Aplicación de un ciclo de mejora docente en el aula para instalaciones de climatización

Application of a teaching improvement cycle in the classroom for air conditioning installations

JACINTO CANIVELL

Universidad de Sevilla

*Departamento de Construcciones
Arquitectónicas 2*

jacanivell@us.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7636-102X>

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447231003.008>

Pp.: 172-195

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

Contextualización del ciclo de mejora

La asignatura de Instalaciones 2 pertenece al Grado en Edificación, y se imparte en el tercer curso de cuatro en la Escuela Técnica Superior de Edificación. Es una asignatura obligatoria y se apoya en los conocimientos que el estudiante debe haber adquirido en Instalaciones 1.

Así como Instalaciones 1 se enfoca en el ámbito residencial y en lo que se denominan instalaciones básicas, el objetivo ahora es progresar hacia las instalaciones específicas, que comprenden un mayor abanico de situaciones: terciario, comercial, residencial público, recreativo, docente, etc. Uno de los retos de esta materia es que, además de dominar y controlar el empleo de la normativa básica, el estudiante aprenderá a manejar, considerar e interpretar un juego más amplio de normas, donde los criterios se cruzan o se definen de distintas formas. Por lo tanto, se pretende que el estudiante desarrolle capacidad crítica y autónoma.

Como en otras muchas asignaturas ésta se desarrolla a lo largo de 15 semanas de clases, teniendo asignado 6 créditos (60 horas lectivas de trabajo en el aula). El plan de estudios tiene asignada 4 horas semanales en el primer cuatrimestre. La carga teórico-práctica se reparte totalmente equilibrada, por lo que la primera mitad se dedica a clases de teoría y las últimas para las prácticas. Esta estructura y la distribución de todas las clases por unidad didáctica y tema se organiza para que el estudiante conozca desde el principio de la hoja de ruta durante todo el cuatrimestre. El enfoque de la teoría ha sido siempre la clase magistral, pero en la práctica se ha considerado una orientación totalmente diferente. Tanto es así, que normalmente se ha denominado como tutores a los profesores al cargo de las horas prácticas, ya que su cometido es hacer el guion de la clase y coordinar y orientar las actividades

en las que normalmente el protagonista debe ser el estudiante. La idea es que cada estudiante con la materia impartida en la teoría y con unos recursos audiovisuales específicos elaborados por el profesor, desarrollen semanalmente una propuesta preliminar para la instalación. Mediante la asignación de voluntarios, de forma individual o en grupo, exponen en la clase práctica semanal la solución adoptada, que sirve como encuadre para establecer un debate final donde entre el profesor-tutor y el resto de la clase se discuten los aspectos correctos, las mejoras y otras alternativas posibles. Esta estrategia docente en el aula se considera como un punto de partida acertado, por lo que las mejoras que se propongan con este ciclo de mejora en el aula (CIMA) se plantearán solo para mejorar algún aspecto que más adelante se comentará.

El tema seleccionado, “Instalaciones de Acondicionamiento higrotérmico”, se encuadra en el primer bloque temático de tres, que se titula “Instalaciones específicas”, siendo el segundo bloque el de las instalaciones urbanas (suministro de agua, alcantarillado, iluminación y electricidad) y el tercero destinado a la introducción a la eficiencia energética y la domótica. Este primer bloque es donde el alumno adquiere conocimientos más avanzados sobre los que debe traer del segundo año del grado, mientras que los otros dos bloques se pueden considerar como de iniciación. En cuanto a la distribución por horas, este tema tiene destinadas 4 horas lectivas teóricas y 4 prácticas, por lo que encuadra perfectamente con los mínimos establecidos para el tipo CIMA propuesto.

Finalmente, es conveniente comentar brevemente a cerca de algunos aspectos del procedimiento de evaluación. Aunque se sigue parcialmente la tipología de examen teórico y práctico, una gran parte de lo valorable (aproximadamente un 50%) corresponde a un trabajo de curso por el que se propone la resolución de las instalaciones

de tres casos de estudio: un aparcamiento público, un edificio de uso terciario y una urbanización. Cada una de las instalaciones que semanalmente se van resolviendo y comentando en clase práctica corresponde con directamente con este trabajo tipo portfolio que el alumno debe entregar al final del curso.

Diseño previo del CIMA.

A lo largo de los últimos años se han elaborado interesantes y variadas interpretaciones y adaptaciones de los conceptos del CIMA en el ámbito de la enseñanza de la arquitectura y de la construcción. Algunos han sido aplicados en el campo de las estructuras y la ingeniería del terreno (Mascort-Albea, 2019; Romero-Hernández, 2019), con interesantes resultados y otros más cercanos al área de Construcciones Arquitectónicas y las instalaciones en la edificación (Herrera-Martín, 2016).

El modelo actual de docencia que se aplica en el aula estaría basado en el siguiente esquema (Fig. 1):

Figura 1. Modelo metodológico previo.

Normalmente las clases de teoría comienzan por una breve situación y encuadramiento en el tema que suele concebirse como un repaso (R) de los conceptos impartidos en la clase anterior. Al iniciar algún tema nuevo siempre se suele presentar mediante la exposición del índice de contenidos (I), que sirve para presentar brevemente al estudiante todo lo que se desarrollará en las horas sucesivas, tanto teóricas como prácticas. A continuación el profesor diserta sobre los aspectos teóricos del tema (T). En este momento de la clase, con la intención de hacer más participativa la clase, suelo intentar establecer algún diálogo con los estudiantes para lo que recorro a establecer preguntas que atraigan su atención (IA), y que los lleven a plantearse ciertas conclusiones o conceptos (C) que considero importantes. Sin embargo, la experiencia regular con este modelo no suele ser muy participativo, por lo que el estudiante tiende a tener una experiencia muy pasiva en el aula y aporta poco o casi ningún esfuerzo en el aprendizaje. Para facilitar el desarrollo de la clase, los alumnos disponen de las presentaciones del profesor con antelación, ya que todas están subidas al espacio de la Enseñanza Virtual de la asignatura. Estos documentos pueden ser usados como guiones de clase que el alumno complementa con las explicaciones en el aula.

Este modelo sigue el esquema de la clase magistral, por lo que aunque se pretenda mejorar el aprendizaje del estudiante por medio de su participación activa, la simple disposición de los roles en la clase suele coartar y lastrar cualquier iniciativa en este sentido.

Las horas prácticas tienen otra orientación totalmente diferente, por lo que la predisposición del estudiante es mucho más proactiva. Entre otras razones, la organización establecida desde inicio del curso informa y obliga a todos los estudiantes a trabajar activamente antes y durante las horas prácticas. Durante la teoría, suelo hacer referencias a la práctica que se va desarrollar, buscando

establecer claramente la finalidad y la utilidad de los que se está aprendiendo. Por lo tanto, a través de la teoría se propone la resolución de un problema (PR) que corresponde al diseño, cálculo e implantación de una instalación en un edificio común para todos los alumnos del curso. La programación de las horas prácticas obliga al estudiante trabajar previamente el problema y mediante una preasignación, a exponer ante el resto de los compañeros de las soluciones adoptadas (IA). Para facilitar el trabajo, los profesores subimos recursos audiovisuales propios en los que explicamos cómo resolver casos similares, por lo que el alumno los emplea como actividades de contraste (AC) para mejorar sus conceptos previos teóricos. Al final de estas clases, con los comentarios del profesor, en base a las soluciones comentadas, se definen los aspectos principales a tener en cuenta (C).

En base a este modelo se propone el siguiente que también contempla la teoría y la práctica (Fig. 2):

Figura 2. Modelo metodológico propuesto.

La mejora de esta propuesta se sustenta en un cambio en la orientación en las clases de teoría con la finalidad cambiar los modelos mentales del estudiante mediante actividades de contraste fundamentalmente. Previamente, y como será expuesto más adelante, se ha realizado un cuestionario inicial como herramienta versátil para conocer esos modelos mentales de partida (Porlán Ariza, 2018). La

metodología propuesta se basa en exponer en primer lugar el mapa conceptual (MP) del tema, con el que a modo de introducción, todos los conceptos se organicen jerárquicamente y se planteen las ideas clave o de fuerza con las que se formulan las preguntas clave (PC). Éstas constituyen el punto de inicio del estudiante, ya que con la simple formulación de las mismas se pretende que cada alumno vaya incorporando algunas ideas (IA) que posteriormente serán puestas en juego por medio de actividades de contraste (AC). Con antelación, el profesor tendrá previstos varios recursos que serán trabajados en grupo durante la clase y que tendrán que leer y analizar para encontrar respuesta a las preguntas clave (PC) formuladas. Cada grupo deberá sintetizar una respuesta que será expuesta en pública, discutida entre todos para buscar la respuesta más adecuada a las preguntas. El profesor como mero coordinador intervendrá como orientador y moderador del debate para que al final de la clase se pueda obtener una conclusión definitiva que dé respuesta a los interrogantes propuestos (S+C). Esta síntesis y conclusiones servirán como punto de partida para que el alumno plantee la resolución del problema (PR), siguiendo para ello un esquema muy similar al establecido en el modelo previo.

Mapa de contenidos.

Uno de los primeros pasos acometidos para el diseño del CIMA fue la elaboración de un mapa de contenidos que se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Mapa conceptual sobre el tema de las instalaciones de acondicionamiento.

La finalidad de este mapa es jerarquizar los contenidos que los estudiantes deben enfrentar de forma que quede claramente diferenciado el contenido principal o clave y que el resto esté ordenado según su naturaleza (actitudinales, procedimentales y conceptuales) y por su relación a ciertas preguntas clave que el estudiante debe formularse. Este mapa además servirá como base para el planteamiento de la secuencia de actividades que se comentará en esta sección.

En primer lugar, el concepto principal seleccionado para este tema ha sido el confort en un sentido amplio, y entorno a éste el estudiante debe formularse tres cuestiones: ¿Qué es?, ¿para qué se emplea? y ¿cómo se implementa de manera adecuada en las instalaciones? Los dos primeros interrogantes se abordarán en las horas de teoría

(4 horas), mientras las prácticas (4 horas) se dedican a diseñar las mejores soluciones que cumplan con los preceptos definidos para el confort.

La definición de qué es el confort se define mediante ciertos parámetros físicos y se regula además en la normativa, cuestiones que a su vez sirven para establecer las condiciones de las denominadas cargas térmicas. Se considera esencial que para que el estudiante conecte eficazmente con su aprendizaje que sea consciente permanentemente de la finalidad de los conceptos, por lo que la pregunta de “¿y esto para qué sirve?” debe quedar meridianamente clara. En este sentido se pretende que las actividades a desarrollar en el aula tengan un sentido práctico directo y los lleve directamente a una utilidad y aplicación de los conceptos trabajados.

Diseño del modelo metodológico.

Modelo metodológico posible y secuencias de actividades programadas, partiendo de los problemas seleccionados.

A continuación se expone en las Tablas 1, 2, 3 y 4 una síntesis de la secuencia de actividades diseñada para el CIMA a lo largo de las 4 clases empleadas. Se han considerado los siguientes tipos de actividades: introducción (I), cuestionario inicial (CI), Cuestionario final (CF), actividad conceptual (AC), actividad procedimental (AP), pregunta clave (PC), píldora del profesor (PI), tarea de contraste (TC), trabajo autónomo (TA), actividad de síntesis (S) y conclusiones (C).

Tabla 1. Secuencia de actividades de la clase 1 (2 horas) del CIMA.

Tipo de actividad	Descripción de la actividad	Tiempo (min.)
I	Presentación del CIMA a la clase. Establecer los objetivos generales de las actividades a realizar en clase.	5
CI	Esta actividad individual se desarrollará por medio de una actividad dentro de la Enseñanza Virtual (EV). Esta actividad no es calificable para la evaluación del alumno, pero servirá como contraste del nivel de conocimiento adquirido, ya que se pasará a los alumnos tanto antes como después del tema objeto de este Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA).	20
AC1-PC	Se plantean unas preguntas que el alumno debe contestar, para lo que hará uso de las siguientes actividades. Las preguntas son: ¿Qué es el confort térmico? ¿Qué parámetros influyen en el confort térmico? ¿La normativa española regula el confort para los usos distintos del residencial? ¿Cuáles son las solicitaciones exteriores, interiores y las condiciones operacionales que impone la normativa?	5
AC1-PI	El profesor comentará unas breves nociones sobre las normas y documentos de consulta, diferencia entre la demanda y el consumo energético; y las condiciones operativas y temperaturas de consigna.	5
AC1-TC	Esta actividad se desarrollará mediante trabajo en grupos de 3-4 personas. Se plantea una pregunta Clave y mediante una hoja de ruta se plantea que el alumno busque, analice y sintetice la respuesta. Cada grupo deberá consensuar una respuesta a la pregunta planteada, que será expuesta por un representante de cada grupo. Para poder respuesta ofrece al alumno la consulta de unos recursos en el siguiente orden: <ul style="list-style-type: none"> • Web especializada con recursos sobre el confort térmico. • Arquitectura y confort térmico. Teoría, cálculo y ejercicios. México Plaza y Valdés Editores; 2012 (páginas 8 y 9). • Definiciones en la normativa CTE HE0 (Consultar apartados: 4.1.3, 4.2, 4.3 y Anejo D). RITE (Consultar instrucciones: IT-1.1.4.2.1, IT-3.8). 	20

AC1-S	Cada grupo escribe y sintetiza una breve respuesta sobre las reflexiones y las preguntas planteadas.	10
AC1-C	Entre todos los grupos y moderado por el profesor se lleva a cabo la exposición y discusión en grupo de la repuesta. El representante de cada grupo expondrá sus ideas y entre todos se discutirán las dudas surgidas.	10
AC2-PC	Se plantean unas preguntas que el alumno debe contestar, para lo que hará uso de las siguientes actividades. Las preguntas son: ¿Qué son las cargas térmicas? ¿Para qué las empleamos? Define sus tipos y las hipótesis de cálculo.	5
AC2-PI	El profesor comentará unas breves nociones sobre las fuentes y sumideros de calor; tipos de transferencia de calor: convección, radiación y conducción.	5
AC2-TC	Esta actividad se desarrollará mediante trabajo en grupos de 3-4 personas. Se plantea una pregunta Clave y mediante una hoja de ruta se plantea que el alumno busque, analice y sintetice la respuesta. Cada grupo deberá consensuar una respuesta a la pregunta planteada, que será expuesta por un representante de cada grupo. Para poder respuesta ofrece al alumno la consulta de unos recursos en el siguiente orden: <ul style="list-style-type: none"> • Web especializada con recursos sobre definiciones de formas de transferencia de calor, diferencias entre calor sensible y latente y cargas internas y externas. • Manual de climatización. Tomo II cargas térmicas. Pinazo Ojer, José Manuel; e-libro, Corp. México: Instituto Politécnico Nacional; 1999. (ver páginas: 101-102 y 378-381). 	20
AC2-S	Cada grupo escribe y sintetiza una breve respuesta sobre las reflexiones y las preguntas planteadas.	5
AC2-C	Entre todos los grupos y moderado por el profesor se lleva a cabo la exposición y discusión en grupo de la repuesta. El representante de cada grupo expondrá sus ideas y entre todos se discutirán las dudas.	10

Tabla 2. Secuencia de actividades de la clase 2 (2 horas) del CIMA.

Tipo de actividad	Descripción de la actividad	Tiempo (min.)
AP1-PC	Se plantean unas preguntas que el alumno debe contestar, para lo que hará uso de las siguientes actividades. Las preguntas son: ¿Cómo se calculan las cargas térmicas? Analiza los resultados del software. ¿Cuál es la carga de mayor peso? ¿Qué ocurre con las cargas si cambiamos las solicitudes exteriores o interiores? Cambia alguna solicitud y vuelve a calcular. ¿Cómo seleccionamos el sistema que por potencia es más adecuado? Busca un equipo según potencia total (sensible+latente). Imprime en PDF el resumen de cargas térmicas.	5
AP1-PI	El profesor subirá a la EV un recurso audiovisual con las indicaciones básicas para que todos puedan realizar el procedimiento de cálculo. No requiere tiempo en clase, ya que se deberá realizar como trabajo no presencial en el aula.	-
AP1-TC	TC por la cual se expone la solución a la clase para comparar y contrastar las soluciones. La exposición servirá para que se plantearán dudas del resto de alumnos y comentarios del profesor.	20
AP1-TA	Con todas las cuestiones planteadas y resueltas, se dejará un tiempo para que aquellos grupos que no hayan podido resolver su problema puedan terminarlo en la clase.	70
AP1-S	Finalmente, cuando el problema se considere resuelto se comentarán las claves a tener en cuenta para el cálculo y dimensionado de los equipos, cuya resolución e implantación se desarrollará en la clase 4	25

Tabla 3. Secuencia de actividades de la clase 3 (2 horas) del CIMA.

Tipo de actividad	Descripción de la actividad	Tiempo (min.)
AC3-PC	Se plantean preguntas que el alumno debe contestar: ¿Para qué exigimos un grado de confort? La salubridad del ambiente interior, ¿cómo afecta al confort? ¿Cómo se puede garantizar la salubridad del aire? ¿Existen sistemas activos más sostenibles y eficientes para ello? ¿Qué exigencias hay en la normativa respecto a la calidad del aire?	5
AC3-PI	El profesor planteará unas preguntas orientativas para resolver la cuestión. Además se detallará la normativa asociada.	5
AC3-TC	Se desarrollará en grupos. Se plantea una pregunta Clave y mediante una hoja de ruta se plantea que el alumno busque, analice y sintetice la respuesta. Cada grupo deberá consensuar una respuesta a la pregunta planteada, que será expuesta por un representante de cada grupo. Para poder respuesta ofrece al alumno la consulta de unos recursos en el siguiente orden: <ul style="list-style-type: none"> Sobre el concepto de calidad del aire: Web especializada y recurso audiovisual. Sobre las exigencias de la norma se consulta el CTE HS3 (apartado 1.1.2), RITE (IT 1.1.4.2.1; IT 1.1.4.2.2; IT 1.1.4.2.3; IT 1.2.4.5.2.). 	30
AC3-S	Cada grupo escribe y sintetiza una breve respuesta sobre las reflexiones y las preguntas planteadas.	5
AC3-C	Entre todos los grupos y moderado por el profesor se lleva a cabo la exposición y discusión en grupo de la repuesta. El representante de cada grupo expondrá sus ideas y entre todos se discutirán las dudas.	10
AC4-PC	Se plantean unas preguntas que el alumno debe contestar mediante las siguientes actividades. Se pide establecer una clasificación de sistemas según categorías y comentar ventajas o inconvenientes.	5
AC4-PI	El profesor planteará algunos conceptos básicos sobre las formas de producción de energía y las categorías a tener en cuenta. Además se insistirá en las exigencias de salubridad del ambiente interior según la normativa.	5

AC4-TC	Esta actividad se desarrollará mediante trabajo en grupos de 3-4 personas. Se plantea una pregunta Clave y mediante una hoja de ruta se plantea que el alumno busque, analice y sintetice la respuesta. Cada grupo deberá consensuar una respuesta a la pregunta planteada, que será expuesta por un representante de cada grupo. Para poder respuesta ofrece al alumno la consulta de unos recursos en el siguiente orden: <ul style="list-style-type: none">• Web especializada con recursos sobre clasificación de sistemas según el fluido caloportador y según la centralización y dispersión.• Recursos audiovisuales online sobre el concepto de bomba de calor y sistemas de expansión directa.	20
AC4-S	Cada grupo escribe y sintetiza una breve respuesta sobre las reflexiones y las preguntas planteadas.	5
AC4-C	Entre todos los grupos y moderado por el profesor se lleva a cabo la exposición y discusión en grupo de la repuesta. El representante de cada grupo expondrá sus ideas y entre todos se discutirán las dudas surgidas.	10

Tabla 4. Secuencia de actividades de la clase 4 (2 horas) del CIMA.

Tipo actividad	Descripción	Tiempo (min.)
AP2-PC	En base a un problema planteado se propone al alumno que busque y diseñe una solución. Empleando los resultados de la clase 2 y los conceptos nuevos de la clase 3, el objetivo es que diseñen, calculen e implanten correctamente un sistema de climatización en un caso de estudio, mediante un software.	5
AP2-PI	El profesor subirá a la EV un recurso audiovisual con las indicaciones básicas para que todos puedan realizar el procedimiento de diseño de la instalación. No requiere tiempo en clase, ya que se deberá realizar como trabajo no presencial en el aula.	-

AP2-TC	TC (grupo/ individual) exponer la solución al resto de la clase de forma y contrastar las opciones. La exposición durará <10 min, servirá para plantear dudas/sugerencias de estudiantes y comentarios del profesor.	20
AP2-TA	Con todas las cuestiones planteadas y resueltas, se dejará un tiempo para que aquellos grupos que no hayan podido resolver su problema puedan terminarlo en la clase.	60
AP2-S	Finalmente, cuando el problema se considere resuelto se comentarán las claves a tener en cuenta para el cálculo y dimensionado de los equipos, cuya resolución e implantación se desarrollará en la clase 4	20
CF	Esta actividad individual se desarrollará por medio de una actividad dentro de la EV, que no es calificable, pero servirá como contraste del nivel de adquirido.	15

La secuencia básica de actividades en el aula se realiza aproximadamente en un mismo ciclo temporal que se repite dos veces en las clases denominadas de teoría. Para ello, siguiendo lo sugerido por Finkel (2008), se ha elaborado una hoja de trabajo que todos los estudiantes tienen en el espacio virtual de la asignatura y que con antelación suficiente pueden descargar y analizar. Esta hoja contiene, como define Finkel, todas las instrucciones para guiar al alumno en este trabajo de taller, así como los recursos (textos, enlaces a las web o audiovisuales) que deberá analizar.

Cuestionario inicial y final planteado.

Uno de los paradigmas en la innovación docente es realmente convertir al estudiante en protagonista de su propio aprendizaje (Bain, 2007). Sin embargo, su aprendizaje es evidente que requiere ser evaluado para comprobar si realmente el nivel que se ha alcanzado y en todo caso como contraste, validación y mejora de la metodología

docente diseñada (Porlán Ariza, 2018). Es por ello que se ha empleado la herramienta de cuestionario como vehículo para comprobar el modelo mental inicial y final de los estudiantes, aunque en realidad existen otras vías alternativas: entrevistas, portafolios, observaciones, etc (Porlán Ariza, 2018).

Tanto el cuestionario inicial como el final comparten la misma estructura y preguntas y se organizan en 2 bloques con 9 preguntas que se pueden contestar en pocas líneas. Algunas cuestiones se apoyan en imágenes que deben definir y analizar. Todas las preguntas se han organizado en un solo documento en pdf como formulario rellenable que puede ser descargado junto con la hoja de trabajo y a través de una actividad en el espacio de Enseñanza Virtual los alumnos pueden subir, por lo que todo queda registrado. Las preguntas del cuestionario inicial y final se reproducen en la Tabla 5.

Tabla 5. Preguntas correspondientes al primer diseño del cuestionario inicial y final.

Nº	Bloque 1. Cuestiones generales- El confort higrotérmico
1	¿Consideras que te encuentras confortable ahora? Según la respuesta anterior, ¿qué condiciones consideras que se cumplen o incumplen para tus sensaciones?
2	¿Qué es una carga térmica? ¿Para qué se emplean en acondicionamiento?
3	La energía térmica se transmite de distintas formas ¿Qué formas conoces? Defínelas.
4	No todas las cargas son de la misma naturaleza ¿Qué tipos de cargas térmicas conoces? Nómbralas y defínelas brevemente.
Bloque 2. Los sistemas de climatización	
5	Las imágenes muestran equipos de acondicionamiento. Nómbralas, describe el sistema al que pertenecen y escribe ventajas e inconvenientes.

6	Define el nombre del equipo de climatización representado en el siguiente esquema. ¿En qué tipo de sistemas se emplean? ¿Qué ventajas tiene sobre otros sistemas que conozcas?
7	Como técnicos debemos tener responsabilidad civil sobre nuestros diseños técnicos. Por lo tanto, además de las exigencias de confort higro-térmico, ¿Qué otras condiciones del ambiente interior debería atender un buen sistema de acondicionamiento?
8	En la normativa española, ¿qué exigencias se imponen respecto a la salubridad del ambiente interior en edificios residenciales y no residenciales? Nombra las normas relacionadas y define esas exigencias y criterios que imponen.
9	Selecciona y justifica el sistema más adecuado que estimes para las siguientes situaciones: Vivienda unifamiliar de 2 plantas de 120 m ² ; Local comercial diáfano para cafetería. Espacios de pública concurrencia de 150 m ² ; Local de 300 m ² para oficinas.

Cuestionario inicial-final se ha diseñado en relación a los problemas y contenidos claves. Así, el primer bloque se centra en el concepto clave de confort y en aquellas otras definiciones que lo complementan desde lo procedimental o actitudinal. El segundo bloque se orienta a conceptos más procedimentales y de utilidad.

Es importante resaltar que con el cuestionario final se incluyeron tres preguntas para una encuesta de opinión sobre las actividades que se había realizado durante el CIMA. En ellas se planteaba que el estudiante fuera crítico y analizara si realmente creía que esta experiencia había sido positiva para su aprendizaje y sobre qué aspectos consideraba mejorables o qué otros se podrían proponer para una mejora futura. Algunas de estas reflexiones serán comentadas en la última sección.

Aplicación del CIMA

Como se ha comentado anteriormente, el CIMA se ha desarrollado a lo largo de 4 clases con una duración total de 8 horas. En términos generales la primera clase ha sido el momento más crítico, ya que los estudiantes desconocían esta iniciativa de innovación docente. Lo único que se

había comunicado con antelación era la necesidad de que trajeran sus ordenadores al aula ya que era necesario para poder desarrollar las actividades marcadas en la hoja de trabajo: cuestionarios y tareas de contraste.

Tras una breve introducción de lo que iba a ser el CIMA, su finalidad y una exposición de las actividades que se iban a realizar, procedí a explicar el mapa de conceptos que servía de encuadre para exponer los ejes centrales del tema que ese día se iniciaba. Después de realizar el cuestionario inicial, procedimos a dar las instrucciones para las primeras actividades marcadas en el Tabla 1, que se realizaron por grupos de 2 a 3 alumnos. Dado que fue una sesión mayormente presencial, hubo que tener especial cuidado con las medidas sanitarias, lo que supuso un cierto menoscabo en el aprovechamiento. No obstante, como las siguientes sesiones pasaron a una modalidad totalmente virtual desde la plataforma de Enseñanza Virtual, las circunstancias se homogeneizaron y permitieron un desarrollo mucho más ágil, en el que se hizo evidente una mayor participación y trabajo de todos los grupos de estudiantes. Las actividades de síntesis y conclusiones fueron las que en general más trabajo costó desarrollar, fundamentalmente debido a la escasa y a veces forzada participación de los estudiantes. En cualquier caso, así como la valoración un tanto negativa de la primera clase, las siguientes ofrecieron en general una visión y respuesta mucho más constructiva, pese aún a la baja colaboración del grupo de estudiantes. Estas cuestiones se discutirán con más detalle en la última sección.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

Uno de los objetivos del aprendizaje es precisamente la evaluación de la evolución mental de los modelos de los estudiantes, para lo que se emplearon los ya discutidos cuestionarios. Una de las circunstancias que ha obligado a interpretar parcialmente los resultados vino derivado del

desarrollo online de la mayor parte de las sesiones. Gran parte de los cuestionarios esperados no fueron entregados, por lo que el número total apenas alcanzó la mitad de la clase. Además, por fallos en el guardado de los cuestionarios en formato pdf, muchos campos se perdieron. Por lo tanto, se ha optado por seleccionar cuatro de las nueve preguntas que se consideran más representativas y que han sido más contestadas tanto el cuestionario inicial como el final (ver preguntas 1, 2, 4 y 5 de la Tabla 5). Además, debido a que los estudiantes del cuestionario inicial y final son distintos, los datos solo han podido analizarse de forma global en porcentajes.

Después de un primer filtro para analizar las respuestas, se clasificaron según cuatro categorías que corresponden con los niveles de la escalera de aprendizaje: A, B, C y D, siendo A el nivel más elemental y D el más complejo de los conceptos tratados. En la Tabla 6 se muestran las definiciones para cada pregunta analizada.

Tabla 6. Niveles de la escalera de aprendizaje para las preguntas seleccionadas.

Niveles	1. ¿Consideras que te encuentras confortable ahora? Según la respuesta anterior, ¿qué condiciones consideras que se cumplen o incumplen para tus sensaciones?
A	No contesta o asume una respuesta enfocada al conocimiento cotidiano de la temperatura
B	Asume la influencia de la temperatura y sugiere otros mecanismos, pero están mal conceptualizados
C	Considera la temperatura y la trata como sensación térmica. Considera otros parámetros pero no todos o están mal conceptualizados
D	Considera todos los parámetros. El confort es un balance del cuerpo con el ambiente
Niveles	2. ¿Qué es una carga térmica? ¿Para qué se emplean en acondicionamiento?

A	No contesta. No lo relaciona con transferencia de energía térmica y solo con la temperatura
B	Considera la carga térmica como potencia (J/s) pero lo conceptualiza erróneamente o confuso
C	Comprende además la relación con la humedad y asume su utilidad para dimensionar las instalaciones. Se expresa con errores conceptuales. Asume que es una potencia
D	Comprende que intercambio de potencia térmica con el exterior en las peores condiciones que afecta a la T_a y humedad y que se emplea para dimensionar las instalaciones
Niveles	4. No todas las cargas son de la misma naturaleza ¿Qué tipos de cargas térmicas conoces? Nómbralas y defínelas brevemente.
A	No contesta. Las definiciones no son cargas térmicas. No comprende la clasificación completa.
B	Establece categorías más completas pero no diferencia entre internas-externas, latentes-sensibles. No hay definiciones o son muy vagas.
C	Establece las categorías según su naturaleza (latente-sensible), según su origen (internas-externas) e incluso por su canal de transmisión (conducción, radiación). Definiciones con errores.
D	La clasificación es completa y además cada categoría está bien definida
Niveles	5. Las siguientes imágenes muestran diferentes equipos de acondicionamiento. Nómbralas, describe en su caso el sistema al que pertenecen y escribe algunas ventajas e inconvenientes de esos sistemas.
A	Define mal los nombres técnicos. Desconoce que forman parte de sistemas mayores. Las ventajas o inconvenientes solo se basan en consumo.
B	Las definiciones son más técnicas. Las ventajas-inconvenientes están basadas en la experiencia personal y por lo tanto mantienen muchas incoherencias.
C	Las definiciones son más técnicas aún. Comprende que los equipos son parte de sistemas mayores y los describe. Las ventajas están basadas en la experiencia personal y en aspectos técnicos.
D	Las definiciones son completamente técnicas. Comprende que algunos son equipos de sistemas complejos y se definen correctamente. Las ventajas-inconvenientes se basan en aspectos técnicos.

Figura 4. Resultados de los cuestionarios iniciales y finales.

A tenor de los números mostrados en la Figura 4 se puede observar cómo los niveles A básicos se han reducido en todas las preguntas, siendo más evidente en la pregunta 2 y 4. En esta mismas es donde se ha producido un aumento más pronunciado del nivel C, que puede considerarse como un modelo mental bastante aceptable, aunque no perfecto. Sin embargo destacamos además algunos aspectos negativos que apuntan a posibles mejoras a introducir. De un lado que el último escalón prácticamente no ha sido alcanzado y que solo se ha registrado precisamente en el cuestionario inicial, no así en el final. Asimismo, se considera que el nivel más elemental es muy elevado al final del CIMA, lo que es evidencia que alguna dificultad en el aprendizaje, que será comentada en la última sección, así como posibles estrategias para afrontarlo.

Evaluación final del CIMA. Propuestas de mejoras

El desarrollo del CIMA ha sido fluido y sin muchos inconvenientes técnicos a pesar de las circunstancias desfavorables de las clases no presenciales. Precisamente una de las dudas que rondó inicialmente ha sido la interferencia por fallos en la conexión. Afortunadamente, tanto en las horas presenciales como no presenciales los incidentes han sido mínimos y han podido solucionarse sin mayores inconvenientes.

El aspecto humano de las actividades que los estudiantes han llevado a cabo ha sido otro de los hándicaps a superar. La mencionada virtualidad asumida en algunas horas ha impedido una relación humana directa por lo que todas las actividades grupales no han sido quizás todo lo eficaces que se podría esperar. Por ejemplo, los grupos de trabajo fueron aleatorios, por lo que en algunos estudiantes lo argumentaron para justificar la falta de resultados en las tareas o la reducida participación.

Mis sensaciones personales respecto al resultado de este CIMA fueron en un primer momento algo negativas, pues captaba que la participación de los estudiantes había sido reducida, interviniendo en pocas ocasiones y tras mi insistencia. Sin embargo, pude comprobar durante el tiempo de trabajo en grupo cómo en general todos analizaban los recursos de la hoja de trabajo. Creo que existieron dos obstáculos que impidieron una participación más amplia. Por un lado, el propio diseño de la hoja de trabajo. La secuencia de actividades propuesta, aunque sigue una lógica razonable, su dimensión es probablemente mayor a la que se puede abordar por un grupo de estudiantes para los que muchos de los conceptos tratados son nuevos. Este hecho se ha puesto de manifiesto en las encuestas iniciales, que reflejan una base conceptual muy lejos de razonamientos complejos y técnicos y por el contrario más cercana a la experiencia cotidiana y poco científica.

Además, en el mapa conceptual elaborado refleja la complejidad de los conceptos que se pretenden abordar en las clases de teoría y los cuales son difíciles de abarcar en su totalidad por las actividades planteadas. De otro lado, la falta de conexión personal y humana que imponen los medios virtuales puede haber supuesto para algún conjunto de alumnos un lastre para expresar su visión.

Finalmente, aún por los inconvenientes comentados, esta experiencia ha sido muy positiva para el docente y para el conjunto de estudiantes. En las encuestas los alumnos se han mostrado agradecidos y dispuestos a continuar en esta senda, aunque alguno ha expresado su deseo a volver a la clase magistral.

Cuestiones propuestas para la mejora.

Por lo tanto, como posible mejora se propone, reducir el número de actividades de la hoja de trabajo y alternar actividades contraste y de síntesis con secuencias de clases magistrales donde se completen y consoliden algunos aspectos que son más complejos de analizar por el estudiante de forma autónoma.

Otra posible estrategia a introducir es la compensación entre las horas asignadas a la teoría y a la práctica. A tenor de expuesto la carga conceptual es muy potente, por lo que es necesario disponer de más horas para que el estudiante trabaje y asimile con calma todos los conceptos clave, conceptuales y actitudinales. Los conceptos procedimentales que se trabajan en las prácticas no requieren tantas actividades y recursos en el aula y pueden solventarse fácilmente de forma autónoma con la ayuda de todos los recursos audiovisuales que el profesor sube a la plataforma.

Palabras clave: Instalaciones 2, Grado en Edificación, docencia universitaria, experimentación docente universitaria, climatización.

Keywords: Building facilities 2, Degree in Building, university teaching, university teaching experimentation, air conditioning.

Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. (Oscar Barberá, Ed.), *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Universitat de València.
- Finkel, D. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Valencia: Universitat de València.
- Herrera-Martín, J. A. (2016). ¿Cómo implantamos las instalaciones en el edificio? Representación gráfica, trazado y dimensiones. En R. Porlán y E. Navarro (Eds.), *III Jornadas de Docencia Universitaria* (pp. 730–745). Sevilla: ICE. Universidad de Sevilla.
- Mascort-Albea, E. J. (2019). Integración de contenidos del área de Ingeniería del Terreno para el desarrollo de proyectos arquitectónicos en la titulación de Máster Habilitante. Detección sistemática de áreas de oportunidad y propuesta de plan de acción. En R. Porlán y E. Navarro Medina (Eds.), *Ciclos de mejora en el Aula año 2019: experiencias en innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 737–758). Sevilla: Universidad de Sevilla, ICE.
- Porlán Ariza, R. (Ed.). (2018). *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla*. Madrid: Ed. Morata.
- Romero-Hernández, R. (2019). Diseño de un ciclo de mejora en el Aula en Mecánica del Suelo y Cimentaciones. In R. Porlán Ariza & E. Navarro Medina (Eds.), *Ciclos de mejora en el Aula año 2019: experiencias en innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 88–107). Sevilla: ICE. Universidad de Sevilla.