedes poner nervioso, hay gente que le cuesta más trabajo hablar en público, ¿no?, y entre todos, pues, te pueden ayudar un poco, aunque te sepas toda la presentación.

Alumno 10

En primer lugar, a mi lo que me ha gustado de la asignatura es que no era, por ejemplo, Matemáticas, que viene el profesor, te dicta, y tú, te coges los apuntes, y ya en tu casa, pues tú te las arreglas para estudiar. Pero aquí, por ejemplo, es mucho más libre, o sea, a mí, por ejemplo, la profesora, en cada problema, nos daba la teoría, y luego a partir de ahí, nos daba, lo que teníamos que hacer, entonces ya nuestro grupo, en plan, ¿cómo podemos hacer esto? No es un método en el que el profesor te dice "tienes que hacer esto y esto" y eso es una cosa que me ha gustado, porque es una dificultad que la gente tiene, es decir, la gente tiende a decir ¿qué hay que hacer? Ah vale, y lo hago, pero si tú te pones a hablarle a un grupo, es algo que tú aprendes por ti mismo.

Yo estoy a favor de que los grupos los hagan los profesores, porque hay gente que se conocen ya, hacen un grupo y, como son amiguitos, pues, hacen un grupo y, en el grupo dicen, haz tú esto que yo esta tarde no puedo, y luego el mes que viene haré yo otra por ti. Pero si no los conoces, te da corte no hacer el trabajo, no sea que te vayan a reñir, además, como Arquitectos, tendremos que trabajar con gente que no son nuestros amigos.

Le daría más importancia a los trabajos individuales. En el grupo, si tienes una duda se lo preguntas al de tu grupo, pero llego a mi casa, intento hacerlo y no me sale. Es importante hacer también cosas individuales, como ejercicios para hacer en casa. Luego, llega el examen y no sabes hacerlo.

Mi grupo era muy bueno. Había repetidores, el problema se hacía embaldado. Los repetidores nos lo explicaban. En la misma clase lo terminábamos. En la semana no tenía nada que hacer, porque ya está hecho el trabajo. Entonces no hacía nada. Pero luego, yo, llegaba la semana siguiente, a clase y no me acordaba de nada. Así que creo que sería importante una carga individual, porque si tú le dejas todo al grupo, tú tienes confianza en el grupo. Luego llega el examen y no sabes hacerlo.

LO QUÉ SE ENSEÑA EN LA ASIGNATURA ¿COINCIDE CON VUESTRAS EXPECTATIVAS?

Alumno 3

“Pensábamos que iba a ser Física, que no iba a ser tan práctico, ya dimensionar una estructura, me parece, ya desde el primer año, me parece muy acertado”.

Alumna 4

Yo creo que para el primer curso es adecuado el nivel.

Alumno 10

Como base está bien.

METODOLOGÍA DOCENTE

Alumno 3

Nuestra profesora, primero planteaba el problema, salvo en el módulo 2. Exposiciones sólo hacía cuando había dudas generales.

Alumna 6

La nuestra, primero el problema, con alguna indicación. Después, en segunda clase, exposiciones, sobre todo con las dudas.

Alumna 9

La nuestra, daba primero explicaciones muy generales. Luego el problema y alguna explicación posterior.

Alumna 6

Hacíamos 2 horas con explicaciones sobre dudas anteriores, y 2 horas de trabajo en grupo, con explicaciones de dudas.

Alumnos 6, 7 y 8

La profesora exige mucho, pero también nos ha apoyado mucho.

¿QUÉ HA SIDO LO MÁS DIFÍCIL?

Alumna 9

No hay nada especialmente complejo, pero, en todo caso, el problema 1, por ser el principio.

Alumno 10

Debería haber una previa exposición de vocabulario. Nos pedían la luz de una vigueta, pero no nos habían dicho qué era la luz. Unos contenidos básicos para saber con qué estás tratando.

Alumno 1

No ha habido nada complejo.

Alumno 8

En nuestra clase lo que sí ha hecho más mella es los diagramas a estima, todo el mundo se echaba a temblar.

RELACIÓN DE FÍSICA 1 CON ESTRUCTURAS 1

Alumno 3

Física 1 es mucha matemática y Física pura y Estructuras es...

Alumna 6

A los suspensos en Física les ha costado más. Lo de los diagramas a Estima nos ha costado mucho más.

Alumno 2

Física nos ha preparado para Estructuras 1.

Alumno 10

Por ejemplo, para calcular los flectores, el método eran las integrales, y luego llegó la profesora y nos dijo que, nos olvidáramos de las integrales... ¿y entonces para qué se explica?

MOTIVACIÓN

Alumna 4

Me apetece más ponerme a hacer Estructuras que es más dinámico que ponerme a estudiar Matemáticas y Física. Me tengo que poner b porque lo tengo que entregar. No todo depende de un examen final, en el que tengo que estudiar y al final lo dejas para la última hora.

A lo mejor me gusta más ver Matemáticas que calcular un pilar, pero, me ponía con más ganas a hacer eso que a ponerme a estudiar integrales.

CÓMO MEJORAR EL TRABAJO EN EQUIPO

Alumna 5

Hemos trabajado a la vez, no ha habido reparto de trabajo. Hemos trabajado en grupo fuera de clase. Los grupos que hemos funcionado así, bien. Ha habido problemas en los grupos en los que se han repartido el trabajo.

Alumna 9

En nuestra clase, los grupos los hicimos nosotros.

Además es que siempre está el grupo de los que van, como yo digo, las sobras, entonces, pues que nadie los quiere, y va fatal, porque eso es así... Como nosotros hemos elegido los compañeros, yo me he puesto con los que sabía que íbamos a trabajar.

Alumno 8

En nuestro caso ha sido al revés, el grupo que menos posibilidades tenía de aprobar es el que mejor nota ha sacado. Y yo creo que nadie apostaba por ellos, nadie. Son personas que necesitan un poco de motivación para arrancar...

Alumno 10

Habría que valorar más el trabajo individual en el grupo.

Alumno 8

Valorar más el test.

Alumno 3

Valorar más los tests desvirtúa esta metodología. Quizás hacer el último problema individual.

El examen puede valorar los conocimientos, pero no la implicación en el grupo. En el examen te puedes poner nervioso.

Alumna 6

El test 2 es igual que el problema 4, y el test 1 es igual que el problema 3. Es reproducirlos, pero con otro ejemplo. Estos tests son buenos para valorar lo que se aprende en los problemas en grupos.

Varios

Estamos de acuerdo con que en el test 2 se pueda emplear todo, como en el problema 4 y la vida real. Pero en ningún grupo han podido consultar otra documentación, sólo una hoja resumen. Por mucho material que tengas tú tienes que saber utilizarlo.

MATERIAL

Varios

Está bien: el temario y las técnicas básicas. Es útil y se entiende

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Alumnas 6 y 9

Desde el primer momento se nos ha informado de cómo se nos iba a evaluar.

Las rúbricas han servido mucho. Sí, la rúbrica es clave. Nos han servido un poco de guion y para que no se te pase ningún punto.

TRABAJO FUERA DE CLASE

Alumno 10

Sólo repasos. El trabajo en grupo lo hemos hecho en clase.

Alumnas 5 y 9

Nosotras hemos trabajado en grupo fuera de clase.

Alumnos 3 y 8

Nosotros también hemos trabajado en grupo fuera de clase.

GRUPO # 2. Alumnos de los grupos 1.05 y 1.13.

Asistentes:

Moderador: Enrique de Justo

Secretario: Antonio Delgado

Grupo 1.05: 1 alumna.

Grupo 1.13: 4 alumnos.

Alumna 1

El aspecto así, negativo, sería el de, al trabajar en grupo, no todos trabajan de la misma manera, porque, sin querer, hay algunos que pringan más que otros, y, sin querer, unos toman la iniciativa, y el resto hay veces que ni siquiera se han mirado nada, van a remolque. Si contaran más los exámenes, o los problemas fueran para aprender, no solo que la nota fuera el problema...

Alumna 3

Hay muchas diferencias entre unos alumnos y otros. A algunos les da igual la nota. Otros quieren nota alta. Una solución podría ser hacer trabajos individuales en casa.

Alumna 2

Eso no es solución, se copian unos de otros.

El trabajo individual tiene que ser menos extenso que el de grupo, porque tienes más inseguridad.

Alumna 3

En los trabajos en grupo siempre hay alguien que alguien se descuelga.

Alumna 2

Pero te voy a decir una cosa, eso no se puede evitar. Eso ha pasado siempre y, que seguirá pasando, porque hay gente que, a lo mejor, hace menos, y después, llega el examen, el día de antes, se lo estudia y... eso pasa en cualquier tipo de enseñanza, creo yo, en grupo o no en grupo. Y ya en grupo te da como cosa, porque si no haces nada y ves que tu grupo está trabajando entre comillas, te obliga más a.... ¿no? Dices tú, ostia, que tengo toda la cara, ¿no?...

Alumna 5

Otra posibilidad es que haya exposiciones individuales. O exigir el profesor al que vea que trabaja menos, pedirle que dé cuenta individual al profesor, por ejemplo en tutoría.

Alumna 2

Si cada semana, en cada grupo, la persona que vaya tiene que ir a una tutoría, pues esa persona..., el grupo elige quién va a ir a tutoría cada semana. Entonces esa persona tiene que hacer, pues... preguntas, tiene que buscarse preguntas...

Alumna 3

No, buscarse preguntas, no... porque si tú has estado trabajando en el problema, la idea principal la tienes que tener...

Alumna 2

Ya, pero como también se trata de que esa persona se integre y, como, entre comillas, le guste la asignatura, pues en vez de llevarlo a... también como a una especie de examen, pues que se lo lleve una especie de tutoría,...

Alumna 3

Para que la gente se espabile. Como no está haciendo nada, pues que vea que si no va a suspender.

Alumna 5

Que el grupo vote quién va a tutoría.

Alumna 3

Que sea rotatorio. Que piense, pues me va a tocar... Para que no se vea como un castigo...

Alumna 2

Bueno, pues así te esfuerzas...

Alumna 1

Que luego explique en el grupo.

Alumna 2

El que se lleve tres tutorías, va a ir bastante bien...

Aclaración de todos

Nosotros estamos en grupos que sí han trabajado bien.

Alumna 2

Me han tocado en el grupo los que menos esperaba, pero luego me ha ido bien, y me he divertido trabajando.

Alumno 4

El año pasado era yo el que no trabajaba (repetidor).

Alumna 3

Yo al principio iba bien, luego me descolgué un poco, y luego me volví a enganchar.

Alumna 2

Ha habido un grupo en el que sólo ha trabajado una. Pero luego está más preparada para el examen.

Alumna 1

En mi clase también ha pasado lo mismo con mi grupo. Yo llegaba a muchas clases, y los otros tres del grupo ni habían abierto el problema, que no tenían ni idea. Entonces yo llegaba a la clase y tenía que explicarles lo que yo creía que había que hacer.

Alumna 2

Claro, llega el examen y ¿qué has hecho?, ¿has estudiado mucho o no?

Alumna 1

No, nada, porque, he tenido que explicárselo a ellos para que...

Alumna 3

Si ves que alguien no está trabajando más que los demás, y lo llevas a tutoría... En tutoría se objetiva si se sabe o no; es un dato que puede usar el profesor.

Alumna 2

La persona va a tutoría y formula preguntas, y según esas preguntas, el profesor le pone preguntas para que las haga en su casa.

La asignatura se saca adelante con un mínimo esfuerzo, no es difícil. Pero también es difícil porque hay más asignaturas.

Alumna 3

El primer día dijisteis que el trabajo era en grupo pero que no era necesario quedar, yo creo que si esa parte no la dices, mejor. En realidad la gente aquí está siempre. Si dices no, se puede hacer por individual, al final la gente lo hace cada uno por su lado y, muchas veces no hace nada.

Es bueno que se trabaje en grupo fuera de clase, porque obliga a todos y se hace más rápido.

Alumna 2

Nosotros sí hemos trabajado en grupo fuera de clase. Siempre, siempre nos reunimos. Antes de un examen o de una entrega nos reunimos toda la clase, ocupamos dos mesas... Y hacemos todo juntos, la verdad. Estamos aquí siempre.

Alumna 3

Nosotros a veces.

Alumna 1

Yo no.

Alumna 5

Ni yo.

ACTAS

Alumna 2

Son un coñazo.

Alumno 5

Se rellenan por rellenar.

Alumna 5

Siempre las va a llevar más uno, y da igual el acta, porque lo va a llevar siempre ese uno, más que, el que forme el acta.

Alumna 3

Yo no sabía qué poner. Poníamos lo que nos daba la gana. Las ha rellenado Curro.

Alumna 1

Creo necesario algún control.

Alumna 2

A mi lo de las actas no me preguntes porque a mi no me parecen útiles. A mi me parece útil lo de hacerte preguntas tú a ti mismo.

Alumno 1

Yo no les veo utilidad.

METODOLOGÍA DOCENTE

Alumna 2

Al profesor no le da tiempo a ver todos los grupos porque son muchos. La solución es dar las bases al principio, para que nadie se quede atrancado. Hemos estado atrancados y hasta que no has llegado a nosotros no hemos avanzados. Hemos perdido el tiempo. Porque no teníamos ni idea de lo que teníamos que hacer.

¿No? Que yo veo bien lo de primero entregar el problema, luego tú te formulas tus dudas, después explicas las dudas y, después ya, es cuando lo explicas bien, pero, por lo menos que esté todo muy claro, porque, es difícil organizarse cuando no sabes ni lo que tienes que hacer. Y muchas veces se pierde el tiempo. Entonces, o, al principio, o que dejes 5 minutillos para preguntas y que la gente pregunte en voz alta y todo el mundo se entere. Porque yo estoy casi segura de que te preguntan 5 veces lo mismo.

Alumna 3

Tal vez se podrían dar miniclases previas.

Alumno 5

*Es mejor que el profesor resuelva las dudas **cuando surjan**, con exposiciones a las dudas comunes. Para que la gente se plantee cosas, y empiece a resolverse las cosas.*

Alumna 3

Yo creo que si pones a la gente a preguntar, la gente al final empieza a preguntar demasiadas cosas, o sea, que el profesor termina resolviendo el problema.

Alumna 2

Cuando el profesor explica, el alumno se despista. Sería bueno que los alumnos intentaran responder las dudas de los otros alumnos.

Alumna 1

“Nosotros hemos hecho alguna vez, primero las dudas, cada grupo se hacía sus dudas y, las poníamos todas, y después el profesor resolvía la mayoría de las dudas. Eso sí era muy útil.

Alumna 2

Y yo siempre, yo, estoy más a favor de que, en vez de explicar el profesor, de que tengan que ser los alumnos los que estén intentando resolver las dudas, porque, yo, porque aunque no sepas resolverlas, pero estás muchísimo más atento. Yo, por lo menos, en las clases en las que los alumnos tenían que participar siempre me han dado más resultado que en las que el profesor se pone a explicar nada. Eso es una cosa que yo siempre he pensado.

Alumna 3

Yo creo que en mi grupo, lo que mejor ha funcionado, ha sido eso, lo de, que surjan las dudas, y más o menos entre todos discutirlos. Esa es la parte que, para mí, en mi grupo, lo que mejor ha ido. Después ya cuando había que trabajar, ya, la cosa se distorsionaba un poquito, pero a la hora de decir dudas, y de solucionarlas en clase, estaba todo el mundo, y nos peleábamos, empezábamos a discutir, la liábamos.

PREGUNTAS A OTROS GRUPOS**Alumnos 4 y 5**

A veces acudíamos a otros grupos, pero poco. Recurríamos más al temario. Dudas pequeñas (a otros grupos), pero no te resolvían medio problema.

Alumna 1

A mí no me aportaban en mi grupo. Iba a veces a otros.

CUBRIR LOS CONTENIDOS**Alumnos 3 y 4**

Con los problemas se ha cubierto bien la asignatura.

Alumno 4

La parte que se ha dado, con este método sí te queda bien afianzado y tienes claras las cosas... Yo me acuerdo de un montón de cosas del año pasado, y no estaba tan implicado como este año. Es más, yo este año incluso estoy haciendo cálculos aparte, para, por ejemplo, en Construcción 2, hago cálculos de los forjados con la viga de hormigón y cosas de esas, porque, claro, lo tengo más reciente, y como he estado más tiempo y eso, y sirve mucho.

Alumna 3

Además que, trabajando así en grupo siempre se quedan las cosas mejor.

Alumno 4

Además, no sé si te acuerdas de Salva. Que era amigo mío, y aprobó y yo no. Cuando estaba yo preparándomela para Septiembre, ya a finales de Agosto, le preguntaba cosas y se acordaba

perfectamente. Incluso este año, de algo se acordaba, en plan los diagramas, lo general se acordaba bastante. Y se ha cambiado de carrera y se acordaba.

Alumna 5

No creo que se olvide.

Alumna 3

Yo igual.

Alumno 4

Yo me acuerdo de cosas del curso pasado, y eso que trabajé poco. Esta asignatura es de las más organizadas.

El profesor de Matemáticas, explicaba... ¿De qué te enteras? Es que llega un momento que no te estás enterando de nada...

Alumna 3

Estructuras se hacía bastante corto... hay muchas veces que con la calor decía yo, ¿hoy que toca? Matemáticas. Con la calor que hace mejor no voy. Decía: Estructuras, bueno, venga, que es el trabajo en grupo: voy a ir. Y iba. Es que claro, es que es trabajo en grupo, voy a ir.

CONTENIDOS

Alumna 5

Yo creo que está muy bien todo.

Alumna 3

Se ha repetido parte del problema 3 en el 4. Porque aparte del pórtico, yo he visto que se estaba repitiendo lo mismo, porque tensiones, etc... se ha repetido lo mismo.

No sé si ha sido por el paro académico, pero yo me he visto mucho tiempo con lo mismo en la mano...

Alumno 4

Es bueno que se repitan las cosas.

Alumna 3

Sí, pero es demasiada repetición. Está bien que se repitan, pero, estar un mes y medio, sin nada nuevo...

Alumna 2

Hubiera dado tiempo a ver más cosas.

Alumna 1

Yo lo veo bien así. Porque es algo que tú ahora lo sabes perfectamente.

Alumna 3

Yo, para el segundo test, claramente me he esforzado más que en el primero. En el primero lo llevaba todo claro, pero a la hora de enfrentarme otra vez al segundo test, me han surgido otra vez un montón de cosas nuevas. Ha sido como meterte, más a fondo, ¿sabes?, en el primero fue como más superficial, y en el segundo, me he tenido que meter ya en los detalles y he tenido que aprender cosas que a lo mejor, en el otro me aprendí así como de regla o de memoria.

Alumna 3

Cuando tú nos dijiste, podéis coger, tener las fórmulas por delante. Digo: es que entonces ya no me lo tengo que mirar. Después de haber pasado el problema 7 veces a limpio, ya me lo sabía de memoria, los pasos.

Alumna 1

Pero hacerte también el folio resumen también te sirve, y ahí lo tienes todo.

Alumna 2

Yo he tenido más problemas a la hora de comparar el CYPE y a mano.

Alumno 4

Yo repasé para el test 2.

Los demás

Nosotros igual, sólo repaso.

¿QUÉ HA SIDO LO MÁS DIFÍCIL?**Alumna 3**

Comparar Cype y a mano. Yo creo que ahí deberíais dar una lista de cómo se tiene que mirar cada cosa porque, cada vez que vas a mirar te equivocas.

Alumna 2

En las comparaciones yo creo que no se ha dado mucho de... A mi me lo han enseñado mis compañeros, y, aun así no me he enterado bien. Me hubiera gustado que, a lo mejor, un ejemplo en clase, también... Un ejemplo entero de cómo se hace bien, bien, bien...

Alumna 3

O una guía y decir: mira, esto se mira así por esto, por esto y por esto, porque cuando tenías que comparar las hipótesis con todo ya se te olvidaba que la tenías que mirar y...

Alumna 1

Yo sí he tenido claro esas cosas, el profesor lo hizo en la pizarra.

Todos

Nos resultaba difícil empezar los problemas, la primera vez. Ahora no.

Alumna 2

Ahora no, ahora ya lo has entendido todo. Pero cuando te presentaron la primera vez el predimensionado de vigas tenía yo más dudas que...

Alumna 5

Eso, eso es lo más... Como el golpe más duro del curso.

Alumna 3

Cuando haces por primera vez el predimensionado te suena todo a chino, y cuando lo haces la última vez, ya, tu dices, ah, pero esto es... Y lo terminas rápido y te quedas como con ganas de más.

TRABAJO FUERA DE CLASE**Alumnas 2 y 3**

Poco, en clase lo llevábamos casi al día.

Alumna 2

Yo le he dedicado más horas a lo que son los tests, individualmente, pero después, al problema, el problema lo hacemos en clase. Hemos quedado tres veces.

Alumna 1

Igual, como mucho, dos horas.

Alumna 2

Si aprovechas una clase bien, bien, bien, los resultados son que la gente entiende las cosas. Yo soy de las personas que siempre se estudia las cosas por su cuenta porque no me sirve de mucho nunca lo de los profesores. Y por ejemplo a Matemáticas, le dedico más horas en mi casa pero a Estructuras no porque, estoy como trabajando en clase... Yo no lo veo malo.

¿SE PODRÍA HABER AÑADIDO MATERIA?

Todos

Sí.

Alumna 2

Yo agradezco mucho que la asignatura al principio fuese lenta, porque, al principio, es como una patada en la cara, como ¿qué es esto? ¿esto qué es?

Este método tiene esto, que cuando le coges el truco al grupo, va más rápido que nada. Pero, es muy difícil trabajar cuatro personas en la misma cosa, porque, uno está haciendo lo mismo que el otro, el otro no está haciendo nada porque no tiene internet...

Alumna 3

Es conveniente una introducción antes del problema. No se sabe ni cuáles son las dudas.

Alumna 2

En vez de llegar y decirle: esto, esto y esto, pues como plantear cómo tienes que hacerlo rápidamente para que tú vayas descubriendo todo, ¿no?, en vez de decir cómo son las cosas pues, que le des un... un mapa.

Alumna 3

Un esquema general. Que ya la gente por lo menos cuando tenga que plantearse las dudas, sepa por lo menos qué dudas se está planteando. Porque a veces no sabes qué dudas plantearte porque no sabes qué te están preguntando.

Alumna 1

Y si no, ves la teoría y cómo no sabes ni lo qué te están preguntando dices: vale, ¿y qué hago yo con esto?

Alumna 3

Pero, no explicarlo... sino: tienes una estructura y tienes un peso y, lo que provoca... No exactamente, técnicamente lo que pasa, sino más visual... Lo que pasa en la viga esto... como lo que llevaste del pórtico el primer día, para que lo viéramos... Pues algo así, una cosa general, no técnico, sino más bien, yo creo que de base... que sepa cómo funciona...

Alumna 2

Yo he dicho mapa, porque cuando tú, hombre, cuando tú tienes un mapa, todavía es como: la información la tienes que conseguir tú... Pero saber qué tienes que hacer y por donde tienes que

ir... eso es lo que a lo mejor yo no, no sabía... en cada momento, ¿no? Es decir: si tú tienes una guía de lo que tienes que conseguir, tienes una guía de...

Alumna 1

Sabes que las tensiones te sirven, que eso es importante, o que lo otro...

Alumna 2

O a lo mejor no tener, no tener, sino la información me parece que, cuando tú te enfrentas a algo desconocido, cuando lo consigues averiguar no se te olvida, ¿no? Pero saber a qué te tienes que enfrentar en cada momento, ¿no?, es decir, si tú sabes que tienes que predimensionar, pues primero tienes que decir, yo qué sé, como los pasos, ¿no?, y dentro de cada paso, la comparación, qué es lo que te da... Que no te diga que la fórmula de la tensión es esta, sino que te diga, esta es la tensión que me tienes que calcular.

Alumna 3

Pero si te dicen las cosas que tienes que calcular al final lo haces como algo mecánico, o sea, no sabes lo que estás haciendo, lo haces porque es lo que tienes que hacer.

MATERIAL DOCENTE

Todos

Bien, ayudan mucho. Sobre todo las técnicas básicas y los problemas resueltos. No es difícil.

Alumna 2

Pero explican varias formas distintas. Yo me pierdo. Aunque lo veo bien.

Alumno 4

Poner más ejemplos. Si hay unos pocos acabas sacando una conclusión común de todos y sabes ya cómo se aplican las cosas, pero si tienes dos, y son distintos, no sabes tú porque uno...

Alumna 2

Sí. (No entiende la mecánica común de dimensionar un perfil IPE, probando con uno y viendo si cumple, y uno de madera, despejando el canto de tres fórmulas distintas...).

Todos

El ordenador nos ha ayudado mucho a entender los conceptos.

Alumna 2

Yo creo que ahora si empiezas a dar las clases y no pones ningún programa, alguien salta seguro que si no hay un programa para calcularlo, porque estás acostumbrado a hacer las cosas ya con AutoCAD con nosecuantos...

Alumna 3

No, y se ve muy claro, porque hay veces que tú lo ves y tú dices, sí, va a ser eso, pero, LO VES, y dices, vale: es que lo hace.

... y que se ve mejor siempre, ver las cosas gráficamente, ayuda mucho. Porque lo que se queda en Matemáticas en el papel, muchas veces...

Alumna 1

Hay gente que no lo llega a entender.

Alumna 3

No lo llega a entender y acaba memorizándolo.

EVALUACIÓN

Alumna 2

Al principio no me interesaba la evaluación, sólo al final.

Alumno 4

Ya llegarás a segundo.

Alumna 3

Tú en el problema tenías que hacer esto y lo hacías lo mejor que podías.

Alumna 1

La evaluación sí se corresponde con lo que esperaba. Yo he consultado a veces las rúbricas.

COMENTARIOS FINALES

Alumna 5

Yo creo que la asignatura me va a ser muy útil.

Alumna 2

He aprendido que las cosas se pueden hacer a mano o por ordenador.

Anexo 13

Modelo de informe de la sesión tutorial

INFORME DE LA SESIÓN TUTORIAL

ESTRUCTURAS 1

GRUPO N°

PROBLEMA N°

SESIÓN N°

COORDINADOR

ASISTENTES A LA SESIÓN:

El informe debe contener los siguientes apartados:

1. HECHOS (¿QUÉ SABEMOS?)

Una síntesis creciente de información relevante para el problema, obtenida por el grupo a través de la indagación.

2. HIPÓTESIS

Conjeturas realizadas por el grupo en relación con el problema, que se deben probar mediante el estudio y la aplicación de la teoría.

3. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE (¿QUÉ NECESITAMOS APRENDER?)

Una lista de todo lo que los estudiantes deben aprender, o comprender, para completar las tareas del problema.

4. PLAN DE TRABAJO PARA LA PRÓXIMA SESIÓN

Reparto de tareas, indicando quién o quiénes realizarán cada una de ellas.

Anexo 14

Rúbricas de evaluación del informe de la sesión tutorial y del informe individual al grupo

Estructuras 1 - INFORME DE LA SESIÓN TUTORIAL	
Grupo-Alumno/s:	
Evaluador/es:	
CRITERIOS	Grado de cumplimiento
1. HECHOS E HIPÓTESIS (¿QUÉ SABEMOS?) (4 puntos)	4
Se ha activado el conocimiento previo del grupo aplicable a la resolución del problema (conocimientos adquiridos en asignaturas anteriores, en módulos anteriores de la asignatura, o de la realidad cotidiana).	1
Se han desafiado las concepciones superficiales o erróneas por medio de la discusión en el grupo.	1
Los razonamientos realizados están basados en la lógica. Se distingue entre hipótesis y hechos contrastados.	1
2. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE (¿QUÉ NECESITAMOS APRENDER?) (4 puntos)	4
Los objetivos de aprendizaje identificados han sido sometidos previamente a discusión por parte del grupo, para asegurarse de que constituyen realmente una laguna en el conocimiento colectivo del grupo.	1
Los objetivos de aprendizaje identificados no emanan de una simple lectura del enunciado, sino que reflejan un proceso de elaboración del conocimiento por parte del grupo.	1
Los objetivos de aprendizaje son relevantes (su aprendizaje ayudará a resolver el problema) y concretos (por ejemplo, redactados en forma de pregunta).	1
El estudiante demuestra haber practicado la aplicación de conocimientos en la fase individual, resolviendo o intentando resolver algún ejercicio breve relacionado con los conceptos aprendidos.	1
4. PLAN DE TRABAJO (2 puntos)	2
Se identifica claramente la responsabilidad de cada miembro en relación con los Objetivos de Aprendizaje.	1
El plan de trabajo está equilibrado, es viable en el tiempo disponible, es concreto e identifica los recursos a utilizar.	1
El plan de trabajo está relacionado directamente con los objetivos de aprendizaje.	1
Comentarios:	NOTA
	10,0

Estructuras 1 - INFORME INDIVIDUAL AL GRUPO	
Alumno:	
Evaluador/es:	
CRITERIOS	Grado de cumplimiento
1. BÚSQUEDA, SELECCIÓN, SÍNTESIS Y ELABORACIÓN DE LA INFORMACIÓN (3 puntos)	3
Se ha localizado y seleccionado la información relevante para la resolución del problema.	1
Se identifican las fuentes de las que se ha extraído la información y su fiabilidad.	1
El informe es sintético (es breve, seleccionando lo importante, e integra información de distintas fuentes)	1
No se copia la información directamente de libros o apuntes, sino que se ha elaborado para aplicar los conceptos teóricos al problema.	1
2. INTEGRACIÓN CON EL CONOCIMIENTO PREVIO (1 punto)	1
Se relaciona el nuevo conocimiento adquirido con el conocimiento previo identificado en la sesión tutorial (hechos) o adquirido en fases o asignaturas anteriores.	1
3. RIGOR Y APOYO TEÓRICO (2 puntos)	2
Los razonamientos realizados están basados en la lógica. El informe no contiene razonamientos superficiales ni erróneos.	1
Las afirmaciones que se hacen están basadas en la teoría (conceptos y principios básicos que los relacionan).	1
El estudiante practica lo aprendido de forma individual, resolviendo o intentando resolver algún ejercicio breve relacionado con los conceptos aprendidos.	1
4. APLICACIÓN AL PROBLEMA (2 puntos)	2
El estudio tiene relación con los objetivos de aprendizaje identificados en la sesión tutorial	1
La nueva información adquirida se aplica para avanzar en la resolución del problema	1
4. CONTENIDO GRÁFICO (2 puntos)	2
Se incluyen gráficos , esquemas, etc... realizados por el estudiante que clarifican los conceptos presentados y su aplicación al problema.	1
Comentarios:	NOTA
	10,0

Anexo 15

Guías de ABP del alumno y del profesor

GUÍA DEL ESTUDIANTE PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

1. EL APRENDIZAJE DE COMPETENCIAS

Con la entrada en vigor del Espacio Europeo de Educación Superior, se produce un cambio importante en el enfoque de la docencia universitaria: los estudiantes deben adquirir **competencias** en lugar de aprender **contenidos**.

Los métodos tradicionales de enseñanza (clase expositiva + examen) no son los más adecuados para aprender competencias. Hemos recurrido a otras metodologías docentes más apropiadas, basadas en el aprendizaje activo del estudiante, en el aprendizaje autónomo y en el trabajo en equipo.

2. ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS?

El ABP es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos.

Es un método que fomenta el aprendizaje autónomo y mejora la capacidad del estudiante de enfrentarse a situaciones desconocidas.

Es una forma de aprender que propicia una comprensión más profunda de la materia en lugar de un aprendizaje superficial.

El sistema de trabajo en pequeños grupos favorece el aprendizaje a través de la discusión y facilita que todos los aspectos relacionados con un problema sean investigados de forma detallada. El ABP fomenta que los estudiantes estén más implicados y que se hagan responsables de su propio aprendizaje.

3. EL PROCESO DE ABP

Se formarán grupos de 3 o 4 estudiantes, que se enfrentarán juntos a un problema.

Las sesiones de trabajo en grupo se llaman **sesiones tutoriales**, y durarán dos horas. Habrá una o dos a la semana.

Durante la sesión tutorial, el grupo de estudiantes identifica una serie de objetivos de aprendizaje y planificará las tareas individuales no presenciales.

Los estudiantes deben dedicar entre 4 y 6 horas durante la semana al estudio individual, fuera del grupo, para buscar, investigar y elaborar nueva información.

De vuelta al grupo, en la siguiente sesión tutorial, cada miembro presenta al grupo los resultados de su aprendizaje. Se aplican los nuevos conocimientos a la resolución del problema.

EN LA SESIÓN TUTORIAL

1. Leer y analizar el escenario o problema

Los estudiantes tratan de comprender el enunciado y lo que se les demanda. Tras la lectura individual del enunciado, debe hacerse una fase de clarificación: qué términos o palabras no se comprenden, qué necesita ser aclarado, etc...

2. Razonar sobre el problema

En el proceso de razonamiento en grupo sobre el problema, los pasos a seguir son los siguientes:

- **Generar ideas**

Los estudiantes hacen conjeturas respecto al problema, identificando teorías o hipótesis para comprenderlo; o ideas de cómo resolverlo. Estas deben anotarse y serán aceptadas o rechazadas según se avance en la investigación.

- **Recopilar hechos (¿qué sabemos?)**

Una síntesis creciente de información relevante para el problema (en relación con las hipótesis generadas) realizada por el grupo mediante la activación del conocimiento previo y la indagación.

- **Detectar deficiencias (¿qué no sabemos?)**

Durante la exploración del problema, se descubren áreas en las que el conocimiento colectivo del grupo es deficiente. Una vez reconocidas las deficiencias, los miembros del grupo deben decidir si las señalan como objetivos de aprendizaje.

- **Identificar objetivos de aprendizaje (¿qué necesitamos aprender?)**

De entre las deficiencias encontradas en el conocimiento del grupo, se convierten en objetivos de aprendizaje tan solo aquellas que sean consideradas relevantes en la fase actual de resolución del problema. El grupo decide qué necesita aprender para mejorar su comprensión del problema.

3. Hacer un plan de trabajo

El grupo reparte las tareas que deberá realizar cada miembro en relación con los objetivos de aprendizaje. Se identifican recursos para el estudio individual.

EN HORARIO NO PRESENCIAL

4. Estudiar y trabajar individualmente de modo autodirigido

Durante la semana los estudiantes realizan las tareas que les han sido asignadas de forma individual.

DE VUELTA A LA SESIÓN TUTORIAL

5. Sintetizar y presentar nueva información

Esta fase forma parte de la siguiente sesión tutorial. De vuelta al grupo, cada estudiante debe informar de los conocimientos adquiridos en la fase individual. Dos cuestiones son fundamentales:

- La información debe presentarse resumida, extrayendo las cuestiones fundamentales que son aplicables al problema.
- Al presentar la información se debe hacer un análisis crítico de las fuentes, para ver cómo son de fiables, si la información está contrastada, etc...

6. Volver al problema

El grupo vuelve a enfrentarse al problema aplicando el nuevo conocimiento. Si es necesario, se deben identificar nuevos objetivos de aprendizaje de cara a una próxima sesión.

7. Reflexionar sobre el proceso seguido y sobre el aprendizaje obtenido

Tras terminar el problema, se hace una recapitulación del conocimiento adquirido, incluyendo conceptos y principios básicos (definiciones, diagramas, mapas conceptuales...).

4. FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO

Los grupos de 3 o 4 estudiantes serán formados por el profesor, con criterios de heterogeneidad. Los estudiantes podrán hacer propuestas razonadas de composición de grupos al profesor. Cada grupo debe comprobar que se puede reunir un día a la semana en horario no presencial, para sesiones tutoriales extra.

Los grupos serán estables durante todo el cuatrimestre. Después de las primeras semanas, se podrán realizar cambios en los grupos cuyo funcionamiento no sea satisfactorio, bien por iniciativa de los estudiantes, bien del profesor.

Habrà un **coordinador** del grupo, que podrá ser el mismo durante todo el cuatrimestre o ir cambiando, a elección del grupo. Sus funciones son:

- Dirigir el funcionamiento del grupo para que el trabajo sea efectivo.
- Controlar la sesión tutorial. Ir cambiando de fase, manejar el tiempo, asegurar el debate, encargarse de que todos participen y que nadie acapare.
- Anotar las ideas más importantes que se vayan generando en la sesión tutorial: hipótesis, preguntas que el grupo va a intentar responder, plan de trabajo...
- Redactar el informe de la sesión tutorial, que debe entregarse al final de la clase.
- Planificar y supervisar las entregas de los trabajos. No hacerlas él: planificarlas.
- En caso de incidencias que el grupo no sea capaz de resolver, el coordinador es el encargado de contactar con el profesor para resolverlas.

El **informe de la sesión tutorial** es el documento que da constancia del funcionamiento del grupo en cada sesión. El acta contiene un resumen de los pasos principales realizados en la sesión tutorial. Se redactará a mano o en ordenador en el impreso que se facilita.

¿Para qué sirve el informe de la sesión tutorial a los componentes del grupo? para aprender a realizar los pasos del ABP correctamente, fomentar el aprendizaje cooperativo y el trabajo en equipo, clarificando la necesidad de planificación y reparto de tareas, coordinación y revisión, e identificación y resolución de conflictos, todo ello de forma equilibrada.

¿Para qué sirve el informe de la sesión tutorial al profesor? Para verificar y evaluar el proceso de trabajo en el grupo, para comprobar el desarrollo del problema, y para tomar medidas de corrección en caso de dificultades.

El **informe al grupo** es el resumen del estudio y trabajo individual. Aunque los problemas se realizan en grupo, una parte de la calificación es individual, la que corresponde al estudio y trabajo no presencial, que el estudiante debe sintetizar en el informe al grupo, que entrega a su grupo y al profesor al inicio de la sesión tutorial.

A mitad y a final del cuatrimestre, el grupo evaluará la competencia demostrada en el trabajo en equipo de cada uno de sus miembros. Los estudiantes muy bien evaluados podrán subir la nota.

5. INSTRUCCIONES PARA EL APRENDIZAJE COOPERATIVO (AC)

El aprendizaje cooperativo es una forma de trabajo en equipo basada en la construcción colectiva del conocimiento. La base del AC es que los estudiantes trabajan juntos para completar una tarea donde se preocupan tanto de su aprendizaje como del de sus compañeros. Sus dos ingredientes básicos son:

Interdependencia positiva

Una tarea de grupo tiene interdependencia positiva cuando todos los miembros del grupo son necesarios para que la tarea pueda realizarse con éxito. En otras palabras, no es posible que un miembro del grupo realice la tarea al margen del resto del grupo: o se salvan, o se hunden todos juntos.

La interdependencia positiva se fomentará principalmente mediante el reparto equilibrado del trabajo individual y mediante su puesta en común. Los problemas son lo suficientemente amplios y complejos para que tengan que ser realizados entre todos.

El profesor comprobará la interdependencia positiva mediante los informes de la sesión tutorial y la observación de las sesiones de los grupos.

Exigibilidad individual

Una tarea tiene exigibilidad individual cuando cada uno de los miembros del grupo debe rendir cuentas no sólo de su parte del trabajo sino también del trabajo realizado por el resto del grupo. En otras palabras, no es posible que un miembro del grupo se centre exclusivamente en realizar su parte, desentendiéndose completamente del trabajo que realizan los demás miembros del grupo.

La exigibilidad individual se fomentará por los componentes del grupo mediante la puesta en común del trabajo individual y la supervisión mutua del trabajo semanal y del producto final. Cada componente del grupo se responsabiliza de que los demás componentes aprendan cooperativamente.

El profesor comprobará la exigibilidad individual mediante los informes al grupo realizados por cada componente, los informes de la sesión tutorial, y entrevistas individuales o colectivas a los miembros del grupo.

Regla “Pregunta al compañero antes que al profesor”

Haced preguntas: preguntar es la mejor forma de facilitar el aprendizaje. La formulación de preguntas es el primer paso para resolver las dudas y dificultades que tenemos en la comprensión de un concepto o en la realización de una tarea. Las preguntas pueden servir para evitar que el grupo se desvíe, y puede ayudar a otros miembros a presentar la información de forma más precisa. La única pregunta “estúpida” es la que no se formula.

Para que las preguntas produzcan el máximo de reflexión y ejerzan su función en el aprendizaje, deben plantearse en este orden: primero a uno mismo, a continuación en el seno del grupo; si no se resuelven así el siguiente paso es dirigir las a otros grupos de la clase; y finalmente, si siguen sin solución, puede consultarse al profesor.

GUÍA DEL PROFESOR PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

1. Recordar al estudiante con frecuencia los pasos del proceso de ABP

Los pasos del proceso de ABP son:

En la sesión tutorial:

1. Leer y analizar el escenario o problema
2. Razonar sobre el problema
 - Generar ideas
 - Recopilar hechos (¿qué sabemos?)
 - Detectar deficiencias (¿qué no sabemos?)
 - Identificar objetivos de aprendizaje (¿qué necesitamos aprender?)
3. Hacer un plan de trabajo

En horario no presencial:

4. Estudiar y trabajar individualmente de modo autodirigido

De vuelta a la sesión tutorial:

5. Presentar sintéticamente el aprendizaje obtenido y las tareas realizadas
6. Volver al problema
7. Reflexionar sobre el proceso seguido y sobre el aprendizaje obtenido

Realizar el proceso de ABP es difícil y requiere de entrenamiento y guía. El estudiante tiende a buscar un camino rápido para resolver el problema: trata de simplificar el problema reduciéndolo a la obtención de una respuesta y entonces busca una fórmula o similar que le permita alcanzar la respuesta. Para ello se salta algunos pasos del proceso, y otros los hace deficientemente.

Para el entrenamiento en el proceso adecuado es conveniente que el profesor recuerde con frecuencia al estudiante los pasos del proceso, y controle su ejecución correcta mediante la observación del funcionamiento de los grupos.

2. Guiar al estudiante evitando explicaciones detalladas

- Evitar dar respuestas concretas y detalladas al estudiante. En la mayor parte del aprendizaje el estudiante puede encontrar la respuesta por sí mismo, con ayuda de sus compañeros y del material disponible. El aprendizaje es más profundo si lo construye el estudiante en vez de recibirlo por transmisión profesor- estudiante.
- Recordar al estudiante que debe usar la regla “Pregunta al compañero antes que al profesor”.

- Dar pistas al estudiante ante sus dudas: indicar dónde puede encontrar guía (apartados de temas o técnicas básicas, ayudas complementarias tales como vídeos o mapas conceptuales, etc.).

3. Durante la sesión tutorial realizar puestas en común para toda la clase

Estas puestas en común deben ser de:

- Las dudas frecuentes que afectan a casi todos los grupos.
- Los pasos del ABP que tienen más dificultad, sobre todo en las primeras sesiones: objetivos de aprendizaje, estudio y tareas a realizar no presencialmente, indicando fuentes de información a consultar.

4. Controlar el aprendizaje/trabajo individual

El control se puede realizar mediante el informe al grupo que debe entregar cada estudiante sobre su estudio y trabajo individual, semanalmente. Este control se complementa con las preguntas que puede efectuar el profesor en la sesión tutorial a cada componente del grupo.

A partir del control efectuado, el profesor puede realizar una puesta en común, periódicamente, sobre los puntos fuertes y débiles del estudio individual y de las hojas resumen. Esto tiene función formativa, para guiar a los estudiantes en su trabajo.

5. Controlar el proceso de ABP en el grupo

El control se puede realizar mediante el informe de la sesión tutorial de cada grupo. Este control se complementa con la observación del profesor sobre la sesión tutorial en cada grupo.

Igualmente que con el aprendizaje individual, el profesor debe efectuar puestas en común indicando puntos fuertes y débiles del funcionamiento de los grupos.

6. Incentivar la reflexión del grupo

Insistir frecuentemente en el paso 7 del proceso, en la reflexión sobre el proceso y sobre el aprendizaje obtenido.

Pedir el informe de la sesión tutorial a cada grupo. Solicitar que reflejen las incidencias del funcionamiento del grupo y sus soluciones.

Pedir el resumen del aprendizaje al final de cada problema. Insistir en que sea sintético y contenga los conceptos principales y sus relaciones.