**Diseño y dimensionado de
sistemas estructurales de
hormigón armado para el
arquitecto novel. Aplicación
desarrollada en el Grado en
Fundamentos de Arquitectura**

**Design and sizing of reinforced
concrete structural systems
for the novice architect.
Application developed in
Fundamentals of Architecture**

FRANCISCO JESÚS LIZANA MORAL

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1802-5017>

Universidad de Sevilla

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Departamento de Construcciones

Arquitectónicas I

flizana@us.es

Fecha de recepción del artículo: 23/05/2019

Fecha de aceptación del artículo: 25/06/2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.050>

Pp.: 1152-1177

Esta obra se distribuye con la licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0
Internacional (CC BY-NC-ND 4.0.)

Resumen

Este trabajo resume la experiencia de innovación docente llevada a cabo en la asignatura de “Construcción 2”, del grado en Fundamentos de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. El modelo didáctico planteado está basado en un entorno teórico-práctico, alternando contenidos teóricos con la secuencia programada de problemas, los cuales han consistido en ejercicios guionizados como esquema para el aprendizaje, el desarrollo de la práctica con herramientas soporte de cálculo y actividades de gamificación. El modelo ha permitido aumentar el grado de atención y participación del alumno, desarrollando un mayor razonamiento crítico en la resolución de problemas. El cambio de foco continuo y la mayor utilidad de las actividades planteadas han permitido mejorar el grado de concentración y comprensión. Los resultados de la evaluación final muestran como más del 65% de los alumnos alcanzan los niveles superiores de la escalera de aprendizaje.

Palabras clave: Construcción 2; Grado en Fundamentos de Arquitectura; docencia universitaria; experimentación docente universitaria

Abstract

This work summarizes the experience of teaching innovation carried out in the subject of “Construction 2”, of the degree in Fundamentals of Architecture of the University of Seville. The didactic model is based on a theoretical-practical environment, alternating theoretical contents with sequential problem solving, comprising a programmed sequence of scripted exercises as a scheme for learning, the development of practice with calculation support tools and gamification activities. The model has allowed increasing the degree of attention and participation of the student, developing a greater critical reasoning in the resolution of problems. The change of continuous focus and the greater utility of the proposed activities have allowed improving the degree of concentration and understanding. The results of the final evaluation show that more than 65% of the students reach the upper levels of the learning ladder.

Keywords: construction; Fundamentals of Architecture; university teaching; university teaching experimentation

Contexto

El ciclo de mejora en el aula (CIMA) se desarrolla en la **asignatura de Construcción 2**, del segundo curso académico del grado en Fundamentos de Arquitectura, de la Universidad de Sevilla. Construcción 2 es una asignatura troncal obligatoria que desarrolla su línea de contenidos centrada en los sistemas constructivos del edificio: cimentación, estructura y envolvente. En cada bloque teórico, el contenido engloba la definición y caracterización de materiales y productos, un acercamiento al cálculo y pre-dimensionado de elementos, y directrices para un correcto diseño y dimensionado cumpliendo exigencias mínimas, normativa vigente y recomendaciones de “buenas prácticas constructivas”.

El ciclo de mejora se aplica en **dos grupos de la asignatura**, un grupo de mañana (Grupo1) caracterizado por 25 alumnos de media en cada sesión, y otro grupo de tarde (Grupo2) conformado por 20 alumnos de media.

El **modelo metodológico usado hasta el momento** se basaba en sesiones teóricas unidireccionales, acompañadas por una parte práctica supervisada (aplicación del bloque teórico a la construcción del modelo edificatorio). Al final de cada bloque, la práctica era entregada, corregida y calificada. Esta práctica se entrega de nuevo al final del curso académico, mejorada, en base a la corrección previa, siendo de nuevo calificada (evaluación continua). Este procedimiento evidencia durante los bloques teóricos una falta de atención, desmotivación y poco interés. Durante las sesiones prácticas, el alumno desaprovecha la clase, esperando exclusivamente su turno de dudas y corrección. Al final del bloque de contenidos, cada alumno es experto en su caso de estudio, con falta de criterio y juicio para el desarrollo de otros modelos. Esta falta de razonamiento

crítico suele ser el principal motivo de fracaso por parte del estudiante en la evaluación final de la asignatura.

El ciclo de mejora pretende que el estudiante sea capaz de identificar, caracterizar, dimensionar y desarrollar con mayor razonamiento crítico y responsable cualquier elemento estructural básico de edificación. Para ello, el CIMA trata de aumentar el grado de atención durante las sesiones, mostrar la utilidad de los contenidos, y desarrollar actividades que permitan alcanzar un mayor razonamiento crítico al estudiante.

Diseño del CIMA

Principios Didácticos

Los principios didácticos en los que se basa el diseño del CIMA consisten en:

Contenidos: aumentar el grado de interés de las clases a través del desarrollo de problemas o ejemplos de utilidad que conecten los contenidos impartidos con problemas reales; tratar de que los contenidos se basen en respuestas a cuestiones reales planteadas; contextualizar los contenidos teóricos para que ayude a entender su base de desarrollo y razonamiento; desarrollar el modelo docente enfatizando la importancia de los contenidos nucleares frente a los secundarios.

Metodología: fomentar un mayor grado de atención y participación mediante pausas para evidenciar ejemplos reales en imágenes y video; cambio de foco constante entre teoría y práctica a través de ejercicios guionizados como esquema para el aprendizaje; desarrollar una docencia de

los contenidos procedimentales a través de prácticas guiadas y supervisadas durante las clases, junto con herramientas de cálculo de apoyo; fomentar el razonamiento crítico individual y colectivo mediante actividades de gamificación, donde el estudiante deba discutir y rebatir las soluciones constructivas del compañero.

Evaluación: realizar un diagnóstico de los niveles de partida de los estudiantes, para identificar dificultades, focalizar el esfuerzo docente y poder valorar el progreso del aprendizaje.

Contenidos

La Fig 1. detalla el mapa de contenidos impartidos durante el CIMA, relacionados con la construcción de sistemas estructurales de hormigón armado. Se distinguen tres grupos principales de contenidos (Porlán Ariza, 2017): conceptuales (en negro), procedimentales (en rojo) y actitudinales (en verde).

Figura 1. Mapa de contenidos

Los contenidos nucleares conceptuales están formados por 2 preguntas:

- ¿Qué materiales? Hormigón y acero
- ¿Qué elementos lo conforman? Pilares, vigas y forjados

Los contenidos nucleares procedimentales se recogen con 3 preguntas, las cuales también engloban parte de los contenidos conceptuales:

- ¿Cómo se dimensionan? Predimensionado (ELS) y cálculo (ELU)
- ¿Qué exigencias deben de cumplir? Normativa vigente
- ¿Cómo los diseño? Enlace de elementos. Casuísticas. Puntos singulares.

Los contenidos actitudinales se desglosan en aspectos ambientales (impacto ambiental del consumo de recursos), económicos (repercusión del dimensionado en la optimización económica) y sociales (responsabilidad civil y penal ante un mal diseño). Dichos contenidos actitudinales se integran a través de diferentes reflexiones durante la impartición de los contenidos nucleares y procedimentales.

Los contenidos secundarios desglosan cada contenido nuclear y procedimental en subapartados, los cuales se enlazan con su origen normativo y material.

Además, se desarrollan dos contextualizaciones de la materia, basadas en la evolución histórica del material y su normativa de aplicación, para ayudar a comprender al alumnado el origen y desarrollo del bloque de contenidos.

Modelo metodológico posible (MMP)

El modelo metodológico diseñado (Porlán Ariza, 2017), asociado al mapa de contenidos anterior, se divide en dos sesiones, ilustradas en la Fig. 2:

Sesión 1: 4 horas (2 clases)

Sesión 2: 4 horas (2 clases)

T: Teoría - P: Práctica - D: Dudas - Ej: Ejemplos prácticos - C: corrección
 Figura 2. Diagrama del Modelo Metodológico Posible

En una primera sesión de 4h, la mayor parte del contenido docente es conceptual a través de una clase unidireccional (en pizarra), acompañada de un ejercicio en paralelo como esquema para el aprendizaje (Finkel, 2008). Conforme se avanza en los contenidos teóricos, se da un tiempo a los alumnos para que vayan resolviendo la secuencia de ejercicios.

En una segunda sesión de 4h, la mayor parte del contenido de la clase es práctico (procedimental), donde el profesor guía al alumnado en su desarrollo. Los alumnos (en grupos) desarrollan su práctica en paralelo junto con pequeños aportes teóricos.

Con este modelo se trata de focalizar los contenidos impartidos hacia su utilidad, captando la atención del alumno a través de los cambios en el foco de atención.

Secuencia de actividades programada

La secuencia de actividades programadas se divide en dos sesiones, desglosadas en Tabla 1.

Tabla 1. Secuencia de actividades propuesta para el CIMA

SESIÓN 1: TEORÍA CON EJERCICIO COMO ESQUEMA PARA EL APRENDIZAJE	
	Día 1 (2h) - Teoría con ejercicios prácticos
	Cuestionario de evaluación inicial-final
	Entrega del ejercicio esquema para el aprendizaje (ver Fig. 3)
	Temario guionizado en pizarra (se omite power point). <i>Contenidos: Materiales y elementos</i>
	Día 2 (2h) – Teoría con ejercicios prácticos
	Temario guionizado en pizarra (se omite power point) <i>Contenidos: Armadura (disposición y dimensionado)</i>
SESIÓN 2: PRÁCTICA GUIADA CON APORTES TEÓRICOS	
	Día 3 (2h) – Práctica con aportes teóricos
	Entrega de herramientas Excel para tareas procedimentales (Ver Fig. 3)
	Desarrollo de la práctica, avanzando en paralelo con pequeños contenidos teóricos en pizarra. <i>Contenido: Diseño y predimensionado de pilares, forjados y vigas</i>
	Día 4 (2h) - Práctica con aportes teóricos
	Desarrollo de la práctica, avanzando en paralelo con pequeños contenidos teóricos en pizarra. <i>Contenido: Diseño y predimensionado viguetas y armaduras. Resolución de puntos singulares.</i>
	Día 5 (30min)
	Ejercicio de gamificación a modo de “bingo” sobre la práctica desarrollada
	Cuestionario de evaluación inicial-final (ver Fig. 4)

Día 1 y 2: el temario se imparte como aplicación al desarrollo de la práctica que tienen que desarrollar los estudiantes, para dar valor añadido, resaltando la utilidad.

En paralelo, a medida que avanza el temario, se pide que vayan resolviendo el ejercicio guionizado como esquema para el aprendizaje (Fig. a3), previamente entregado, para ir consolidando conocimientos.

Día 3 y 4. Una vez mostramos los conocimientos conceptuales, se facilita a los estudiantes herramientas Excel (Fig. b3) para facilitar la comprensión y desarrollo de los contenidos procedimentales. Durante la clase, se guía a los estudiantes en el desarrollo de la práctica, avanzando en paralelo con pequeños contenidos teóricos en pizarra.

Día 5. Al final de las dos sesiones, los estudiantes, en grupos, deberán de entregar la práctica de estructura de su edificio. Previamente a la entrega definitiva, los estudiantes harán entrega de la practica completa e impresa, para desarrollar un ejercicio de gamificación, a modo de “bingo”, el cual consistirá en lo siguiente:

1. La práctica será recogida, y se entregará de nuevo a grupos aleatorios.
2. El juego consistirá en identificar fallos en la entrega de los compañeros (errores de diseño, especificación, falta de información, etc.). Cada error localizado será contabilizado.
3. El ejercicio consistirá en repartir un incentivo, a modo de “bingo”, consistente en una puntuación extra en la nota final de la práctica. La puntuación extra se distribuirá entre los primeros grupos que hagan “línea”, “doble línea”, o “bingo”, como consecuencia del hallazgo de errores. La puntuación extra no será acumulable, y será repartida según vayan llegando al número de errores requerido, consistente en:
 - 2 premios de +0.5 puntos para quien llegue primero a 4 errores (“línea”)
 - 2 premios de +1 punto para 8 errores (“doble línea”)
 - 1 premio de +2 puntos para 12 errores (“bingo”)

El grupo de alumnos que haga “línea”, “doble línea”, o “bingo”, deberá cantar los fallos. El profesor dará el veredicto.

Este juego permite poner a razonar a los estudiantes en grupos sobre los contenidos de la asignatura, mejorando la comprensión de los conceptos impartidos. Además, permite corregir de manera rápida un gran número de prácticas, lo cual facilita al estudiante profundizar en mayor medida en la asignatura.

a. Ejercicio esquema para el aprendizaje

ANEXO 2. EJERCICIO COMO ESQUEMA PARA EL APRENDIZAJE

Se desarrolla un ejercicio como esquema para el aprendizaje, con una pregunta global, y un guion de trabajo lineal, con el fin de organizar el razonamiento del alumno y estabilizar las ideas que conducen a la solución correcta. Dicho ejercicio engloba la mayor parte de contenidos del bloque teórico, en cuanto al diseño, prescripción, dimensionado y armado de una sección estructural de hormigón armado.

EJERCICIO ESQUEMA PARA EL APRENDIZAJE DE SISTEMAS ESTRUCTURALES DE HA.

Desarrolle la siguiente viga de descuelgue de un forjado entre plantas:

Materiales:

Hormigón

1. Considerando la viga como un elemento muy armado expuesto al exterior (sin revestimiento/emparchado), definir el hormigón a emplear para su hormigonado. Razonar.

Acero

2. Indique un tipo de acero para las barras longitudinales de la viga, y especifique el significado de sus siglas.

Elementos (Pilares, vigas, forjados):

Predimensionado viga

3. Predimensionar el canto de la viga para una $L=6m$, sabiendo que será de descuelgue y su ancho es de 25cm.

Predimensionado forjado

4. Verificar si con un canto de forjado de 20+5 cm, con luz más desfavorable de 5m en vano aislado, es necesario comprobar las condiciones de fisuración por flecha de Art. 50.1 EHE, teniendo en cuenta que la carga total prevista es de 7.20 kN/m²

Armadura (Disposición y dimensionado)

CGM y separación armadura

5. De la viga anterior (ejercicio 3), empleando un acero B400S, calcular la Cuantía Geométrica Mínima según EHE y hacer una propuesta de armado, incluida la disposición de cercos, suponiendo $\phi 12=1cm^2$; $\phi 16=2cm^2$; $\phi 20=3cm^2$

R_{min} armadura

6. Para la misma viga, calcula el recubrimiento nominal de la armadura (R_{nom}) sabiendo que el hormigón se fabricará con CEM III/A y para una vida útil de 50 años.

Anclaje

7. Calcular la longitud de anclaje de los negativos de forjado de viguetas armadas (de $\phi 10mm$) sobre la viga, con terminación en patilla, sabiendo que el forjado es de 25+5 de canto, las viguetas están colocadas a 70cm, el hormigón HA 30/B/25/IIb y los aceros son B400S y ME500T.

b. Hoja de cálculo Excel

Anexo 2. Predimensionado de secciones (Forjados y Vigas)

Datos del edificio

Nombre:	Modelo A
Localización:	Sevilla

CANTO DE FORJADO

Según Art. 50.2.1 EHE relativo a Cantos mínimos, en el caso particular de forjados de viguetas con $L < 7m$, y sobrecargas $< 4kN/m^2$, no es preciso comprobar si la flecha cumple con las limitaciones de Art. 50.1 si el canto de forjado (h) es mayor a h_{min} dado por:

siendo:

$$h_{min} = \delta_1 \delta_2 \frac{L}{C}$$

- δ_1 : Factor que depende de la carga total y que tiene el valor de $\sqrt[3]{q/7}$, siendo q la carga total, en kN/m^2 ;
 δ_2 : Factor que tiene el valor de $L/6^{1/4}$;
 L : La luz de cálculo del forjado, en m;
 C : Coeficiente cuyo valor se toma de la Tabla 50.2.2.1.b;

Planta de forjado	Luz tramo (m)	Carga (G+Q) kN/m^2	Tipo de vano	Tipo de vigueta	Coefficiente C	d1	d2	Hmin
Forjado sanitario	5	7.2	Aislado	Pretensada	19	1.014	0.955	0.25
Forjado tipo a	4	7.2	Aislado	Armada	17	1.014	0.904	0.22
Forjado tipo b	4.3	7.2	Aislado	Armada	21	1.014	0.920	0.19
Forjado cubierta								

Tipos de vano: aislado; extremo; interior; voladizo

Tipos de vigueta: armada; pretensada; losas alveolares pretensadas

Tabla 50.2.2.1.b

Tabla 50.2.2.1.b
Coeficientes C

Selección final de forjado

Planta de forjado	Tipo de forjado seleccionado
Forjado sanitario	20x5x25
Forjado tipo	25x4
Forjado cubierta	
Canto dovetail tipo: 17, 20, 22, 25, 30	
Capa de compresión mínima: 4cm	

Tipo de forjado	Tipo de carga	Tipo de vano		
		Aislado	Extremo	Interior
Viguetas armadas	Con tabiques o muros	17	21	24
	Cubiertas	20	24	27
Viguetas pretensadas	Con tabiques o muros	19	23	26
	Cubiertas	22	26	29
Losas alveolares pretensadas(*)	Con tabiques o muros	36	—	—
	Cubiertas	45	—	—

(*) Las pretensadas proyectadas de forma que, para la contribución para frecuente no llegue a superar el momento de flexión.

PREDIMENSIONADO DE VIGAS

Según Art. 50.2.1 EHE relativo a Cantos mínimos, no será necesaria la comprobación de flecha si la relación de Luz/Canto útil es igual o inferior al valor indicado en la Tabla 50.2.2.1.a

Forjado intermedio P1

Denominación	Luz (m)	Tipo plana o descuelgue	Relación L/d	Canto (h)	Canto final (h)	Base (b)
V1	3.6	Descuelgue	18	0.20	0.25	0.25
V2						
V3						
V4						
V5						
V6						
V7						
V8						

Dimensión mínima de viga: 25x25cm

Base mínima viga plana: 30cm

Tabla 50.2.2.1.a
Relaciones L/d en vigas y losas de hormigón armado sometidos a flexión simple

Sistema estructural	L/d	Elementos horizontales sometidos a $\mu = 10\%$	Elementos verticales sometidos a $\mu = 50\%$
Viga simplemente apoyada. Losa con o bidireccional simplemente apoyada	1.00	14	20
Viga continua en un extremo. Losa unidireccional continua en un solo lado	1.30	18	26
Viga continua con ambos extremos. Losa unidireccional o bidireccional continua	1.30	20	30
Recadros exteriores y de esquinas en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1.15	16	23
Recadros interiores en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1.20	17	24
Valados	0.40	6	8

* Un extremo no considera continuo; si el momento correspondiente es igual o superior al 85% del momento de momento perfecto.

** En caso unidireccional, los recadros de losa se refieren a la luz mayor.

*** En losas sobre apoyos aislados (pilotes), los recadros de losa se refieren a la luz mayor.

Resumen predimensionado vigas según EHE, tabla 50.2.2.1.a

	Viga Plana	Viga Descuelgue
h - 1 vano	L/20 (EHE)	L/14 (EHE) o L/12 (Recomend)
h - 2 vanos	L/20 (EHE)	L/18 (EHE)
base	L/10 ≥ 30	≥ 25

Figura 3. Material específico desarrollado.

Cuestionario inicial- final

El seguimiento de la evolución de los estudiantes se realiza a través de un cuestionario inicial-final (Fig. 4), el cual estructura las preguntas en tres grupos: materiales, elementos y disposición.

ANEXO 1. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL CICLO DE MEJORA (INICIAL Y FINAL)

Datos

Apellidos, nombre	
Grupo de C2	

Materiales:

1. Especifique un Hormigón Armado para su uso en exterior, en un elemento muy armado. Razónelo.

Elementos:

2. Dibuje un pilar de 45x45cm, incluyendo armadura. Indique ϕ min de barras.
3. Situación: durante una visita a obra, observa que las vigas tienen mayor número y sección de armadura en la parte superior del centro del vano. Razone si es correcto o no, e indique el motivo.
4. Indique los elementos indicados, y espesores mínimos de a y b, según EHE.

5. Indique las diferencias constructivas entre un forjado sanitario y un forjado intermedio (elementos que los componen y diseño de apoyos).

Disposición:

6. Dibuje el encuentro de un forjado con enlace directo en una viga de 25x45 (en apoyo extremo). Incluya acotado principal.
7. ¿Qué función tiene el recubrimiento mínimo (R_{min}) del hormigón armado? ¿De qué depende?
8. Complete el siguiente forjado intermedio (con dos vuelos) con los elementos y especificaciones necesarias para la construcción, según EHE.

Figura 4. Cuestionario inicial-final

Aplicación del CIMA

Desarrollo de las sesiones

Durante la sesión 1, basada en teoría con ejercicios prácticos, se evidencia como el cambio de foco entre la docencia en pizarra y el ejercicio guionizado como esquema para el aprendizaje permite mantener el foco de atención del estudiante. A medida que se avanza en el temario, se desarrollan y resuelven los ejercicios tipo asociados. Los estudiantes se muestran mucho más participativos en clase, preguntando dudas y respondiendo activamente a los problemas planteados. La sensación es muy buena. Sin embargo, durante el día 2 de la sesión parte de la clase ha olvidado en enunciado del ejercicio en casa, haciendo que solo en torno al 75% de la clase se mantenga al ritmo de la clase anterior.

La sesión 2, basada en práctica con aportes teóricos, trabaja los contenidos procedimentales mediante una hoja de cálculo Excel. Se evidencia una mayor participación del alumnado en la clase, recibiendo preguntas con frecuencia. La sensación es muy buena en comparación con la dinámica convencional. La clase es más lenta, pero permite asentar los conocimientos mucho mejor. A pesar de ello, hay algunos alumnos que se muestran inactivos, simplemente visualizando lo que hace el compañero (entendiendo que prefieren hacer la práctica en casa).

Al final del bloque de contenidos, al inicio del siguiente día de clase, se desarrolla el ejercicio de gamificación, el cual es valorado muy positivamente por el alumnado. Los estudiantes se toman muy en serio su desarrollo para tratar de conseguir el incentivo de puntos extra. Hay mucha competitividad y la sensación es muy positiva. Se ha evidenciado como el alumnado a razonado y discutido en

grupo sobre la práctica en evaluación, aportando criterios justificativos y facilitando la comprensión entre el grupo. Además, compartir las prácticas entre los compañeros permite dar pistas de como orientan la práctica otros grupos, lo cual enriquece el resultado final. Aún así, en el grupo de mañana, hay grupos cuya práctica no alcanzó un desarrollo muy avanzado, lo cual perjudicó el desarrollo del ejercicio. La falta de contenido facilitó el hallazgo de errores, haciendo que la actividad terminase muy rápido.

Avances conseguidos y dificultades encontradas

La respuesta de los alumnos ante el modelo docente planteado es totalmente diferente a lo habitual. La sensación es muy favorable. El cambio de foco entre teoría y aplicación real (ejercicio guionizado) ha permitido mantener el foco de atención durante la clase. La clase se ha mostrado muy participativa, preguntando activamente, y totalmente volcada con el contenido impartido. Además, el ejercicio de gamificación ha gustado mucho. Los alumnos han discutido, razonado y peleado la validez de la práctica del compañero con una actitud entretenida y enriquecedora. En muy poco tiempo toda la clase ha reflexionado en grupo sobre los conocimientos adquiridos, compartiéndolos y razonándolos, y las prácticas se han autocorregido de cara a la entrega final.

Las principales dificultades encontradas han sido derivadas de alumnos que han olvidado el ejercicio esquema para el aprendizaje durante el segundo día de clase, dificultando su desarrollo. Parte del alumnado estaba inactivo. Además, algunos alumnos también se han mostrado inactivos durante el desarrollo de la sesión 2 del CIMA (práctica con aportes teóricos).

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Tras una evaluación preliminar de los cuestionarios iniciales y finales del CIMA, se ha evidenciado una relación en los resultados y obstáculos obtenidos en cada pregunta, la cual derivada en el diseño de la siguiente escalera de aprendizaje.

Figura 5. Escalera de aprendizaje elaborada en base a las respuestas del cuestionario inicial-final.

A medida que el alumno va salvando obstáculos durante el proceso de aprendizaje, va complejizando su modelo inicial, haciéndolo más sofisticado. El alumno evoluciona desde una situación inicial donde solo es capaz de identificar materiales y elementos estructurales básicos (Nivel 1) hacia una situación donde identifica las partes que los componen, relacionando diseño y función (Nivel 2). El alumno adquiere competencias en la caracterización de materiales y elementos, cumpliendo las exigencias mínimas (Nivel 3), es capaz de dimensionar bajo cumplimiento normativo (Nivel 4) hasta alcanzar la capacidad de desarrollar con propiedad todo tipo de soluciones constructivas y puntos singulares (Nivel 5).

Hay matices que hacen que en determinadas preguntas el estudiante no sea capaz de alcanzar el mismo nivel de comprensión y capacitación. Además, se evidencia que

el enfoque de la evaluación inicial no está proporcionado a la situación de partida del estudiante. La evaluación es muy compleja. Está más pensada para la situación final. El cuestionario debería ajustarse para que las preguntas permitan obtener más información.

Debido a esta casuística, la valoración de la situación de partida y final de la clase se evalúa considerando la globalidad del cuestionario desarrollado, sin incidir en una pormenorización de los resultados obtenidos por pregunta, pues no aportan información contrastable.

Las figuras 6 y 7 ilustran los resultados obtenidos por grupos docentes, antes y después de la impartición del CIMA. El grupo 1 consiste en un grupo de mañana de 25 alumnos. El grupo 2 en un grupo de tarde de 20 alumnos.

Figura 6. Resultados de la evaluación inicial-final del Grupo 1 (25 alumnos de mañana).

Figura 7. Resultados de la evaluación inicial-final del Grupo 2 (20 alumnos de tarde).

El grupo 1 de mañana parte de una situación inicial donde el 65% se encuentra en el primer nivel de la escalera de aprendizaje. Al final del CIMA, solo el 17% de los

alumnos alcanza el nivel máximo requerido en el bloque docente. Se evidencia como nadie ha sido capaz de llegar al nivel 5 partiendo del nivel 1, y solo un 39% ha sido capaz de ascender 3 niveles en la escalera de aprendizaje.

El grupo 3 de tarde ha obtenido una mejor evolución durante el CIMA, con una situación de partida del 58% de la clase en el primer nivel de la escalera de aprendizaje. Al final del CIMA, el 25% de los alumnos alcanza el nivel máximo requerido en el bloque docente. En este grupo 3 alumnos han conseguido llegar al nivel 5 partiendo del nivel 1 (un 15% de la muestra), y un 60% ha sido capaz de ascender 3 niveles en la escalera de aprendizaje.

Entre los condicionantes que pueden haber influido en la diferente evolución del alumnado, más favorable en el grupo de tarde que en el de mañana, encontramos:

- El grupo de mañana posee un mayor porcentaje de repetidores en la asignatura, lo cual se evidencia con una posición inicial en la escalera de aprendizaje mucho más favorable, pero una menor progresión. La asistencia a clase de este grupo ha sido inferior.
- El grupo de tardes es un grupo reducido (20 alumnos frente a 25), lo cual incentiva mayor participación durante la clase, y permite una mayor dedicación en cuanto a tiempos de corrección y resolución de dudas. El grupo ha mostrado entusiasmo y actitud.
- El grupo de tarde ha coincidido con menos festivos durante el calendario docente, haciendo que el seguimiento del alumno entre los bloques teórico-prácticos haya sido más continuado.

La Fig. 8 ilustra la evolución (inicial y final) de la muestra total de alumnos en los dos grupos (45 estudiantes), la cual permite observar cómo la progresión media del alumnado ha sido muy favorable con la impartición del CIMA, con un 69% de los alumnos en la evaluación final entre los niveles 4 y 5 de la escalera de aprendizaje.

Figura 8. Resultados globales del cuestionario de evaluación inicial-final (45 alumnos).

Evaluación del CIMA

Evaluación del aprendizaje del alumno

La respuesta de los alumnos ante el modelo docente planteado es totalmente diferente a lo habitual. La sensación es muy favorable. Las dos experiencias más destacadas han sido:

El ejercicio guionizado como esquema para el aprendizaje, el cual ha permitido mantener un grado de atención y concentración más elevado del alumnado, derivado del cambio de foco constante entre teoría y aplicación real, durante las dos horas de clase. La clase se ha mostrado muy participativa, preguntando activamente y totalmente volcada con el contenido impartido.

El ejercicio de gamificación a modo de “bingo” para aplicar, razonar y discutir los conocimientos de la asignatura. En muy poco tiempo toda la clase ha reflexionado en grupo sobre los conocimientos adquiridos, compartiéndolos y debatiendo sobre ellos; y las prácticas se han autocorregido de cara a la entrega final.

Valoración de los contenidos de la enseñanza

Comparando el CIMA con la docencia tradicional, se ha evidenciado como el modelo metodológico anterior mostraba una intensidad e importancia similar para todos los contenidos del bloque teórico, lo cual restaba tiempo a aspectos importantes que pasaban desapercibidos.

El desarrollo del mapa de contenidos, con la división en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y la jerarquización en contenidos nucleares y secundarios, ha facilitado en gran medida la estructuración del modelo docente. La división y jerarquización ha permitido focalizar el esfuerzo docente a los aspectos más trascendentes e importantes de los bloques docentes, mejorando el grado de comprensión por parte del alumnado.

Además, la distinción entre contenidos conceptuales y procedimentales ha facilitado el desarrollo del modelo metodológico posible, siendo el resultado docente mucho más práctico y útil para el alumno.

Evaluación de la metodología y actividades

Las estrategias implementadas en el modelo metodológico posible con mejor resultado y que serán la base del modelo metodológico docente futuro son:

Tratar de NO dar respuestas a cuestiones que nadie ha formulado. Focalizar el modelo docente en la utilidad y aplicación.

Dividir y jerarquizar el contenido lectivo, de manera que se permita destacar y focalizar el esfuerzo docente en los aspectos más importantes, siempre contextualizados.

Implementar secuencia de actividades para evitar en la medida de lo posible la clase unidireccional. Las actividades implementadas con mejor respuesta por parte

del alumno han sido: la teoría combinada con ejercicios en paralelo como esquema para el aprendizaje; clases prácticas guionizadas para desarrollo del trabajo grupal o individual; actividades de gamificación; pausas de contextualización, muestra de utilidad o muestra de contenidos aptitudinales; y pausas con imágenes, videos u otras estrategias para evitar el modo “stand by” del alumno, con el fin de captar el foco de atención y evitar la desconexión permanente.

Valoración de la evaluación inicial-final

La evaluación inicial ha permitido identificar los obstáculos de los alumnos y focalizar la actividad inicial docente para mejorar el grado de comprensión y progresión. Sin embargo, se ha evidenciado gran dificultad para elaborar un mismo cuestionario capaz de valorar la situación inicial y final del alumnado.

Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Universitat de València.
- Blandón González, B. (2019). Propuesta del nuevo modelo didáctico aplicado en construcción. *Jornadas De Formación E Innovación Docente Del Profesorado*, (1), 58–79. <https://doi.org/10.12795/jdu.2018.i01.03>
- Finkel, D. L. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. València: Universitat de València.
- García Saez, I. (2019). Ciclo de mejora para la adquisición de autonomía y visión crítica en la construcción arquitectónica. *Jornadas De Formación E Innovación Docente Del Profesorado*, (1), 1341–1360. <https://doi.org/10.12795/jdu.2018.i01.75>
- Porlán Ariza, R. (2008). El diario de clase y el análisis de la práctica. *Averroes. Red Telemática Educativa de Andalucía*, 1–8.
- Porlán Ariza, R. (2017). *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla*. San Sebastián de los Reyes, Madrid: Morata.
- Trillo Alonso, F., & Porto Currás, M. (1999). La percepción de los estudiantes sobre su evaluación en la universidad. Un estudio en la facultad de ciencias de la educación. *Innovacion Educativa*, 9, 55–75.