

Construcción del conocimiento aplicando diversas técnicas de resolución de problemas en la asignatura de Mecánica del Suelo y Cimentaciones

Construction of knowledge applying various problem-solving techniques in the subject of Soil Mechanics and Foundations

Emilio Romero Sánchez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3208-3635>

Universidad de Sevilla

Departamento de Estructuras de Edificación e

Ingeniería del Terreno

eromero13@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.002>

Pp.: 43-59



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

Resumen

Este trabajo desarrolla una propuesta de innovación docente aplicada a la asignatura de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, del Grado en Fundamentos de Arquitectura (Plan 2012). Se trata de una asignatura con una gran dificultad y cantidad de conceptos teóricos, donde los estudiantes no tienen formación previa. Además, de forma general, los estudiantes no presentan una gran motivación sobre el contenido impartido. Todo ello hace que la aplicación de diversas herramientas para mejorar la experiencia docente y el aprendizaje de los alumnos resulte fundamental en esta asignatura. En el presente trabajo se expone un Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) aplicada al tema de estructuras de contención, el cual se desarrolla en tres sesiones de clase, siete horas en total. Este se basa en la resolución de problemas, donde se aplican los diferentes conceptos teóricos. Además, se aplican diversos métodos para la resolución de los mismos. El objetivo principal es incrementar la participación de los estudiantes en la clase, así como, mantener su atención en la totalidad de la misma. Por último, los conceptos aprendidos en estos problemas previos los tienen que aplicar en la resolución de un caso real final. Los resultados del presente ciclo de mejora han sido satisfactorios, por lo que los estudiantes han progresado en el aprendizaje y el conocimiento de dichos conceptos.

Palabras clave: Mecánica del suelo y cimentaciones, Grado en Fundamentos de la Arquitectura, Docencia universitaria, Desarrollo profesional docente, Innovación docente universitaria.

Abstract

This paper develops a proposal of teacher innovation applied to the Soil Mechanics and Foundations subject, in the Degree in Architecture Fundamentals. This subject has a high level of difficulty and number of theoretical concepts, in which the students have not previous training. Therefore, the students are not highly motivated about the content, which is taught in the subject. Because of this, the application of several tools to improve the teaching experience and the student's learning is necessary. This work develops an Improvement Cycle in Classroom (ICIC) applied to the retaining structures topic, which takes place in three sessions, whose duration is seven hours. This is based in the problem resolution, applying the several theoretical concepts. Therefore, various resolution methods have been applied for the resolution of them. The main objective is to increase the student's participation and keep their attention in class. Finally, the different concepts, which have been learned in these previous problems, are applied to solve the final real case. The results of this ICIC have been satisfactory. Generally, the students have progressed in the learning and knowledge of these concepts.

Keywords: Soil mechanics and foundations, Degree in Architecture Fundamentals, University teaching, Teacher professional development, University teaching innovation.



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

Descripción del contexto

El presente ciclo de mejora en el aula (CIMA) se desarrolla en la asignatura de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, impartida en el segundo cuatrimestre del tercer curso del Grado en Fundamentos de Arquitectura (Plan 2012). Se trata de una materia obligatoria de 6 ECTS de carga docente en la que se muestra al alumnado todos los aspectos relativos a la caracterización del suelo, así como el diseño y cálculo de los cimientos de un edificio y las estructuras de contención. Hay que destacar que estamos ante una asignatura de gran relevancia dentro del Grado, pues supone el primer acercamiento del estudiante a la complejidad que supone el estudio del comportamiento del suelo y la cimentación en la edificación. Los contenidos que en ella se imparten resultarán imprescindibles para su desarrollo como profesionales de la Arquitectura, ya que es la única materia del Grado (a excepción de alguna optativa) que versa sobre contenidos relacionados con el suelo y las cimentaciones. No será hasta los estudios del Máster habilitante en Arquitectura cuando los futuros arquitectos vuelvan a tratar (en este caso de manera mucho más superficial) este tipo de cuestiones fundamentales para la concepción de la edificación.

Por todo ello, podemos afirmar que se trata de una asignatura compleja, donde se imparten un gran número de nuevos conceptos teóricos abstractos y difíciles de comprender por el alumnado. Debido a ello gran parte de los estudiantes muestran poco interés hacia la asignatura, por lo que resulta fundamental reflexionar sobre la mejora del aprendizaje de este, aplicando nuevas técnicas de mejora de la actividad docente.

Finalmente, el grupo de alumnos destinatario de la experiencia se compone de 34 estudiantes que, en su gran mayoría, muestran un importante rechazo hacia la materia y los contenidos que en ella se imparten. Estamos ante una clase poco participativa y sin interés, como así muestran los resultados de la evaluación llevada a cabo hasta este momento. Además, a todo ello hay que añadir los obstáculos externos que inciden actualmente en el desarrollo de las clases, debido a las circunstancias de docencia en tiempos de pandemia.

Por todo ello, el CIMA propuesto pretende mejorar la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje del diseño, cálculo y comprobación de las estructuras de contención rígidas. El objetivo principal de este CIMA es que los estudiantes comprendan el comportamiento y cálculo de este tipo de estructuras, mediante la aplicación de diversas experiencias en la resolución de los casos prácticos. Para ello se propone que el alumno aprenda los diferentes conceptos teóricos, que se imparten en estos temas, mediante diversos problemas y un caso real de cálculo de una de las tipologías de estructura de contención más comunes y empleada en la carrera profesional. Así pues, se plantean diversas formas de resolución de



los problemas, como la aplicación de algunos de los conceptos del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Justo, Delgado, Vazquez-Boza y Branda, 2016; Requena-García-Cruz, 2019) en la resolución del caso real final. Con todo esto, el estudiante dispondrá de una gran diversidad en el modo de captar sus conocimientos (Bain, 2008), por lo que se incentivará su nivel de atención e interés en el contenido que se va a impartir.

Diseño previo del Ciclo de Mejora en el Aula

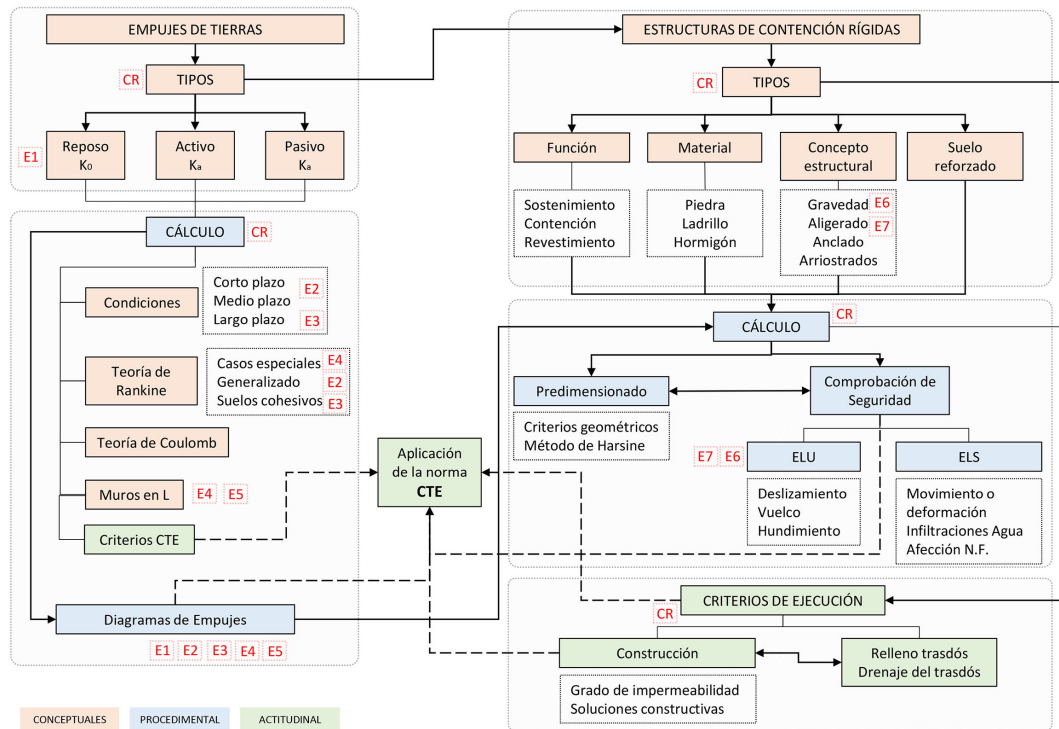
Mapa de contenidos

El CIMA se aplicará a los temas de Empujes de Tierras y Estructuras de contención rígidas. El objetivo principal del presente CIMA es acercar al alumno a una de las problemáticas de mayor complejidad que se enfrentará en su futura vida profesional como son las estructuras de contención. Para ello se propone una serie de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) (García, Porlán y Navarro, 2017), donde el alumno debe de ser capaz de analizar los diferentes empujes, los diferentes sistemas, así como, el cálculo, comprobación de seguridad y la aplicación de la normativa.

A continuación, se explica el mapa de contenidos (figura 1). En este se muestran los diferentes tipos de contenidos que se imparten en este CIMA, así como, los diferentes problemas propuestos, los cuales activan cada una de las partes de dicho esquema. Como podemos observar, cada uno de los contenidos conceptuales principales (Empujes de Tierras y Estructuras de contención rígidas) están relacionados entre sí, además, se relacionan cada uno de ellos con el contenido procedimental de cálculo. Se aplicarán dos grandes grupos dentro del contenido procedimental de cálculo, por una parte, el cálculo de los diferentes tipos de empujes y sus diagramas, y por otro, el predimensionado y comprobación de seguridad de los diferentes tipos de sistemas. Además, esta última parte, está relacionada con un contenido actitudinal de los diferentes criterios a tener en cuenta para la construcción de este tipo de sistemas de contención. Como podemos observar, todo está relacionado con la aplicación de la normativa española de obligado cumplimiento CTE-DB-SE (Fomento, 2007). También, se resaltan las diferentes preguntas-problema que inciden en cada una de las partes del mapa de contenidos, las cuales se definen en la leyenda de la parte inferior.

Es importante resaltar que, durante el desarrollo del presente CIMA, se trabajan una serie de contenidos actitudinales: el trabajo en equipo, el esfuerzo en la toma de decisiones, pensamiento crítico y la responsabilidad que tiene el arquitecto a la hora de diseñar y calcular un sistema de contención de tierras. Todos ellos son aspectos fundamentales en el futuro profesional de los estudiantes.





- E1** Diagramas de empujes del terreno, agua y total sobre un muro de sótano.
- E2** Muro de gravedad con suelo arcilloso. Leyes de empujes en situación de corto y medio plazo.
- E3** Mismo tipo que E2. Leyes de empujes en situación de largo plazo.
- E4** Muro en L y muro de gravedad. Leyes de empujes. Empujes norma CTE SE-C.
- E5** Muro en L. Leyes de empujes. Ley de presión del agua en la base (subpresión).
- E6** Muro de gravedad. Seguridad al vuelco y al deslizamiento. Distribución de presiones.
- E7** Muro en L. Seguridad al vuelco, al deslizamiento, y resultante por núcleo central.
- CR** Caso Real. Cálculo y diseño de una estructura de contención. Muro en L.

Figura 1. Mapa de contenidos.

Modelo metodológico posible

El modelo metodológico posible se ha pensado con el objetivo de dinamizar las clases, fomentando la participación de los estudiantes. Se plantean una serie de actividades, en las cuales se aplicarán diferentes métodos de resolución, con el fin de que el estudiante disfrute de una variedad de experiencias y modos de captar y construir su aprendizaje (Bain, 2008). Es fundamental conseguir que los alumnos mantengan su atención y participación activa durante todas las sesiones en las que se aplicará el presente ciclo de mejora. En las dos primeras sesiones, se resolverán



siete problemas, los cuales actúan como actividades de contraste, donde se aplicarán los conceptos teóricos impartidos. En estas sesiones, se construirá un esquema de resumen de contenidos y un esquema de resolución de forma conjunta entre los alumnos y el profesor. Además, para la resolución de los problemas por parte de estudiantes y del caso real final, se intentará aplicar la idea de los «talleres conceptuales» de Finkel (2008), para dinamizar las clases y que el alumno sea capaz de resolver sus propios problemas. Con esto, el alumno afianza los conceptos y aprendizaje sobre el contenido, además de incentivar su participación durante el desarrollo de la clase.

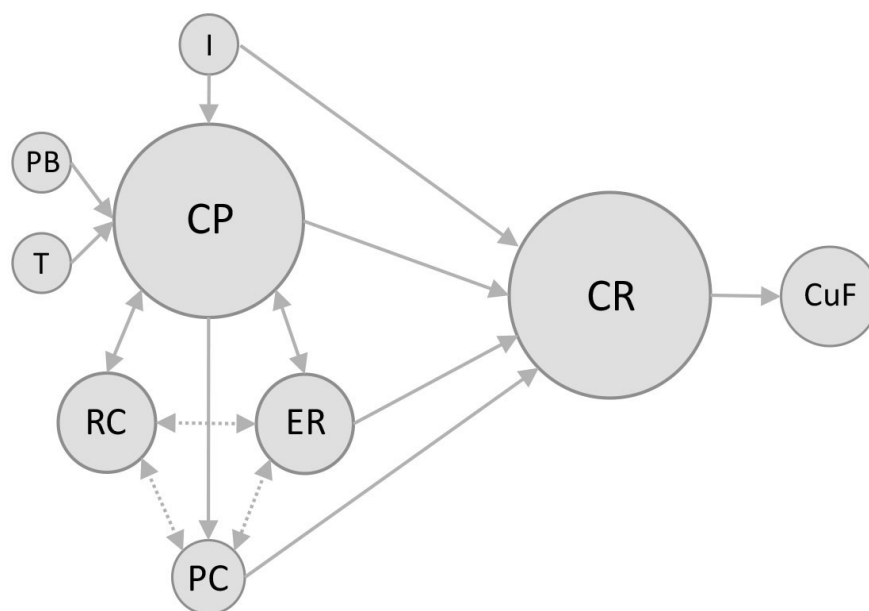


Figura 2. Modelo metodológico.

La secuencia de actividades planteada responde al modelo metodológico propuesto (figura 2). De forma general en cada una de las sesiones se plantea una Introducción (I) y varios Casos Prácticos (CP), los cuales se resuelven aplicando diversos métodos y en los que se aplican diversas Preguntas Breves (PB) y cuestiones teóricas (T). Con estos CP se construyen de forma conjunta entre los estudiantes y el profesor un Resumen de Contenidos (RC) y un Esquema de Resolución de este tipo de problemas (ER). Por último, se realizará una Puesta en Común (PC) de los diversos conceptos teóricos aplicados. Estos conceptos, los cuales están recogidos de forma esquemática en el RC y el ER, se aplicarán para la resolución del Caso Real propuesto (CR). Al final de la tercera sesión se realizará el Cuestionario Final (CuF). A continuación, desarrollaremos la secuencia de actividades planteada.

Tabla 1. Secuencia de actividades

Actividad	Explicación
Sesión 1	
Introducción (I) Tiempo 5'	Planteamiento al inicio de cada sesión, con el fin de resaltar los conceptos más importantes sobre el tema, los cuales vamos a aplicar en el desarrollo de los problemas. Los estudiantes irán citando cada uno de los conceptos teóricos vistos previamente en el tema.
Ejercicio 1 (CP) Tiempo 20'	Explicación del profesor resaltando los puntos más importantes a tener en cuenta, de modo que el alumno capte los conceptos teóricos más relevantes empleados en la resolución, los cuales le servirán de base para la participación en la resolución de los siguientes problemas planteados.
Ejercicio 2 (CP) Tiempo 25'	Resolución de manera conjunta entre los estudiantes y el profesor, de forma que el profesor va haciendo preguntas puntuales sobre qué decisión tomar (PB) y qué conceptos teóricos (T) aplicar en cada uno de los apartados.
Resumen de contenidos (RC) Tiempo 20'	Realización de un resumen de conceptos aplicados en los ejercicios previos. Con todo ello, los estudiantes disponen de un esquema de contenido que les servirá de base en la resolución del siguiente problema, el cual lo resolverán ellos.
Esquema de resolución (ER) Tiempo 20'	Construcción de forma conjunta de este esquema de resolución para este tipo de problemas, teniendo como base la resolución de los ejercicios previos. Esquema con los pasos a seguir y los factores fundamentales a tener en cuenta en función de los diversos condicionantes que se planteen.
Ejercicios 3 y 4 (CP) Tiempo 80'	Planteamiento del enunciado y se forman grupos de 2-3 estudiantes para la resolución del mismo. Tendrán que resolverlos en grupo con el uso del esquema de contenidos (RC) y esquema de resolución (ER) que hemos realizado previamente.
Puesta en común (PC) Tiempo 10'	Programación de una puesta en común de los conceptos teóricos aplicados y esquema de resolución a seguir. De este modo cada alumno irá proponiendo algunas de las situaciones de los ejercicios resueltos o dudas que le hayan surgido. Con esta actividad se completará el esquema de conceptos (RC) y de resolución de este tipo de ejercicios (ER).
Ejercicio 5 (CP) Tiempo –	Entrega del enunciado a los alumnos para su resolución fuera de clase, haciendo uso del esquema de conceptos (RC) y resolución realizada en el aula (ER).
Sesión 2	
Introducción (I) Tiempo 5'	Resaltar los conceptos más importantes sobre el tema, los cuales vamos a aplicar en el desarrollo de los problemas. Los estudiantes irán citando cada uno de los conceptos teóricos vistos previamente en el tema.
Ejercicio 5 (CP) Tiempo 15'	Solucionar de forma conjunta alumnos-profesor el ejercicio 5 que ya han realizado previamente fuera de clase. Resolución de dudas planteadas.



Actividad	Explicación
Ejercicio 6 (CP) Tiempo 20'	Explicación del profesor resaltando los puntos más importantes a tener en cuenta, de modo que el alumno capte los conceptos teóricos más relevantes empleados en la resolución
Resumen de contenidos (RC) Tiempo 20'	Realización de un resumen de conceptos aplicados en los ejercicios previos. Con todo ello, los estudiantes disponen de un esquema de contenido que les servirá de base en la resolución del siguiente problema.
Esquema de resolución (ER) Tiempo 20'	Construcción de forma conjunta de este esquema de resolución para este tipo de problemas, teniendo como base la resolución de los ejercicios previos. Esquema con los pasos a seguir y los factores fundamentales a tener en cuenta en función de los diversos condicionantes que se planteen.
Ejercicio 7 (ER) Tiempo 40'	Planteamiento del enunciado y se forman grupos de 2-3 estudiantes para la resolución del mismo. Tendrán que resolverlos en grupo con el uso del esquema de contenidos (RC) y esquema de resolución (ER) que hemos realizado previamente.
Puesta en común (PC) Tiempo 5'	Programación de una puesta en común de los conceptos teóricos aplicados y esquema de resolución a seguir.
Enunciado Caso real Tiempo 5'	Entrega y explicación brevemente el enunciado del caso real final, para que puedan leerlo con detenimiento y analizarlo fuera de clase.
Sesión 3	
Caso Real (CR) Tiempo 105'	Planteado como si de un proyecto real, durante su vida profesional, se tratará, deben aplicar los conceptos teóricos impartidos y desarrollar otras destrezas fundamentales. Se organizarán en clase en grupo de 2-3 personas para comenzar en la resolución, la cual se completará fuera del aula. El profesor servirá de apoyo para las dudas que vayan surgiendo durante la resolución. Se les entregará una rúbrica de los aspectos más importantes a tener en cuenta en la evaluación.
Cuestionario Final (CuF) Tiempo 15'	Realización del cuestionario de ideas finales.

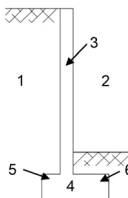
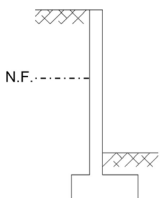
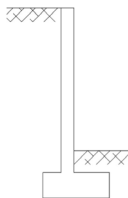
Cuestionario inicial y final

Con el objetivo de valorar el estado inicial y final del conocimiento, en el que se encuentran los estudiantes, se plantea el siguiente cuestionario de diagnóstico (Porlán, 2017). Este se aplicará al inicio y al final del CIMA con el objetivo de acercarnos a los modelos de ideas de los estudiantes y valorar el avance que han tenido sobre el contenido impartido. El cuestionario se construye teniendo en cuenta los conocimientos previos que ya han visto de forma introductoria en asignaturas previas. Está compuesto



por cuatro preguntas, las cuales se plantean de forma general y engloban la mayor parte de los contenidos principales expuestos anteriormente. Es importante resaltar que ambos cuestionarios tienen las mismas preguntas con algunas modificaciones menores, para así valorar la mejora en el avance de los estudiantes en relación a cada pregunta. Son cuestiones básicas, las cuales deben de ser capaces de responder adecuadamente en el cuestionario final.

Tabla 2. Cuestionario inicial y final

¿Qué tipos de sistemas de contención de tierras conoces? Enuméralos, haz un esquema de cada uno de ellos e indica si son prefabricados o <i>in situ</i>.			
Según tus conocimientos previos, ¿Qué comprobaciones habría que realizar para verificar la estabilidad estructural de un muro de contención? Indica las acciones a considerar.			
¿Sabrías indicar el nombre de cada una de las partes señaladas en el siguiente muro de contención?			
Dibuja la ley de empujes y la posición de la resultante a los que se ve sometido un muro de contención de tierras bajo estos dos escenarios:			
a) Nivel freático en el trasdós del muro.		b) Calzada con tráfico rodado en el trasdós.	

Aplicación del Ciclo de Mejora en el Aula

Diario de las sesiones

Lo primero que hay que destacar es que el desarrollo del presente CIMA se realizó en las últimas semanas del curso académico, un curso influenciado por el gran obstáculo externo de la docencia semipresencial, debido a la actual situación de pandemia. Debido a la falta de tiempo el cuestionario de ideas previas se envió por correo, en la semana anterior al comienzo del CIMA, explicando el objetivo de la actividad y el contexto en el que se realizaba. Desde ese momento, percibí la falta de interés de los estudiantes en la actividad, ya que solo realizaron el cuestionario la mitad de los alumnos de la clase.



Al inicio de la primera sesión clase, tras una breve presentación por mi parte, planteé la introducción mediante preguntas concisas a los alumnos sobre algunos de los conceptos teóricos. Al principio les costó participar, pero poco a poco fueron colaborando y anotaron una serie de conceptos teóricos importantes, los cuales iba corrigiendo y completando. Los alumnos que participaron durante la introducción fueron los que estaban de forma presencial en el aula. En general, aquellos que estaban en casa no participaron durante el desarrollo de la clase, salvo varias anotaciones en el chat. Sin embargo, la participación de algunos de los alumnos que estaban en clase sirvió para animarme y motivarme de cara al desarrollo de la sesión.

En cuanto a mis sensaciones, al comienzo de la clase estaba más nervioso de lo habitual ya que, además de ser mi primer año de docencia, había que añadir la incertidumbre que tenía sobre cómo se iba a desarrollar la clase con este planteamiento nuevo a aplicar. También tenía dudas sobre la implicación por parte de los estudiantes, debido a la poca participación recibida en la realización del cuestionario inicial.

Durante la explicación del primer ejercicio, iba realizando preguntas breves sobre conceptos teóricos a aplicar en cada uno de los apartados del problema. En este caso participaron varios alumnos en clase y algunas participaciones por medio del chat en Blackboard. Los animé a que activaran el micrófono y me interrumpieran en cualquier momento. En este momento tuve una sensación positiva porque percibí que los alumnos estaban más atentos a la explicación. Además, participaron más que en clases previas, donde nadie hablaba ni preguntaba, solo se dedicaban a atender y anotar la resolución del ejercicio.

Durante el desarrollo del resumen de contenidos (RC) y el esquema de resolución de problemas (ER), se creó un clima de participación muy positivo. Los estudiantes consultaban los dos ejercicios resueltos previamente, para proponer aspectos importantes para dichos esquemas. El profesor iba realizando preguntas y anotando algunas cuestiones. En general, solo participaban los estudiantes que estaban de forma presencial en el aula. Los estudiantes en casa solo participaron con alguna anotación mediante el chat. Por tanto, mis sensaciones eran un poco contradictorias, ya que percibía una mayor implicación por parte de los estudiantes, pero seguían siendo bastante reacios al cambio de metodología en la clase.

El inicio del caso práctico planteado para la realización en grupo de 2-3 alumnos fue complicado. Al principio, les resultó difícil organizarse en grupos y comenzar a trabajar. Los estudiantes no están acostumbrados a esta forma de trabajo en el aula y, por tanto, les cuesta asimilar algunos de los cambios propuestos en este CIMA. Finalmente, de forma muy tímida se organizaron y empezaron a trabajar. Mientras trabajaban, iba corrigiéndoles



cuestiones de identificación de variables y aspectos importantes sobre la resolución. Resaltar que el tiempo de resolución era mayor al planteado inicialmente y en ciertos apartados necesitaban mucho más. En este sentido, destacar que, en algunos apartados, necesitaron que les orientara sobre los conceptos que tenían que tener en cuenta para la resolución. En este sentido, esperaba una mayor implicación por parte de los estudiantes. Sin embargo, el hecho de que consultaran los ejercicios ya resueltos y emplearan el esquema de contenidos y de resolución de problemas planteados en la actividad anterior fue satisfactorio.

El desarrollo de los siguientes ejercicios por grupos fue algo mejor ya que los estudiantes habían asimilado la metodología de trabajo tras la realización del primer ejercicio. Sin embargo, de forma general, les costó bastante el nuevo método de resolución de problemas por grupos. Además, es importante resaltar los obstáculos externos que actualmente actúan debido a la situación de pandemia, donde cada alumno se tiene que situar en su sitio señalado mediante un número y no se puede mover en toda la sesión. Esto hace que el trabajo en grupo sea menos dinámico que en situación normal.

La actividad de puesta en común, planteada al final de la clase, se vio afectada por la falta de tiempo y esta se redujo a varios comentarios por parte del profesor. Con ello, los estudiantes completaron sus esquemas de contenidos y resolución para aplicar en casa y en el futuro caso práctico. Me gustaría enfatizar que, durante el desarrollo de la conclusión, el grupo de estudiantes que había colaborado más activamente durante el desarrollo de la clase, plantearon varias dudas interesantes. Esto me motiva a seguir mejorando e implementando nuevos métodos durante la impartición de mis clases, ya que percibí un cambio con respecto a la actitud de varios alumnos. Debo de continuar insistiendo y mejorando ciertos aspectos, de modo que consiga la participación de un mayor número de estudiantes.

En la última sesión, el planteamiento de dos horas de trabajo en clase en la resolución del caso práctico real ha sido muy positivo. Al inicio, fue complicado crear el clima de participación y trabajo, sin embargo, durante la clase estuvieron trabajando de forma activa entre ellos. Los estudiantes consultaban los apuntes, sus esquemas de resolución y se organizaban el trabajo entre ellos. En este sentido, debido a la situación actual de pandemia, los alumnos están organizados por un código numérico, provocando que la organización de los alumnos sea más rígida y complicada para una clase de trabajo en grupo más dinámica.

Por último, propuse la realización del cuestionario final al término de la tercera sesión, y al plantearlo, percibí al instante la falta de ganas de participación por parte de los alumnos. Habían tenido toda la mañana de clase y era la última clase de la semana para ellos.



Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes se ha realizado mediante la comparación de los cuestionarios inicial y final (tabla 2), la propia observación de los estudiantes en el desarrollo de las sesiones y la valoración de la entrega del trabajo propuesto del diseño y cálculo de un sistema de contención. El cuestionario inicial lo realizaron 13 alumnos de forma *online*, y el segundo lo realizaron 20 alumnos de forma presencial.

La evaluación de las diferentes cuestiones se ha realizado empleando las escaleras de aprendizaje (figuras 3 a 5), siguiendo las indicaciones de Porlán (2017). Las diferentes escaleras de aprendizaje muestran la evolución que han experimentado los estudiantes en cada una de las preguntas realizadas. En cada cuestión se definen los diferentes modelos de ideas identificados, así como sus obstáculos. En la primera cuestión se han detectado 5 modelos y en las demás se definieron 4. Estos modelos de ideas conforman los diferentes niveles de la escalera de aprendizaje. En este caso es importante definir un modelo de respuesta (nivel 0), en el cual el estudiante no responde o responde erróneamente de manera aleatoria sin pensar la respuesta. Además, en cada uno de los niveles se indica el porcentaje de alumnos, tanto en el cuestionario inicial (PRE) como en el final (POST).

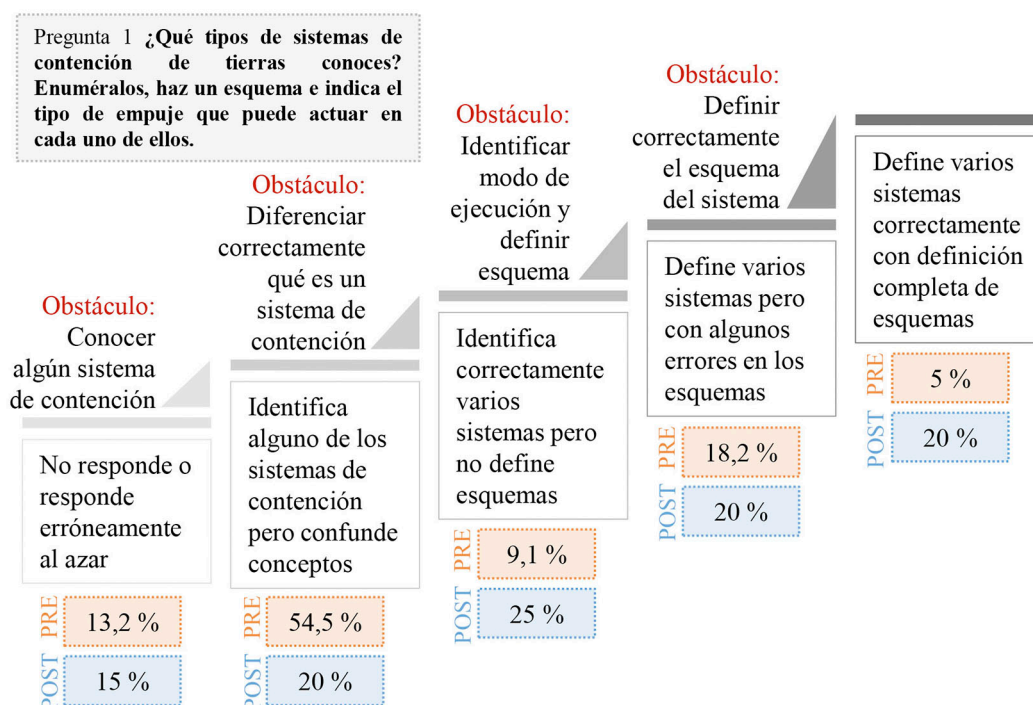


Figura 3. Escalera de aprendizaje (Pregunta 1).

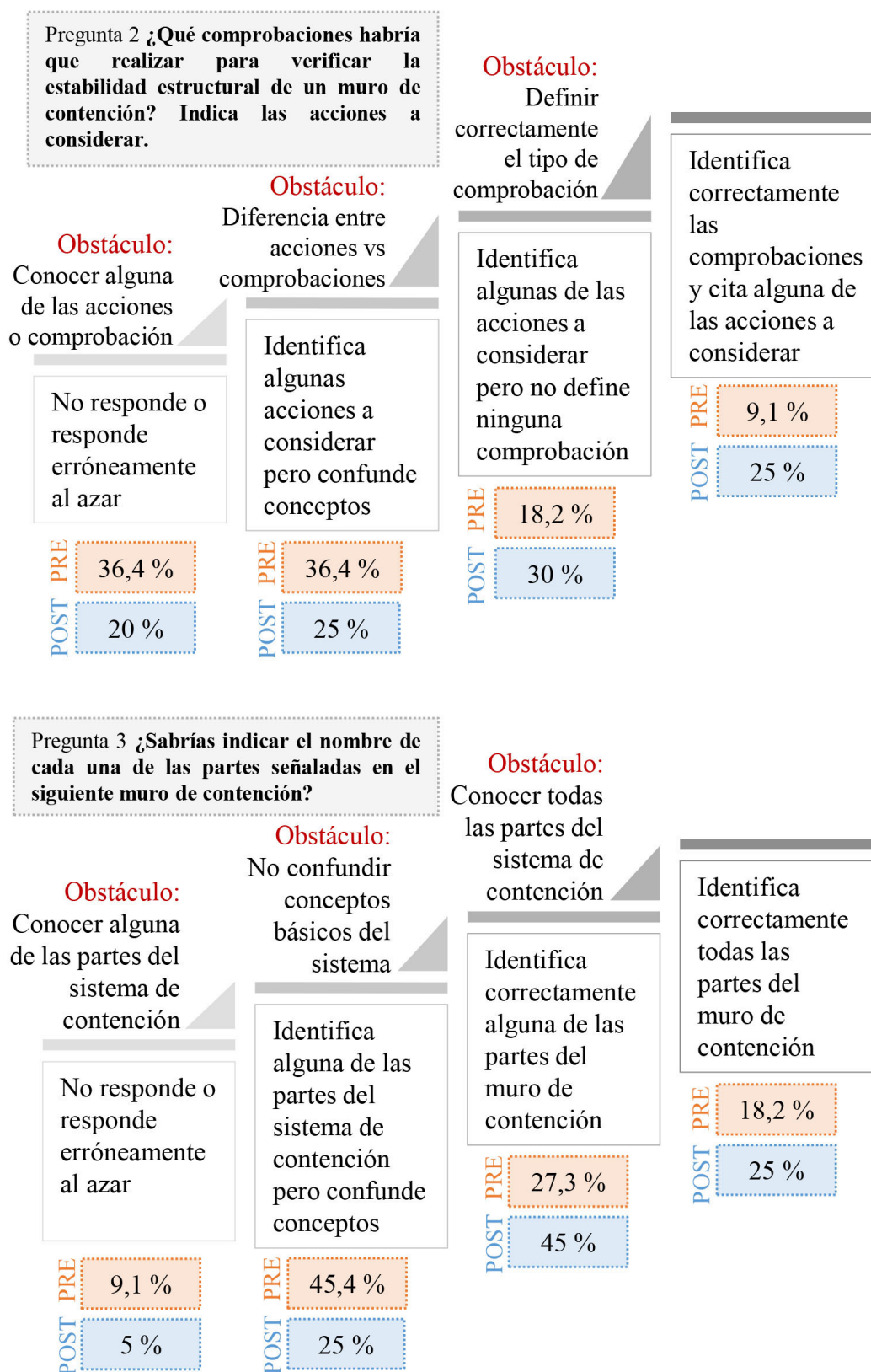


Figura 4. Escaleras de aprendizaje (Pregunta 2 y 3).



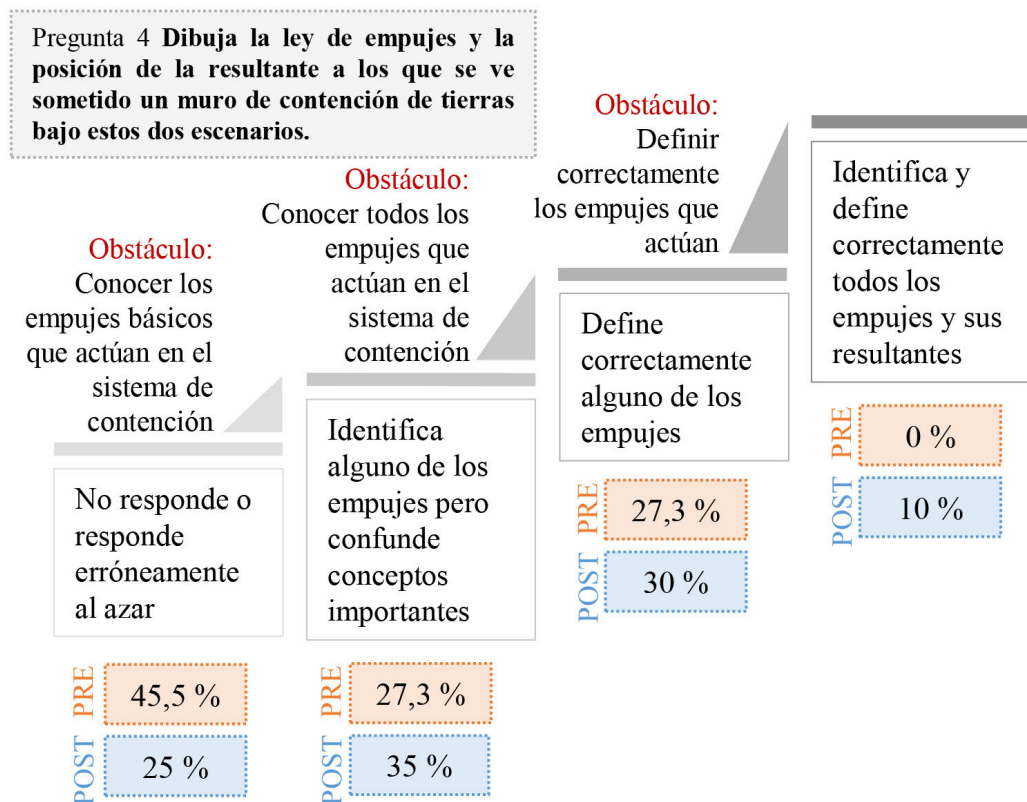


Figura 5. Escalera de aprendizaje (Pregunta 4).

Podemos observar, de forma general, que el nivel de conocimiento de los estudiantes ha mejorado. En el cuestionario inicial, el mayor porcentaje de alumnos se situaba en el nivel 0 y nivel 1, lo cual muestra el bajo nivel sobre conceptos básicos que tienen los estudiantes al inicio. En este sentido, la pregunta 4 es la que peores resultados ha obtenido, ya que ningún estudiante alcanza el nivel máximo y el mayor porcentaje se encuentra en el nivel 0. Así, tras la realización del cuestionario final, se observa un avance en el conocimiento de los estudiantes, pero el porcentaje que ha alcanzado los niveles superiores sigue siendo bajo.

Con el cuestionario inicial se pudo detectar que el concepto de los diagramas de empujes sobre las estructuras de contención de tierras (figura 5) es lo que más dificultad suponía para los estudiantes. En este sentido, se ha conseguido que los estudiantes avancen en su aprendizaje, pero el mayor porcentaje de estudiantes sigue estando en un nivel medio-bajo, solo el 10% de los estudiantes ha alcanzado el nivel máximo planteado. Sin embargo, esto puede verse influenciado por los diferentes condicionantes que han incidido en el desarrollo del cuestionario, ya que se realizó al final de la última sesión y los alumnos estaban bastante cansados, y mostraron cierto rechazo al plantear esta actividad. Al analizar las respuestas

se detecta que los estudiantes han realizado esta cuestión de forma rápida y sin dedicar el tiempo de análisis que ello requiere. Los diagramas de empujes se han trabajado de forma constante en cada uno de los casos prácticos planteados, y soy consciente de que los estudiantes han evolucionado en su aprendizaje en comparación de lo que muestran las respuestas de dicho cuestionario final.

Otro aspecto que enfatiza el poco interés que muestran los alumnos es el alto porcentaje de estudiantes que no han contestado algunas de las cuestiones o lo hacen de forma aleatoria, tanto en el cuestionario inicial como en el final.

Teniendo en cuenta todos los obstáculos externos que han influido en la aplicación del presente ciclo de mejora en el aula, tengo que resaltar que en líneas generales el resultado ha sido satisfactorio como muestran los resultados de los cuestionarios inicial y final.

Evaluación del CIMA

En general, el resultado de la aplicación del ciclo de mejora ha sido bastante positivo y satisfactorio por parte del profesor. Sin embargo, es un proceso continuo de mejora por parte del docente y de los propios estudiantes. La aplicación de este ciclo de mejora ha permitido detectar una serie de aspectos positivos y varios aspectos a replantear y mejorar de cara a futuros ciclos de mejora. En mi opinión, se ha mejorado el método y la forma de construir el aprendizaje de los estudiantes.

Creo que plantear la resolución de los problemas aplicando diversos métodos ha funcionado correctamente. Los alumnos han adquirido un mayor interés y concentración durante la clase debido a esta variabilidad de resoluciones, donde el estudiante adquiere un papel más activo. Además, el plantear el caso real, el cual deben de resolver como si de un proyecto real de diseño y cálculo de un muro de contención se tratara, hace que el alumno tenga que reflexionar y aplicar los conceptos y resolución de problemas vistos previamente en clase. Asimismo, este adquiere una serie de habilidades muy efectivas para su futuro profesional, como el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la búsqueda de las soluciones más eficaces, etc.

Me gustaría destacar que la actividad donde construimos de forma conjunta un mapa de contenidos y un esquema de resolución de este tipo de problemas es una actividad muy práctica y positiva. Esta permite que el estudiante tenga un tiempo en la clase para pensar, consultar el tema y debatir de forma conjunta los conceptos teóricos y los diferentes pasos a seguir para la resolución de este tipo de problemas. De este modo tienen un material muy importante de cara a la preparación y la resolución



de dicho contenido, el cual tienen que aplicar en el desarrollo del caso real final.

La docencia es una formación continua, tanto para el profesor como para los estudiantes, por lo que siempre se debe de cuestionar y evaluar nuestro propio modelo y actividad. En este caso, se detectaron una serie de factores que se pueden mejorar de cara a futuros ciclos de mejora. Los cuestionarios inicial y final son un material muy útil y que mantendré en mi práctica habitual. El caso del cuestionario inicial se planteó de forma *online* por falta de tiempo y los resultados no fueron los esperados, debido a la falta de participación por parte de los estudiantes. Y el cuestionario final se realizó al final de la última sesión donde los estudiantes no mostraron el interés que requería debido a su cansancio y por no ser una actividad evaluable para su calificación final. Tengo que replantear el modo de resolución y el transmitir a los estudiantes la importancia de la resolución de dichos cuestionarios para mejorar la actividad docente, y así poder tener resultados más eficaces de la evolución de los estudiantes. En mi opinión, los estudiantes cuando saben que es una actividad no evaluable para su calificación final, no lo realizan con la seriedad que se requiere.

Otro de los grandes problemas detectados es la falta de tiempo. En este caso, debería de revisarse el número de casos prácticos planteados. Se podría suprimir alguno, de modo que los estudiantes tengan más tiempo para la resolución de los casos prácticos en grupos de 2-3 estudiantes y así tener mayor tiempo para asimilar los diferentes conceptos aplicados en la resolución.

En mi opinión, creo que la secuencia de actividades planteada es positiva. Aunque tengo que seguir mejorándola. Los aspectos generales implementados han funcionado y han provocado un cierto cambio en el habitual desarrollo de clases anteriores. En primer lugar, el hecho de realizar un mapa de contenidos y resolución de problemas, donde se incorporen de forma esquemática los conceptos más importantes, ha sido un aspecto muy práctico y que conservaré en mis futuras clases. Además, continuaré con la forma de proponer los ejercicios mediante diversos métodos de resolución. Con esto, el alumno percibe un cierto cambio que lo mantiene atento. Asimismo, el cuestionario final lo realizaré a primera hora del día siguiente a la conclusión del CIMA.

Para finalizar, me gustaría puntualizar que he hecho una pequeña reflexión sobre la actual organización de las clases en la asignatura. Pienso que sería efectivo explicar la teoría y desarrollar el mapa de contenido con el esquema de los conceptos más importantes, durante el día anterior a la clase práctica. Esto posibilitaría que el alumno tenga un tiempo para repasar y completar este mapa de contenido. Con todo ello, los estudiantes



afrontarían la clase práctica con una mayor seguridad de los conceptos teóricos, y ayudaría a mejorar en la participación en clase.

Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2008). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*, Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Fomento, M. de (2007). *Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB-SE-C)*. España.
- García, E., Porlán, R. y Navarro, E. (2017). Los fines y contenidos de enseñanza. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 55-72). Madrid: Morata.
- Justo, E., Delgado, A., Vazquez-Boza, M. y Branda, L. A. (2016). Implementation of problem-based learning in structural engineering: A case study. *International Journal of Engineering Education*, 32(6), 2556-2568.
- Porlán, R. (2017). *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla*. Madrid: Morata.
- Requena-García-Cruz, M.-V. (2019). Propuesta de innovación docente en arquitectura mediante el aprendizaje basado en problemas. En E. Navarro-Medina y R. Porlán (Coord.), *Ciclos de mejora en el aula año 2019. Experiencia de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 449-468). Sevilla: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.



