

Diseño de un ciclo de mejora en el aula para gestionar la calidad en una industria

Designing a classroom improvement cycle for quality management in industry

Antonio Sánchez-Herguedas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5135-3250>

Universidad de Sevilla

Departamento de Organización Industrial y

Gestión de Empresas I

antoniosh@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447225408.066>

Pp.: 1001-1017



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

Resumen

Se ha diseñado y puesto en práctica un Ciclo de Mejora en el Aula de 30 horas para la asignatura Gestión de la calidad del Máster universitario de ingeniería industrial. Se han impartido 20 lecciones, implementándose un modelo metodológico basado en la reelaboración de las ideas de los alumnos, tras ser contrastadas con información externa. Esta información está compuesta por los contenidos de la asignatura y está asociada a ejemplos cotidianos relacionados con los contenidos. El profesor explica el ejemplo cotidiano y el alumno crea su primera idea. Posteriormente transmite los contenidos, asociándolos al ejemplo. El alumno da forma a la idea inicial dentro de la disciplina. En una segunda fase se promueve el debate con objeto de reforzar las ideas y destapar los posibles obstáculos al aprendizaje. Los obstáculos descubiertos ayudarán a reorganizar las ideas iniciales. El profesor se apoya en un mapa de contenidos, ejemplos cotidianos, cuestionarios de preguntas y lista de obstáculos, desarrollados en un diseño previo. Esto permite comparar lo diseñado y lo ejecutado, determinando posibles mejoras del proceso. Tras la evaluación se detectan los aspectos a mantener o cambiar en el futuro.

Palabras clave: Gestión de la calidad, máster de ingeniería industrial, docencia universitaria, desarrollo profesional docente, modelo metodológico.

Abstract

A 30-hour Classroom Improvement Cycle has been designed and put into practice for the subject Quality Management in the University Master's Degree in Industrial Engineering. Twenty lessons have been given, implementing a methodological model based on the rethinking of the students' ideas, after being contrasted with external information. This information is composed of the contents of the subject and is associated with everyday examples related to the contents. The teacher explains the everyday example and the student creates his first idea. Subsequently, he transmits the contents, associating them with the example. The student gives shape to the initial idea within the discipline. In a second phase, discussion is promoted in order to reinforce the ideas and to uncover possible obstacles to learning. The obstacles uncovered will help to reorganise the initial ideas. The teacher uses a content map, everyday examples, questionnaires, and a list of obstacles developed in a previous design. This allows a comparison of what has been designed and what has been implemented, determining possible improvements in the process. After evaluation, aspects to be maintained or changed in the future are identified.

Keywords: Quality management, master's degree in industrial engineering, university teaching, teacher professional development, methodological model.



Introducción

El *Ciclo de Mejora en el Aula* (CIMA) se ha realizado en el primer cuatrimestre del curso 2022/23, para nueve de los diez temas de la asignatura *Gestión de la Calidad* de primero de Máster Universitario de Ingeniería Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla. La asignatura está dividida en 6 bloque temáticos, temas: 1, 2, 3 y 4, 5 y 6, 7 y 8, 9 y 10. El CIMA se ha aplicado al tercer grupo de cuatro. A este grupo asisten 15 alumnos, la mayoría han participado en todas las actividades: han cumplido con la asistencia y completado los cuestionarios. Además, han entregado seis trabajos y han superado la evaluación. Este CIMA se de 30 horas, distribuidas en 20 sesiones de 90 minutos.

El objetivo de la asignatura es que los alumnos dominen aspectos relacionados con la verificación y control de las instalaciones, los procesos y los productos, conocer los mecanismos de certificación, sus ensayos e informes. El ciclo se ha centrado en el estudio de las instalaciones: la terminología, los flujos de información, el modelo de gestión, la criticidad de los activos, las tareas de mantenimiento y su diseño y la organización del del mantenimiento. Además, se han tratado el diseño de procesos y productos, el sistema de gestión de la calidad (SGC) y aspectos generales sobre normalización.

El curso anterior se realizó un CIMA de 20 horas en el Máster de Ingeniería Aeronáutica. Este CIMA coincide con el anterior y además añade 10 horas más de docencia. El CIMA desarrollado conecta y mantiene continuidad con el previo, ya que, aunque la asignatura no es la misma, el contenido sí está incluido.

Diseño previo del CIMA

Previamente al inicio del CIMA, se diseñó su desarrollo. Éste priorizaba cuatro elementos: el mapa de contenidos, el modelo metodológico, la secuencia de actividades programadas y la evaluación del aprendizaje.

Mapas de contenidos y problemas claves

En nuestra actuación docente intentamos aunar conceptos, procedimientos, actitudes y valores (Bain, 2007). Para facilitar esta labor se ha desarrollado un mapa de contenidos que presenta el proceso básico de la gestión de activos, el modelo de organización de la normalización y el contenido de dos normas de la familia ISO 9000. En el mapa de contenidos de la figura 1 se representan estos contenidos construido en base a sus



relaciones, la similitud de su problematización y su carácter estructurante (Pineda-Alfonso y Márquez-Gerrero, 2022).

La primera relación significativa en este mapa (en amarillo) se establece entre los contenidos de dos normas europeas: terminología y flujos de información de mantenimiento. A lo largo del CIMA se tratarán las definiciones que permitirán comprender los flujos de información, para qué sirven, quién los requiere y cuáles son su origen y destino.

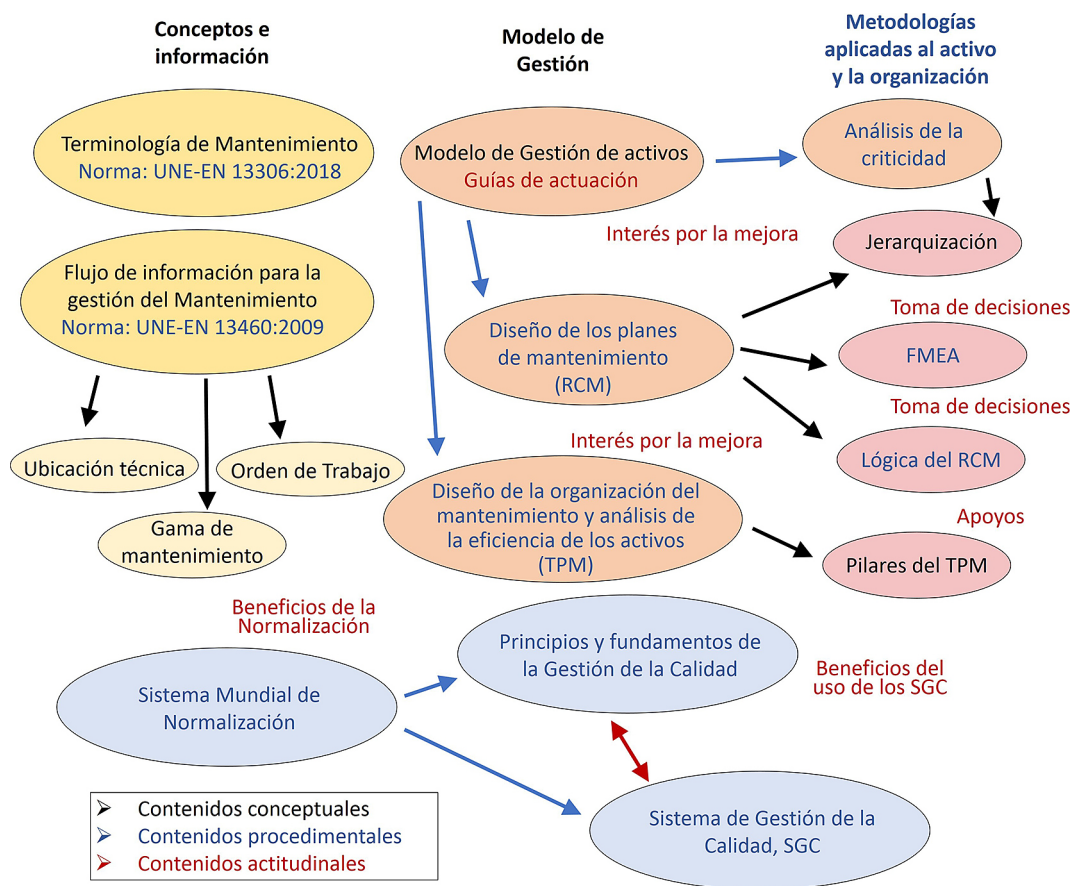


Figura 1. Mapa de contenidos. Gestión de la calidad en una industria.

La segunda relación (naranja-rojo) utiliza como hilo conductor los activos físicos de una compañía. Se parte de un modelo de gestión y se desarrollan varias metodologías: el análisis de criticidad, diseño de los planes de mantenimiento (RCM), y diseño de la organización de mantenimiento y análisis de la eficiencia de cada activo (TPM).

La tercera relación (en azul) analiza el sistema mundial de normalización y el contenido de las Normas ISO 9000 e ISO 9001, tratando los conceptos y principios de los sistemas de gestión de la calidad (SGC). Se

pretende que los alumnos sean capaces de gestionar un conjunto de activos, y entender y desarrollar los sistemas de gestión de la calidad.

Modelo metodológico y secuencias de actividades

La implementación de la metodología es una evidencia del desarrollo profesional docente que se manifiesta en el modelo adoptado en la práctica profesional (Nuñez-Méndez y otros, 2021). El autor pretende evolucionar hacia un modelo metodológico basado en la reelaboración de ideas de los alumnos (De Alba y Porlán, 2017; Delval, 2001).

Asumo que el conocimiento es susceptible de ser reelaborado y reformado y que el alumno aprende mediante la reorganización de sus esquemas preexistentes a partir de la interacción con informaciones externas. Se pretende, pues, que la información llegue al alumno en forma de ejemplos cotidianos, documentos de trabajo y a través del debate. Por eso, cada ejemplo cotidiano incluye alguno de los contenidos que se incluyen en este CIMA.

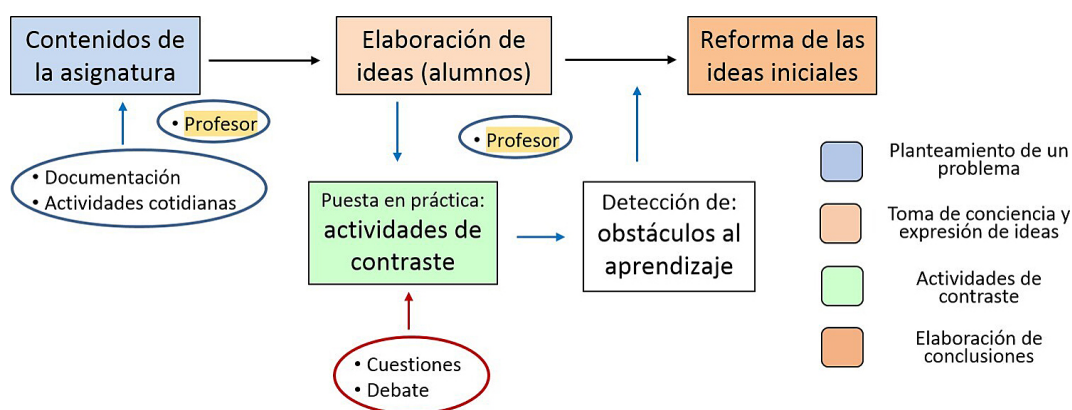


Figura 2. Modelo metodológico. Clasificación de actividades.

El modelo metodológico seguido es un proceso cíclico (figura 2) con cuatro fases que se repiten varias veces durante cada sesión:

1. Planteamiento de un problema cotidiano y exposición de contenidos.
2. Toma de conciencia y expresión de ideas por parte de los alumnos.
3. Puesta en práctica de actividades de contraste que pongan en cuestión las ideas iniciales.
4. Reelaboración de ideas finales y conclusiones.

Para llevar a cabo este modelo, el profesor establece una serie de actividades cotidianas (Finkel, 2008). Cada sección se inicia con un ejemplo

cotidiano (tabla 1) que expone un escenario donde el alumno se debe sentir cómodo. A continuación, el profesor introduce los contenidos haciendo analogías con el ejemplo (fase 1). Los alumnos comienzan a elaborar sus ideas (fase 2). El profesor lanza preguntas buscando respuestas en el contexto del ejemplo y luego en el industrial, con el objetivo de crear debate en el contexto industrial (fase 3) y cubrir los objetivos de los contenidos. Esta tercera fase está compuesta por varios ciclos exposición-discusión, de no más de 15 minutos. Se utiliza un listado de preguntas de contraste desarrolladas para cada actividad. La misión del profesor será guiar el debate (Bain, 2007), detectar los obstáculos y asegurar que las ideas resultantes de la discusión correspondan con los objetivos de la enseñanza prevista (fase 4). Cíclicamente se amplían los contenidos. El profesor se apoya en la pizarra y el proyector.

La secuencia de actividades propuesta sigue el proceso del mapa de contenidos. Se proponen veinte actividades de 90 minutos de duración.

Tabla 1. Secuencia de ejemplos cotidianos por actividad

Nº	Ejemplo cotidiano	Objetivo del ejemplo cotidiano
1	Bomba de gasolina. Descomposición en componentes de la bomba de gasolina de un SEAT 127.	A través del estudio de los componentes de la bomba, los alumnos deberán comprender los conceptos de: elemento, activo físico, nivel de intervención, ciclo de vida y función requerida.
2	Juntas tóricas. Ejemplo de fallo por alta temperatura en las juntas tóricas del crossover de un motor diesel de alta potencia.	A partir del ejemplo del fallo en el motor de una patrullera los alumnos se enfrentan a los conceptos de fallo y avería, fallo primario, secundario y oculto, modo de fallo y mecanismo del fallo.
3	Adquisición de veinte camiones y tres palas para una mina. Vehículos sometidos a diferentes actuaciones en su operación y mantenimiento.	Las situaciones de los vehículos se utilizan para introducir los conceptos de fiabilidad, vida útil, durabilidad y capacidad. Permite distinguir entre estados, tiempos en cada estado y seguridad de funcionamiento.
4	Centro de bombeo de un gasoducto. Se explica la configuración de un centro formado por varias bombas para impulsar gas en un gasoducto.	Introducir los conceptos de redundancia y distinguir los distintos tipos de mantenimiento y los tiempos de una intervención de mantenimiento. También se aborda el concepto de indicador de mantenimiento.
5	Tres trabajadores de mantenimiento. Se plantea la información necesaria y generada por cada uno para desarrollar su actividad.	Concienciar sobre la necesidad de información (documentos), su origen y destino. Luego se analizan las ocho actividades de mantenimiento, sus relaciones y las necesidades de información de cada una.



Nº	Ejemplo cotidiano	Objetivo del ejemplo cotidiano
6	Patrullera. Necesidades de información para el operador y el mantenedor de una patrullera costera.	Distinguir la información según el origen en una de las fases del ciclo de vida. Se establece la correspondencia con los documentos de la Norma y se introduce el concepto de Orden de trabajo.
7	La clase y la planta industrial. Se trabaja con el mobiliario de la clase como símil a los activos físicos de una planta industrial.	El entorno de la clase acerca al alumno los activos industriales. El ejemplo se aprovecha para incluir los conceptos de ubicación técnica, trazabilidad, gama y maestro de gama de mantenimiento.
8	Proceso de contratación del jefe de mantenimiento. Peticiones de cualidades del nuevo jefe de mantenimiento.	Conocer el origen de los objetivos de la función mantenimiento. Se expone el modelo de gestión del mantenimiento y las distintas técnicas que se aplican en la gestión de los activos de la compañía.
9	La caída de un meteorito. El estudio de los meteoritos que pasan cerca de la Tierra lleva a los astrónomos a hacer una lista con los más peligrosos y determinar su criticidad.	En función a los objetivos del negocio, se jerarquizan todos los activos en base a la criticidad de la pérdida de su función principal. Se consideran las consecuencias de la pérdida funcional y la frecuencia del fallo y como factores de la criticidad.
10	Operación salida de vacaciones. En la planificación de un viaje, dependiendo del destino, se decide qué prendas incluir hasta completar la maleta.	En el negocio, en función a sus objetivos, se debe determinar la criticidad de los activos. Las consecuencias del fallo están afectadas por factores que afectan al negocio y su peso en él. Se construye una escala para cada factor y para la frecuencia.
11	La cápsula de Frenadol. Cada cápsula tiene una cantidad de cada uno de los principios activos y se administra con una posología. Cada persona elige el medicamento que mejor se adapta a sus necesidades.	En el análisis de la Criticidad debemos elegir para cada activo el nivel (cantidad de principio activo) de cada factor. Para hacerlo de una forma rápida y metódica, se deben desarrollar tablas para cada factor y para la frecuencia. A partir de ellas se obtiene un valor para la criticidad de cada activo.
12	Averías en una carrera de F1. Se analizan distintos fallos, funciones a las que afectan, los modos de fallo y sus efectos durante una carrera. Se determina que acción realizar.	Se pretende que el alumno vea las tareas de mantenimiento como una oportunidad de intervenir en el negocio al mejorar el comportamiento ante el fallo de los activos. Las tareas de mantenimiento son las soluciones para los modos de fallo del activo.
13	Tipos de tarea de mantenimiento de un coche. Expresa el tipo de tarea que hay que aplicar a cada modo de fallo.	En función a las posibilidades técnicas que sean posible aplicar a cada tarea, se debe determinar el procedimiento más apropiado que minimice la criticidad de la pérdida de cada función requerida.



Nº	Ejemplo cotidiano	Objetivo del ejemplo cotidiano
14	El grupo de mantenimiento autónomo. Características, responsabilidades, actividades e implementación del mantenimiento autónomo.	Se exponen los ejemplos de distintas personas trabajando alrededor de un grupo de máquinas. Cada una tiene asignadas tareas de producción y mantenimiento a la vez.
15	Puesta a punto de un coche de carreras. Proceso de aumento de velocidad en un circuito nuevo.	Se pretende aprender a medir y mejorar la eficiencia de un equipo, cómo alcanzar la calidad y la prevención y las características de la formación en TPM.
16	Caja de cambios normalizada. Las conexiones de las cajas de cambios de los vehículos están normalizadas.	Se pretende que el alumno vea las ventajas que tiene la normalización del tamaño del volante del motor y los acoples del embrague y caja de cambios.
17	Partes interesadas de una almazara. Las partes interesadas son aquellas que se sienten afectadas por las decisiones de una almazara.	Se pretende dar a conocer las distintas partes interesadas en una empresa. Cada una de ellas tendrá unas necesidades y tratarán de buscar su satisfacción en las decisiones de la empresa. Se relacionan con los conceptos de gestión de la calidad.
18	Procesos en una almazara. Se plantean los procesos necesarios para producir aceite.	El ejemplo plantea los procesos que tienen lugar en la molienda y la extracción del aceite. Se relacionan con los principios de la gestión de la calidad.
19	Elementos del SGC de una almazara.	Con el ejemplo se pretende dar a conocer las distintas partes de un sistema de gestión de la calidad y su relación con el riesgo.
20	Documentos de un sistema de gestión de la calidad (SGC) de una almazara.	El ejemplo muestra los distintos tipos de documentos que forman parte de un sistema de gestión de la calidad y establece un orden jerárquico entre ellos.

Cuestionario inicial-final

Con objeto realizar la evaluación del aprendizaje, se desarrollan seis cuestionarios de preguntas (Rivero y Porlán, 2017), uno por bloque, que se pasarán a los alumnos al inicio y final de cada bloque. Cada cuestionario pretende explorar cuestiones centrales del contenido a enseñar. Se intenta descubrir: déficit de conceptos, obstáculos en la comprensión, niveles de conocimientos, formas de razonar, ideas, actitudes, prejuicios e intereses. Otro objetivo perseguido es proporcionar orientación para ir adecuando la propuesta de contenidos y las actividades que se desarrollarán en el



futuro (trabajos, tutorías y evaluación). Debido a la extensión del CIMA y a la forma de evaluar mediante seis exámenes parciales se ha optado por este número de cuestionarios.

Para el diseño de los cuestionarios se han tenido en cuenta los posibles obstáculos al aprendizaje, de manera que sea posible establecer distintos niveles de conocimiento. Cada cuestionario está compuesto por 12 preguntas cerradas, tipo test, cuya respuesta es verdadero o falso. En la tabla 2, se presentan las preguntas del cuestionario del bloque 1. Los alumnos disponen de 10 minutos para completarlo.

Tabla 2. Cuestionario inicial y final del bloque 1

1. Tenemos una pequeña válvula, en cuyo interior hay una bola que hace el cierre contra una junta. Ni esta bola, ni ninguno de los elementos interiores de la válvula se pueden adquirir. Solamente se vende la válvula completa. Dicha bola se puede decir que es un elemento.
2. Cualquier nivel de subdivisión en una jerarquía de elementos es siempre un nivel de intervención.
3. Las acciones a que se refiere el mantenimiento en la fase de operación incluyen las relativas a la puesta en servicio de la instalación.
4. Estrategia de mantenimiento es el método de gestión utilizado para lograr los objetivos del mantenimiento.
5. El fallo primario es un fallo que provoca la pérdida de una función requerida primaria.
6. El fallo es una avería que se resuelve mediante una intervención correctiva.
7. El mecanismo del fallo es el elemento o dispositivo cuyo defecto ha provocado el fallo.
8. La fiabilidad de un elemento se mide desde el momento de su primera utilización, hasta que se alcanza un estado límite en el que ya el elemento deja de ser utilizable o reparable.
9. La vida útil de un elemento se mide desde el momento de su primera utilización, hasta que se alcanza un estado límite en el que ya el elemento deja de ser utilizable o reparable.
10. La indisponibilidad incluye la incapacidad interna pero no la externa.
11. El mantenimiento predictivo requiere siempre el uso de determinadas técnicas, como ultrasonidos, por ejemplo, para realizar un estudio.
12. Para el cálculo del MTBF se considera únicamente el tiempo operativo.



Aplicación del CIMA

El CIMA se ha desarrollado según el guión establecido en el documento «diseño previo del CIMA». Con anterioridad, este diseño previo había sido adaptado a la programación de la asignatura. Durante el desarrollo sólo han sido modificados ligeramente: el material entregado a los alumnos con los contenidos, algún ejemplo cotidiano y algunas preguntas del listado de contraste del profesor. El profesor ha preparado las sesiones con la ayuda de 20 documentos expuestos mediante diapositivas. Estos documentos recogen los contenidos de la asignatura y los ejemplos cotidianos. Serán los documentos de trabajo de los alumnos. A medida que se desarrolla la sesión, el profesor utiliza la lista de preguntas para lanzar los debates para cada uno de los contenidos. También controla la lista de obstáculos que se deben superar durante el debate para asegurar que las ideas de los alumnos sean las correctas. Estos obstáculos y preguntas han aparecido en cursos previos y fueron recogidos en el diario del profesor. Son actualizados en cada curso en función a lo detectado.

Relato resumido de las sesiones

Para cada una de las actividades, se especifica quién, cómo, cuándo y durante cuánto tiempo se realizan cada una de las fases del modelo metodológico, indicando con qué recursos se realiza el planteamiento del problema, la toma de conciencia y expresión de ideas por parte de los alumnos, y la puesta en práctica de actividades de contraste y la elaboración de conclusiones. En la tabla 3 se expone un resumen de la actividad realizada en cada sesión.

Tabla 3. Resumen de la actividad realizada en cada sesión

Actividad 1. Bomba de gasolina. Los alumnos completan el cuestionario inicial 1. El profesor explica, durante 15 minutos, la avería en un SEAT 127, motivada por la rotura del diafragma de la bomba de la gasolina. Durante la exposición se realizan preguntas como: *¿en qué dirección abren las válvulas? ¿qué ocurre con la gasolina bombeada que el carburador no demanda? ¿cómo se acciona el diafragma?* A continuación, se inicia la introducción de los conceptos de la disciplina y se pide a los alumnos que encajen cada concepto dentro de la actividad. El profesor procurará que todas las aristas de ese encaje sean convenientemente analizadas, introduciendo nuevas ideas y orientando la elaboración de conclusiones acordes al objetivo de la actividad. Se tratarán un total de 9 conceptos, dedicándoles 6 minutos aproximadamente a cada concepto. En los últimos 10 minutos el profesor repasa cada concepto y las relaciones entre ellos.



Actividad 2. Juntas tóricas. El profesor explica, durante 15 minutos, la avería sufrida en el escape de un motor en una patrullera. La alta temperatura del crossover provoca el deterioro de las tóricas de este componente y la pérdida del líquido refrigerante del motor. Durante la exposición se realizan preguntas como: *¿qué acción provoca el deterioro de las tóricas? ¿cómo se podría solucionar? ¿está al alcance del gestor de mantenimiento?* El procedimiento seguido es igual al explicado en la actividad 1, encaje de cada concepto en la actividad, debate y elaboración de ideas. En la actividad se analizan 9 conceptos, dedicándoles 4 minutos aproximadamente a cada concepto. En los últimos 10 minutos el profesor repasa conceptos y fija las ideas.

Actividad 3. Adquisición de veinte camiones y tres palas para una mina. El proceso es el explicado anteriormente. El profesor explica, durante 15 minutos, la necesidad de comprar veinte camiones y tres palas de minería. Durante la exposición se pide a los alumnos que encajen cada concepto en la actividad, se alienta el debate y la reelaboración de ideas. En la actividad se analizan 23 conceptos, dedicándole 3 minutos a cada concepto y 5 a repasar.

Actividad 4. Centro de bombeo de un gasoducto. El profesor explica, durante 5 minutos, el complejo formado por un conjunto de motobombas que impulsan gas en un gasoducto. Se realizan preguntas se anima al debate y se procura que cada alumno elabore correctamente sus ideas. Se analizan 26 conceptos, dedicándoles 2.5 minutos aproximadamente a cada concepto, 5 para el repaso. Los alumnos completan el cuestionario final 1.

Actividad 5. Tres trabajadores del departamento de mantenimiento. Los alumnos completan el cuestionario inicial 2. El profesor explica, durante 15 minutos, las tareas que realizan tres trabajadores del departamento de mantenimiento y se le ofrece al alumno la responsabilidad de ser el director de mantenimiento. En esta actividad se analizan las ocho actividades de mantenimiento y sus flujos de información. Se dedican 5 minutos a cada actividad, 30 minutos a determinar y ubicar los flujos de información entre actividades y los últimos 10 a repasar.

Actividad 6. Patrullera. El profesor explica, durante 10 minutos, cuál es el origen de la información de mantenimiento según la fase del ciclo de vida de una patrullera. En esta actividad se analizan los quince documentos obligatorios, los cincuenta y cinco documentos informativos y el documento «orden de trabajo». Se dedican 20 + 25 + 30 minutos aproximadamente a cada parte, 5 para el repaso.

Actividad 7. La clase y la planta industrial. El profesor explica, durante 10 minutos, la composición de una planta industrial, estableciendo una relación de semejanza entre la planta industrial y el aula. Se introducen los conceptos de ubicación técnica, trazabilidad, gama y maestro de gama de mantenimiento. El tiempo dedicado a esta parte es de 10 + 5 + 20 + 25 minutos, 5 para el repaso. Los alumnos completan el cuestionario final 2.

Actividad 8. Proceso de contratación del jefe de mantenimiento. Los alumnos completan el cuestionario inicial 3. El profesor explica, durante 10 minutos, el perfil que debe tener el jefe de mantenimiento. En esta actividad se analizan los objetivos y estrategias de mantenimiento y se introduce el modelo gestión de mantenimiento con sus 8 fases y las técnicas usadas en cada fase. Se dedican 15 minutos a la primera parte, 45 a la segunda y 10 al repaso.



Actividad 9. La caída de un meteorito. El profesor explica, durante 10 minutos, el comportamiento de los distintos meteoritos que podrían colisionar con la Tierra. En la actividad se analizan los conceptos y la metodología de la criticidad, dedicándoles 75 minutos, 5 al repaso.

Actividad 10. Operación salida de vacaciones. El profesor explica, durante 10 minutos, la importancia de llevar en una maleta un tipo de ropa u otra, dependiendo del clima en el lugar a viajar. Se pide a los alumnos que reflexionen sobre los tipos de negocio, los factores que influyen y la probabilidad de que ocurra el fallo. Se dedican 70 minutos, 10 al repaso.

Actividad 11. La cápsula de Frenadol. El profesor explica, durante 10 minutos, la composición de un medicamento, la cual está formada por compuestos químicos mezclados en distintas proporciones. En el análisis de la criticidad se determina qué peso (proporción) de cada factor influye en las consecuencias de un fallo. Se dedican 65 minutos, 5 al repaso. Los alumnos completan el cuestionario final 3.

Actividad 12. Averías en una carrera de F1. Los alumnos completan el cuestionario inicial 4. El profesor explica, durante 10 minutos, en qué consiste el método RCM, cuando se puede aplicar y a qué equipos es aconsejable aplicárselo. Se presta especial atención el modo de fallo y la técnica FMEA. A esta fase de la actividad se le dedica 60 minutos, durante 10 minutos adicionales se vuelven a repasan los conceptos y metodologías.

Actividad 13. Tipos de tarea de mantenimiento de un coche. El profesor explica, durante 20 minutos, como se produce la elección de las tareas de mantenimiento. Luego se aplican los conceptos y la lógica RCM a dos ejemplos, una fundición y las puertas de un tren. A esta fase se dedican 25+45 minutos.

Actividad 14. El grupo de mantenimiento autónomo. El profesor explica, durante 15 minutos, el ejemplo de distintas personas trabajando, formando grupos autónomos de mantenimiento. Se trabaja el reparto de responsabilidades entre operadores y mantenedores de los equipos, los elementos de gestión de los pequeños grupos y los pasos de la implantación del mantenimiento autónomo. A esta fase de la actividad se dedican 60 minutos, 15 al repaso.

Actividad 15. Puesta a punto de un coche de carreras. El profesor explica, durante 15 minutos, el ejemplo del coche de carreras. Se pretende aprender a medir y mejorar la eficiencia de un equipo, cómo alcanzar la calidad y la prevención y se analizan las características de la formación en TPM. Se dedican 60 minutos, 5 a repasar. Se completa el cuestionario final 4.

Actividad 16. Caja de cambios normalizada. Los alumnos completan el cuestionario inicial 5. El profesor explica, durante 10 minutos por qué se fabrican los productos con medidas normalizadas. La definición y las ventajas del proceso de estandarización durante 20 minutos. Luego se analiza el sistema mundial de normalización en 45 y se dejan 5 minutos para repasar.

Actividad 17. Partes interesadas de una almazara. El profesor explica, durante 10 minutos los posibles entes interesados en las decisiones de una almazara. Luego hace una introducción al contenido de la norma, estableciendo su objetivo, campo de aplicación, conceptos generales y principios. A esta fase de la actividad se le dedican 10+5+20+35 minutos, 10 minutos al repaso.



Actividad 18. Procesos en una almazara. El profesor explica en 10 minutos el proceso de producción de una almazara. Posteriormente se establece el modelo de desarrollo de un Sistema de gestión de la calidad (SGC) y los términos y definiciones. A esta fase de la actividad se dedican 45+20 minutos, 5 minutos al repaso. Los alumnos completan el cuestionario final 5.

Actividad 19. Elementos del SGC de una almazara. Los alumnos completan el cuestionario inicial 6. El profesor explica, durante 20 minutos, la introducción al sistema de gestión de la calidad que propone la Norma, aplicándolo a una almazara. Posteriormente se establecen sus generalidades y se describen las distintas partes de un SGC en 10+40 minutos. 10 para repasar.

Actividad 20. Documentos de un SGC de una almazara. El profesor explica, durante 15 minutos los documentos de un SGC de una almazara. Posteriormente se analiza la composición y grado de complejidad de cada uno de los documentos. A esta fase de la actividad se dedican 55 minutos, 10 al repaso. Los alumnos completan el cuestionario final 6.

Evaluación del aprendizaje de los estudiantes

Para evaluar el nivel de conocimiento adquirido tras la aplicación del CIMA, los alumnos han respondido doblemente a las preguntas de seis cuestionarios. Una respuesta al inicio y otra final de cada bloque temático. Los cuestionarios (tabla 2) están compuestos por 72 cuestiones tipo test (12 en cada cuestionario), cuya respuesta es verdadero o falso. Los aciertos acumulan un punto. Sumado los aciertos y normalizándolos en base 10, se obtienen los valores representados para cada bloque (cuestionario) y de manera global en la figura 3.

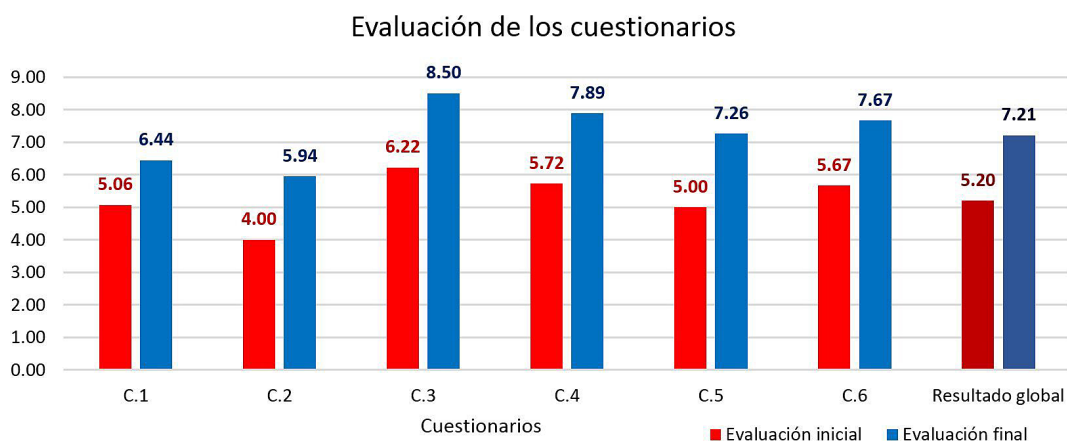


Figura 3. Resultados entre 0 y 10 de los cuestionarios inicial y final. Resultado Global.



Para el resultado global hay un aumento de 2 puntos sobre 10, pasando de un 5.20 a 7.21. Los resultados parciales van desde 4 a 6.2 para el inicial y desde 5.9 a 8.5 para el final, estando la diferencia comprendida entre 1.38 y 2.26.

Por otra parte, para analizar el avance individual de los alumnos, se elabora una gráfico radial de avance individual (Sánchez-Herguedas, 2020), expresados por bloques de contenidos, tal y como se indica en la figura 4. Para este alumno se observa una progresión en cinco de los bloques y una progresión media para los seis bloques de 2.92 puntos.

Evaluación para un alumno

- Evaluación inicial de un alumno
- Evaluación final de un alumno

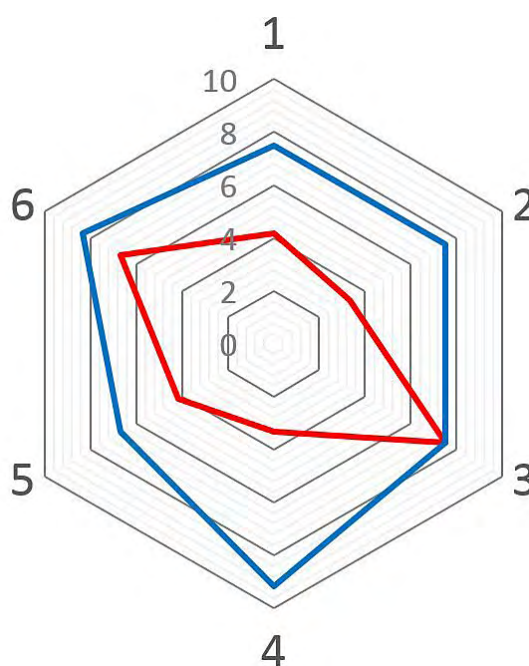


Figura 4. Evaluación inicial y final de un alumno para cada cuestionario (bloque).

Los obstáculos aparecidos en los cuestionarios finales son analizados. Para identificar los problemas no superados por un porcentaje importante de alumnos. Para su detección se diseña una tabla de valoración (Sánchez-Herguedas, 2021) donde se incluyen todas las respuestas de todos los alumnos. Para el caso del cuestionario 3, ver figura 5, las preguntas 8 y 4 han supuesto una mayor dificultad. Para superar estos obstáculos, estas preguntas problemáticas se han explicado y razonado en clase (Sánchez-Herguedas, 2022), en sesiones posteriores.

Cuestionario 3 inicial													Cuestionario 3 final												
Preguntas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	
2	1	0	1	0	1	1	0	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	
4	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	
5	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	
7	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	
8	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
13	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
14	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
16	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
17	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
18	1	0	1	-1	0	1	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CORRECTAS	13	11	14	4	4	14	11	3	13	15	11	8	15	14	15	8	11	15	14	5	14	15	13	14	
ERRÓNEAS	2	2	1	10	10	1	2	12	2	0	4	7	0	1	0	6	4	0	1	10	1	0	2	1	

Figura 5. Obstáculos en cuestionario 3 (1 acierto, -1 fallo, 0 N/C). Preguntas c./e.

Finalmente, se evalúa la capacidad de aprendizaje de los alumnos comparando los porcentajes de aciertos finales frente a los errores finales. Para ellos se ha elaborado la figura 6. Se observa una clara progresión a medida que avanza la asignatura.

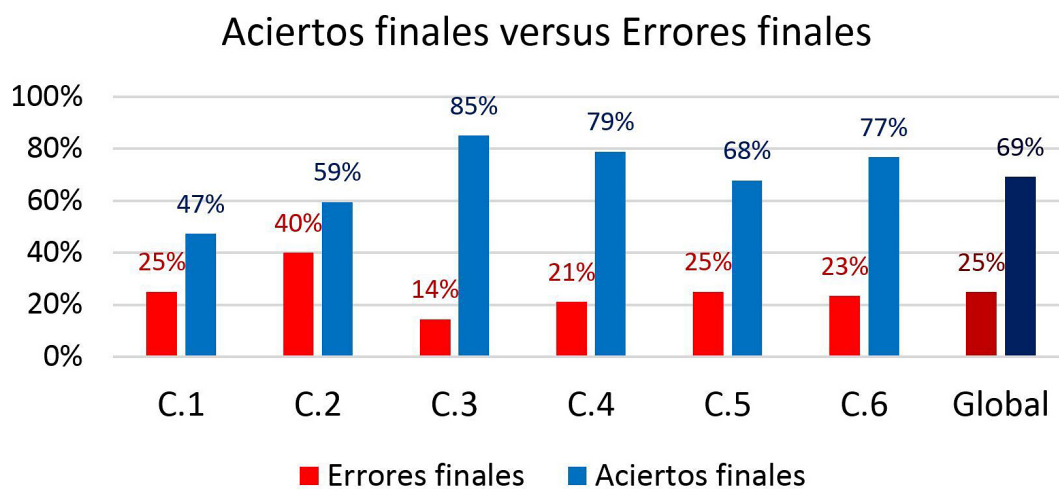


Figura 6. Evaluación de los aciertos finales frente a los errores finales

Evaluación del CIMA

La ejecución del CIMA ha supuesto un esfuerzo, pero se han desarrollado herramientas de evaluación que detectan los obstáculos. Esta información no sólo sirve para modificar la docencia de esos contenidos en próximos cursos, sino que su rápida detección posibilita la reconducción de las ideas en el presente.

Aspectos a mantener o cambiar en un futuro CIMA

Los siguientes elementos se pretenden mantener en futuros ciclos: el modelo metodológico, la elaboración de cuestionarios en base a los obstáculos, el procedimiento de detección de los obstáculos y la presentación de los errores más generalizados.

Los cambios para introducir en un futuro ciclo de mejora serán: ampliar el mapa de contenido para adaptarlo a la asignatura completa (añadir 2 sesiones), mejorar algún ejemplo cotidiano e incluir los de las dos nuevas sesiones, actualizar los cuestionarios en base a la información recopilada. Aprovechar la información obtenida de la evaluación de los cuestionarios iniciales para incidir en los debates de clase. Ello obligará a desarrollar cuestionarios con herramientas de presentación y evaluación online.

Principios Docentes para el futuro

El proceso de aprendizaje requiere del aporte de información, el profesor la prepara en forma de documentos de contenidos, ejemplos cotidianos y preguntas. La evaluación le ayuda a comprender los obstáculos al aprendizaje.

El profesor debe identificar y modificar los esquemas mentales de los alumnos. Para ello, se desarrollan actividades de contraste en torno a los obstáculos.

Se pretende crear, en torno al alumno, las condiciones de aprendizaje para construir, modificar y mejorar los conocimientos.

El alumno en su proceso de aprendizaje debe pasar de una reflexión concreta, promovida por los ejemplos cotidianos; a una abstracta, asentada en la práctica profesional. Este proceso debe ser individualizado por cada alumno, pero ayudado por otros compañeros y el profesor.



Referencias bibliográficas

- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Publicaciones Universidad de Valencia.
- De Alba, N. y Porlán, R. (2017). La metodología de enseñanza. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 37-51). Morata.
- Delval, J. A. (2001). *Aprender en la vida y en la escuela*. Morata.
- Finkel, D. L. (2008). *Dar clase con la boca cerrada*. Publicaciones Universidad de Valencia.
- Núñez-Méndez, M.; Marcelo-García, C. y Murillo-Esteba, P. (2021). Metodologías de enseñanza de docentes principiantes universitarios. Concepciones y factores de uso. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 19(2), 169-186. <https://doi.org/10.4995/redu.2021.15622>
- Pineda-Alfonso, J. A. y Márquez-Gerrero, C. (2022). La docencia universitaria y la concepción de los contenidos. *Revista Complutense de Educación*, 33(4), 611-622. <https://doi.org/10.5209/rced.76364>
- Rivero, A. y Porlán, R. (2017). La evaluación en la enseñanza universitaria. En R. Porlán (Coord.), *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla* (pp. 73-91). Morata.
- Sánchez-Herguedas, A. (2020). Ciclo de mejora en el aula para la elaboración de un plan de mantenimiento bajo el método RCM. En R. Porlán y E. Navarro (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 494-520). Editorial Universidad de Sevilla. <https://doi.org/10.12795/9788447221912.021>
- Sánchez-Herguedas, A. (2021). Ciclo de Mejora en el Aula para una gestión básica del mantenimiento. En R. Porlán; E. Navarro-Medina y A. F. Villarejo-Ramos (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2020. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 3506-3528). Editorial Universidad de Sevilla. <https://doi.org/10.12795/9788447231003.159>
- Sánchez-Herguedas, A. (2022). Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) para el desarrollo de las actividades de mantenimiento. En R. Porlán; E. Navarro-Medina y A. F. Villarejo-Ramos (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2021. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 2195-2212). Editorial Universidad de Sevilla. <https://doi.org/10.12795/9788447222865.125>



