Ciclo de mejora en el aula aplicado a la asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

Improvement Cycle in Classroom applied to the Theory of Machines and Mechanisms subject of the Degree in Industrial Technology Engineering

ROSARIO CHAMORRO MORENO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9651-4476>

Universidad de Sevilla

Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación

rchamorro@us.es

Fecha de recepción: 03-06-2019.

Fecha de aceptación: 05-06-2019.

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.002>

Pp.: 65-87

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

Resumen

Este artículo describe la puesta en práctica de un ciclo de mejora en el aula (CIMA) aplicado a la asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos (TMM). Esta asignatura es obligatoria y se imparte en el Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales (GITI) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla. Concretamente, se aplica el CIMA al tema de “Síntesis de mecanismos planos”. Las directrices seguidas en el CIMA han sido las marcadas en el Curso General de Docencia Universitaria (CGDU), perteneciente al Programa de Formación e Innovación Docente del Profesorado (FIDOP) de la Universidad de Sevilla, en su convocatoria de 2019. La mejora abarca los tres problemas prácticos profesionales de la actividad docente: la metodología de enseñanza, el tratamiento de los contenidos y la evaluación. Tras la evaluación de la implantación del CIMA se considera que la experiencia ha tenido un impacto positivo en el aprendizaje de los alumnos.

Palabras clave: Teoría de Máquinas y Mecanismos, Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, docencia universitaria, experimentación docente universitaria.

Abstract

This article describes the implementation of a improvement cycle in classroom (ICIC) applied to the subject of Theory of Machines and Mechanisms (TMM). This subject is compulsory and is taught in the Degree in Industrial Technology Engineering (GITI) of the School of Engineering of the University of Seville. Specifically, the ICIC is applied to the topic of “Synthesis of flat mechanisms”. The guidelines followed in the ICIC have been those marked in the General Course on University Teaching (CGDU), belonging to the Teacher Training and Innovation Program for Teachers (FIDOP) of the University of Seville, in its call for 2019. The improvement covers the three practical professional problems of the teaching activity: the teaching methodology, the contents and the evaluation. After the evaluation of the implementation of the ICIC, it is considered that the experience has had a positive impact on the students’ learning.

Keywords: Theory of Machines and Mechanisms, Degree in Industrial Technology Engineering, university teaching, university teaching experimentation.

Breve descripción del contexto

La asignatura de Teoría de Máquinas y Mecanismos se imparte en 2º curso del Grado de Ingeniería de Tecnologías Industriales en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla. La asignatura es obligatoria de 6 créditos, de los cuales 4,87 créditos son de teoría y los restantes de prácticas. Es impartida en el 2º cuatrimestre por el Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación. El contenido de la asignatura completa se distribuye en 7 temas. Se aplicó un primer ciclo de mejora al tema 2 (“Cinemática de mecanismos planos”) y un segundo ciclo de mejora, que se detalla en este artículo, al tema 4 (“Síntesis de mecanismos planos”). Por tanto, el tema de “Síntesis de mecanismos planos” se imparte tras 3 temas previos, en los que los alumnos han adquirido los conceptos básicos de los mecanismos, saben analizar la cinemática de los mismos (I ciclo de mejora) y la dinámica. Los ciclos de mejora se han aplicado al grupo 2 cuyo horario es miércoles de 15:10-16:50 y viernes de 17:10-18:50. De forma habitual asisten unos 20 alumnos (487 alumnos matriculados, de los cuales 270 son repetidores, repartidos en 4 grupos) y el tipo de aula es la clásica, con un pupitre largo por fila.

Puede apreciarse por el número de repetidores que la asignatura les resulta complicada. Los profesores de los 4 grupos están muy motivados buscando mejoras que se reflejen positivamente en el aprendizaje de los alumnos. El interés en la mejora docente de esta asignatura no es únicamente a nivel local. Como ejemplo a nivel nacional, cabe mencionar la “Olimpiada Nacional de Teoría de Máquinas y Mecanismos (OTM2)” que organiza la Asociación Española de Ingeniería Mecánica (AEIM), con la que se pretende unificar el temario de la asignatura a nivel nacional y motivar a los alumnos. A nivel internacional también existe un elevado interés en la innovación docente aplicada a la materia de TMM. Concretamente, la federación internacional para la promoción de máquinas y mecanismos (IF-ToMM), además de organizar la “Olimpiada internacional

de Teoría de Máquinas y Mecanismos (SIOMMS)”, promueve la celebración de un congreso docente internacional cada 4 años centrado en la ciencia de las máquinas y mecanismos (ISEMMS, *International Symposium on the Education in Mechanism and Machine Science*). Una selección de los artículos presentados en dichos congresos (ISEMMS 2013 e ISEMMS 2017) han sido publicados en 2 libros (García-Prada y Castejón, 2014; García-Prada y Castejón, 2019).

La mayoría de los trabajos presentados en las dos referencias anteriores tienen un alto contenido técnico. El trabajo que se presenta en este artículo se centra en uno de los temas característicos de la materia de TMM pero desde un punto de vista pedagógico. Se aplica a una parte de la asignatura una metodología docente basada en el trabajo de los estudiantes guiados por la profesora que sigue una lista de actividades previamente programada y centrada en preguntas clave. En cuanto a los contenidos, se hace uso de mapas de contenido que ayudan a tener una visión global del tema y la relación de unos contenidos con otros. La evaluación de la implantación del ciclo se ha llevado a cabo mediante cuestionarios (ver el capítulo 4 de Porlán, 2017) y los resultados se han analizado mediante escaleras de aprendizaje. En las siguientes secciones se describe el diseño previo del CIMA, la aplicación del mismo y las conclusiones obtenidas de la experiencia.

Diseño previo del CIMA

En esta sección se describe el diseño previo del CIMA, realizado antes de empezar su aplicación. Se incluye el mapa de contenido, el modelo metodológico posible, la secuencia de actividades programadas y el cuestionario que realizaron los alumnos antes y después del CIMA.

Mapa de contenido

Figura 1. Mapa de contenido

El objetivo del tema al que se le aplica el CIMA es aprender a diseñar un mecanismo de 4 barras que cumpla una función determinada de forma sistemática. Se parte de la especificación de la función que se quiere que haga el mecanismo y se busca las dimensiones de las barras que consigan la función requerida. Se consideran 2 tipos de funciones:

- a) Generación de función, en la que se busca una coordinación concreta entre las barras de entrada y de salida. Puede requerirse que se coordinen los ángulos de la barra de entrada y la de salida, que se coordine el arco recorrido por un punto de la barra de entrada y salida, puede especificarse qué variación de ángulo puede producirse... Por ejemplo, un mecanismo que mida el nivel de agua de un estanque e indique la medida en un dial.
- b) Guiar la biela o barra acopladora, en la que se busca un mecanismo que lleve un objeto de un sitio a otro. Por ejemplo, un mecanismo que coja un paquete rectangular apoyado en su base mayor de una cinta transportadora y lo coloque en una estantería apoyado en su base mayor.

Para diseñar un mecanismo que genere una función, se aplica la ecuación de Freudenstein. Esta ecuación tiene ciertas consideraciones que hay que tener en cuenta para entender los resultados matemáticos que se obtienen de ella. La ecuación de Freudenstein se expresará de distinta forma según el número de puntos de precisión que haya que coordinar, indicados en las especificaciones de diseño. En cuanto al diseño de un mecanismo que guíe una biela, puede resolverse de forma gráfica o analítica. Gráficamente se distinguen tres casos, y en la resolución analítica, se utiliza la ecuación de la díada estándar.

Se indica en el mapa que todos los contenidos son procedimentales ya que el concepto de mecanismo se ha visto en temas anteriores de la asignatura. En cuanto a la

ecuación de Freudenstein y la de la díada estándar, se obtienen aplicando ecuaciones de lazo en los vectores que representan las barras de los mecanismos, concepto ya visto también anteriormente. En los métodos gráficos se utilizan conceptos de geometría básicos, que se dan por conocidos, y el concepto de inversión de mecanismos, que se ve en el tema 1 de la asignatura. No se contemplan contenidos actitudinales más allá de transmitirles, en este y en todos los temas, la importancia del trabajo bien hecho y de la importancia que tiene llegar bien al resultado correcto porque si no, el mecanismo no serviría para lo que se ha diseñado.

Modelo metodológico posible

El modelo metodológico está centrado en los ejercicios que resuelven los alumnos. El papel de la profesora pasa a ser secundario (Finkel, 2008) y son los alumnos los que acuden a ella cuando no saben avanzar o tienen dudas concretas. Esta metodología se justifica porque está demostrado que un alumno aprende cuando se enfrenta a la materia personalmente, no cuando se la exponen únicamente, y contempla los 7 principios que deduce Bain (Bain, 2004) que son esenciales para que la docencia sea un éxito.

R: resumen; I: Introducción; E: Ejercicios; T: Teoría.

Figura 2. Modelo metodológico posible

Secuencia de actividades programadas

En esta sección se muestran las actividades programadas para las dos primeras sesiones en las que se impartió el tema de Síntesis a modo de ejemplo (ver Tabla 2). El resto de sesiones que completan el ciclo tienen una secuencia de actividades con la misma estructura mostrada en la tabla, variando los problemas según la tipología de problemas que muestra el mapa de contenido. El CIMA comenzó con el cuestionario inicial para conocer los esquemas mentales de los alumnos y terminó pasando el mismo cuestionario para comprobar lo que habían aprendido los alumnos en unas sesiones donde los protagonistas han sido ellos. En las actividades programadas de las sesiones predominan las actividades donde trabaja el alumno guiados por la profesora. Su trabajo lo han podido contrastar con la resolución de los problemas en la pizarra por mi parte.

Tabla 1. Secuencia de actividades programadas para las 2 primeras sesiones

Actividad	Descripción	Finalidad	Contenido
Sesión 1			
Pasar el cuestionario inicial	Se reparten los cuestionarios (30 min)	Conocer y analizar los modelos mentales de los alumnos	Síntesis de mecanismos
Presentar el mapa de contenido	Se presenta el tema que se va a trabajar y se sitúa en el contexto de la asignatura (10 min)	Que el alumno tenga una visión global del tema dentro de la asignatura y de los contenidos del tema	Síntesis de mecanismos
Informar al alumno de la bibliográfica disponible	Se comentará a los alumnos la parte del libro correspondiente a este tema y dónde encontrar más problemas (5 min)	Facilitar la búsqueda de la teoría y de los problemas	Bibliografía
Plantear el problema 1	Se leerá el enunciado de un problema que tienen que resolver (5 min)	Situar a los alumnos ante un problema concreto	Enunciado del problema 1
Resolver el problema 1	Los alumnos intentan resolver un problema de síntesis de generación de funciones (50 min)	Hacer que los alumnos se enfrenten al problema e intenten resolverlo	Síntesis de generación de funciones coordinando los ángulos de la barra de entrada y de salida
Sesión 2

Resolver el problema 1 en la pizarra	La profesora resuelve el problema en la pizarra y demuestra que cumple la función que se especifica en un programa de simulación de mecanismos (30 min)	Permitir que los alumnos contrasten sus ideas con el procedimiento establecido	Síntesis de generación de funciones coordinando los ángulos de la barra de entrada y de salida
Plantear el problema 2	Se leerá el enunciado de un problema que tienen que resolver (5 min)	Situar a los alumnos ante un problema concreto	Enunciado del problema 2
Resolver el problema 2	Los alumnos intentan resolver un problema de síntesis de generación de funciones (40 min)	Hacer que los alumnos se enfrenten al problema e intenten resolverlo	Síntesis de generación de funciones coordinando el arco recorrido por la barra de entrada y salida
Resolver el problema 2 en la pizarra	La profesora resuelve el problema en la pizarra (25 min)	Permitir que los alumnos contrasten sus ideas con el procedimiento establecido	Síntesis de generación de funciones coordinando los arcos recorridos por las barras de entrada y salida

Cuestionario inicial y final

El cuestionario inicial es una herramienta que puede utilizar el profesor para conocer y analizar los modelos mentales de los que parten los estudiantes sobre el tema que se va a trabajar (Porlán, 2017). En el cuestionario inicial se plantean preguntas sobre los conceptos que se tratan en el tema. Tras las sesiones en las que se trabaja un determinado tema, los alumnos pueden rellenar el mismo

cuestionario, y es al que se le llama cuestionario final. El análisis de los cuestionarios inicial y final permitirá elaborar una escalera de aprendizaje, que nos ayude a replantear el mapa de contenido del tema y diseñar una secuencia de actividades adecuada para los alumnos.

A los alumnos se les pasó el siguiente cuestionario antes y después de aplicar el CIMA:

1. ¿Qué entiendes por Síntesis de Mecanismos?
2. ¿Podrías describir algún mecanismo real y la utilidad que tiene?
3. Diseña un mecanismo de 4 barras que alcance estas 2 posiciones (debes indicar la longitud de las 4 barras):

Figura 3. Mecanismo de la pregunta 3 del cuestionario

4. Si A_i y B_i representan las articulaciones móviles en un mecanismo de 4 barras en 3 posiciones distintas, ¿dónde se localizan las articulaciones fijas?

Figura 4. Mecanismo de la pregunta 4 del cuestionario

5. ¿Sabrías diseñar un mecanismo de 4 barras que lleve el paquete del dibujo desde la posición 1 a la 2? Si sabes, indica cómo lo diseñarías.

Figura 5. Mecanismo de la pregunta 5 del cuestionario

Aplicación del CIMA

En esta sección se presenta un relato resumido de las sesiones, la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, comparando sus conocimientos iniciales y finales. Se muestra la escalera de aprendizaje de una de las preguntas del cuestionario a modo de ejemplo, y una tabla donde se muestra la evolución individual de cada estudiante.

Relato de las sesiones

Comencé la primera sesión pidiéndoles el favor de que rellenaran un cuestionario que me permitiría evaluar la aplicación del CIMA. Vinieron a clase 15 alumnos y todos estuvieron muy concentrados rellenándolo. Las cuestiones se han detallado en la sección anterior. Tras recoger el cuestionario, les presento el mapa de contenido del tema que vamos a trabajar en esta y en las siguientes clases y les informo de la bibliografía disponible, tanto del libro del departamento como otros 2 libros específicos de Síntesis.

A continuación pongo en el proyector el enunciado del primer problema con el que vamos a trabajar. Los alumnos inmediatamente consultan el libro y se ponen a trabajar con el libro de teoría. Los alumnos están sentados

como lo hacen habitualmente, algunos solos, otros en pareja y otros en grupos 4 (dispuestos en la misma fila). Les pregunto si son capaces de empezar y me contestan que no saben hacerlo. Les indico que con la teoría que tienen en el libro tienen suficiente, pero me dicen que no saben. Voy yendo uno a uno a ver qué dificultad encuentran. Identifico 3 grupos de alumnos: a) Los alumnos que tienen conocimientos para resolverlo sin aplicar directamente la teoría de la forma específica que se explica en este tema, ya que se trabaja con proyección de vectores. Son capaces incluso de hacer cálculo con la calculadora y dar un resultado concreto; b) Los alumnos que le dedican un buen tiempo a leerse la teoría del libro y luego se ponen a resolver el problema; c) Los alumnos que faltan a clase de vez en cuando, que creo que piensan que no saben resolver el problema y se quedan más parados. En este último caso les oriento y les hago ver que todo es nuevo para todos los alumnos y que tienen herramientas para resolverlo. Entonces se animan un poco y se ponen a trabajar. Trabajan durante la sesión, preguntándome dudas que les van surgiendo, aunque ninguno termina el problema completo durante la clase. Terminamos diciendo que en la siguiente clase resolveré el problema en la pizarra para que puedan contrastar lo que han hecho. Los alumnos han estado trabajando toda la clase y la sensación que me da es que hacen un gran esfuerzo por estar activos en clase y llevar la asignatura al día. Aunque salgo satisfecha de la sesión porque considero que los alumnos han asimilado más contenido que si la clase se hubiese centrado en lo que les cuento en la pizarra, detecto que se queda muy corto el tiempo para poder resolver el problema completo tras un primer contacto con la teoría.

El resto de sesiones se desarrollan de forma parecida. Cuando explico algo en la pizarra prestan atención y siguen perfectamente la explicación ya que le han dedicado tiempo previo a resolver problemas donde se aplica lo que estoy explicando. Los alumnos muestran mucho interés porque después de haber estado trabajando en el problema quieren contrastar lo que han estado haciendo. En las sesiones de viernes transmiten más cansancio que

en la de los miércoles, pero a medida que se va desarrollando la sesión esa sensación de cansancio desaparece. Levantan la mano cuando tienen alguna duda y se las voy resolviendo personalmente. Voy paseando por las mesas para ver lo que van haciendo. En general, les cuesta arrancar, pero guiándolos un poco van avanzando. Me transmiten interés y al preguntar si lo han comprendido todo o se les ha quedado alguna duda, dicen que les ha quedado claro lo visto en clase. Me doy cuenta de que la sensación de cansancio que transmiten a principio de clase se va disolviendo en cuanto se ponen a trabajar y no queda rastro a final de clase y, aunque llega la hora, no están pendientes del reloj. Mi sensación es la misma, la clase se me pasa muy rápido y podría haber continuado si no tenemos reloj. De hecho, llegó la hora de terminar 18:50 y seguían trabajando. Uno, al ver que recogían otros hasta preguntó: “¿Ya es la hora?”, sorprendido.

Salgo satisfecha con el trabajo de los alumnos, aunque con sensación de necesitar más tiempo. Llego a la conclusión de que el trabajo de los alumnos en clase debe ir precedido de trabajo de la teoría en casa con la ayuda de hojas de trabajo que prepare previamente.

En la última sesión del ciclo trabajamos el último tipo de problema que se ve en este tema. Empiezo con una explicación de la teoría en la pizarra ya que hay alumnos que no han venido a todas las clases y van a estar muy perdidos y con sensación de perder el tiempo. Les indico que este tipo de problema es independiente de los anteriores y que pueden resolverlo perfectamente. Se ponen a trabajar en el problema y por las preguntas que hacer puedo apreciar que les resulta complicado y algunos no se han enterado bien de lo que se está haciendo. Les explico de forma individual lo que no van entendiendo y voy uno a uno preguntándole cómo va. Tras resolver el problema en la pizarra y repasar el procedimiento realizado en el problema, pregunto si hay alguna duda del tema. Me dicen que no. A continuación paso los cuestionarios finales.

Damos por finalizado el tema de Síntesis, aunque les sigue quedando por hacer una práctica en el centro de

cálculo, donde pueden afianzar la última parte del tema. Termino con buena sensación en general, ya que los alumnos han trabajado muy bien, aunque me quedo con la sensación de que se consigue un primer acercamiento de los alumnos al tema, pero tienen que estudiar mucho más por su cuenta. El tiempo dedicado no es suficiente para dar el tema por concluido.

Evaluación del aprendizaje de los alumnos

Tras la aplicación del CIMA se analizan los cuestionarios iniciales y finales para evaluar el aprendizaje de los alumnos. En la Fig. 6 se presentan los resultados obtenidos en la respuesta 3 del cuestionario inicial en forma de escalera, a modo de ejemplo. En la imagen se presenta qué tipo de respuesta se corresponde con cada escalón representado y el porcentaje de alumnos que se sitúan en cada escalón. La escalera incluye las respuestas de 12 alumnos. Aunque el cuestionario inicial lo respondieron 15 alumnos, 3 de ellos no realizaron el final, por lo que los eliminé del análisis de los cuestionarios iniciales también.

Tras el análisis de las escaleras de aprendizaje de las 5 preguntas, se detectan los obstáculos que se considera que el alumno puede encontrar a la hora de responder. Los alumnos dispusieron de 30 minutos para rellenar el cuestionario inicial. A continuación se muestran dichos obstáculos:

Obstáculos de la pregunta 1: se conoce como “Síntesis de mecanismos” el diseño sistemático de mecanismos para un comportamiento dado. Este término es muy específico de teoría de máquinas y mecanismos, por lo que los alumnos que no han visto esta materia previamente, no tienen por qué tener este concepto en su vocabulario. El 50% aplica la definición de la Real Academia Española, que define “Síntesis” como la *composición de un todo por la unión de sus partes*. Los alumnos en los escalones III y IV es muy probable que hayan tenido algún contacto con la asignatura en años anteriores.

Obstáculos de la pregunta 2: desde principio del cuatrimestre se viene hablando de mecanismos y de algunas utilidades de los mismos, por lo que todos los alumnos conocen algún mecanismo. Se aprecia en esta pregunta que los alumnos tienden a contestar de forma muy breve, quizás sin haber leído bien el enunciado, por lo que un elevado porcentaje de ellos no se detiene a describir el mecanismo. Los que lo describen no lo hacen de forma detallada. El salto de un escalón a otro considero que viene por lo detallista que sea el alumno.

Obstáculos de la pregunta 3: los alumnos tienen conocimientos previos de geometría y de vectores suficientes para resolver este problema. Los alumnos del escalón I lo dejan en blanco porque no aplican conocimientos previos para resolverlo, quizás porque piensan que no lo saben y que es algo concreto de esta asignatura. Un elevado porcentaje se sitúa en el escalón II, donde aplican conceptos que se han visto en una práctica previa de cinemática, en la que se trabaja con mecanismos de 4 barras, pero no tienen nada que ver con lo que se está preguntando. Refleja que no leen con detenimiento el enunciado o que contestan lo primero que les viene a la cabeza sin saber lo que están haciendo. Los del escalón III sí saben aplicar conocimientos previos.

Figura 6. Escalera correspondiente a la pregunta 3 del cuestionario inicial

Obstáculos de la pregunta 4: los alumnos tienen conocimientos previos de geometría para resolver este problema. En los escalones más bajos considero que están las respuestas de los que piensan que no lo saben porque no lo han dado todavía en esta asignatura o los que contestan sin aplicar la lógica.

Obstáculos de la pregunta 5: esta pregunta demuestra que la forma de preguntar influye en la consciencia de los alumnos de las cosas que saben. Los que han resuelto la pregunta 4 podrían haber resuelto este problema de forma gráfica también, sin embargo, el porcentaje de los que lo resuelven es mucho menor. Únicamente 1 alumno aplica el mismo concepto que en la pregunta 4. Ningún alumno lo resuelve de forma analítica.

En cuanto al cuestionario final, los alumnos dispusieron de 15 minutos para rellenarlo. La Fig. 7 muestra la escalera de aprendizaje de la pregunta 3 correspondiente al cuestionario final, a modo de ejemplo. Tras el análisis de las 5 escaleras correspondientes a las 5 preguntas del cuestionario, se llega a las siguientes conclusiones:

Comentarios de la pregunta 1: tras el CIMA se aprecia que los alumnos conocen qué significa el término “Síntesis de mecanismos” aplicado al campo de la teoría de máquinas y mecanismos. El alumno del escalón I entregó el cuestionario en blanco porque rellenó el primero pero no fue a clase en las 3 sesiones siguientes.

Comentarios de la pregunta 2: los alumnos no le dan mucha importancia a esta pregunta y la mayoría lo hace peor que en el cuestionario inicial. Puede ser que quieran dedicar el tiempo a resolver lo que para ellos son problemas más cercanos a lo que se pregunta en el examen.

Comentarios de la pregunta 3: se aprecia que la mayoría de los alumnos han entendido el procedimiento de resolución de este tipo de problemas.

Figura 7. Escalera correspondiente a la pregunta 3 del cuestionario final

Comentarios de la pregunta 4: las respuestas de los alumnos en el cuestionario inicial estaban más repartidas en todos los escalones. En el cuestionario final, la mayoría se agrupa en los escalones extremos. Muchos la dejan en blanco, aunque sí sabrían resolverlo.

Comentarios de la pregunta 5: esta pregunta está relacionada con lo visto en la sesión del mismo día que se realiza el cuestionario. Se ve que no han asimilado el contenido. Este procedimiento les resulta complicado de manera habitual y la respuesta al cuestionario confirma que necesitan más trabajo y tiempo de maduración.

La Tabla 2 presenta el cuadro de evolución del aprendizaje por estudiante, registrando el tipo de respuesta en el cuestionario inicial y en el final.

Tabla 2. Cuadro de evolución de aprendizaje por estudiante

Alumno	Cuestionario inicial					Cuestionario final				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
1	II	II	II	III	I	IV	II	IV	I	I
2	III	III	II	II	I	IV	I	IV	I	I
3	I	II	II	I	I	IV	I	IV	IV	I
4	IV	III	III	IV	I					
5	III	III	I	IV	I					
6	II	III	III	II	I	IV	I	I	I	I
7	III	III	I	I	I					
8	II	II	III	IV	III	I	I	I	I	I
9	II	III	III	I	I	IV	II	IV	IV	III
10	II	III	II	II	II	II	III	IV	I	II
11	IV	III	II	II	II	IV	III	II	IV	I
12	IV	III	I	IV	I	IV	I	IV	IV	I
13	II	III	I	IV	I	IV	III	IV	IV	IV
14	IV	III	I	IV	I	IV	III	IV	IV	I
15	IV	II	I	I	I	IV	II	IV	III	I

El análisis de la Tabla 2 lleva a los siguientes comentarios de la evolución de los alumnos: en las preguntas 1 y 3 predomina la mejora del aprendizaje de los alumnos; en las preguntas 2 y 4 no se aprecia una clara mejora, pudiendo ser la falta de tiempo la causa; los resultados de la pregunta 5 me lleva a concluir que los alumnos necesitan más tiempo de maduración del procedimiento que hay que aplicar.

Evaluación del CIMA

En esta sección se analizan los avances conseguidos y las dificultades encontradas al aplicar el CIMA. Se concluye con los aspectos que voy a mantener como cambios habituales en mis clases.

Avances conseguidos

Se considera que los alumnos han afianzado los procedimientos que se trabajan en el tema de Síntesis de Mecanismos Planos de forma más efectiva que en una clase magistral. Al trabajar ellos, han tenido que hacer un esfuerzo considerable para intentar resolver los problemas. Se ha conseguido que el alumno sea capaz de enfrentarse a un problema y empiece en la clase a razonar cómo se resuelve. Lo positivo de la metodología es que cada uno puede ir a su ritmo, que no es el ritmo que marca la profesora en una clase magistral, y tiene acceso a la profesora en el momento concreto en que necesita ayuda, aunque el que va más lento debe trabajar más en casa para poder seguir el ritmo de las clases siguientes. Desde el punto de vista de la profesora, la interacción con los alumnos hace que se salga de la clase con satisfacción. Se considera necesario saber si el alumno está asimilando los contenidos que se trabajan en clase y así poder ayudarlo en los puntos donde encuentra dificultad, lo que se consigue aplicando el CIMA descrito. Estos dos últimos aspectos mencionados hacen que la experiencia haya resultado muy positiva para la profesora.

Dificultades encontradas

La mayor dificultad que se ha encontrado al aplicar el CIMA está relacionada con el alumno que no viene regularmente a clase, ya que alguno ha venido algún día de los que se ha desarrollado el ciclo y ha encontrado un poco más de dificultad. Aun así, se ha intentado ponerlo al día

para que pueda seguir la clase. El alumno que no va a llevar la asignatura al día deja de venir a clase porque sabe que no va a hacer nada en ellas si no tiene el compromiso de trabajar durante la clase.

Otra dificultad es la falta de tiempo para que el alumno profundice en la teoría que hay detrás de los problemas que tienen que resolver. Se considera que la metodología basada en el trabajo del alumno debe incluir el compromiso del alumno de trabajar mucho en casa y aprovechar al profesor en las clases para avanzar y resolver dudas. Si el alumno sigue las clases trabajando en ellas se considera que aprende mucho y le facilita el estudio por su cuenta, pero es necesario que estudie mucho más por su cuenta. Para que el trabajo de investigación no se centre en la clase únicamente, creo que es adecuado el uso de hojas de trabajo que les permita preparar en casa la siguiente sesión de forma guiada. Ello requiere un gran trabajo inicial por parte del profesor pero considero que puede ser muy útil y esas hojas de trabajo pueden ir mejorándose cada curso. Aunque se lean la teoría antes de hacer el problema que se plante, es un tiempo breve lo que dura la clase y se considera que necesitan más tiempo para simular la teoría. Es verdad que en clase es un primer paso que les puede facilitar el estudio por su cuenta y en más profundidad.

Aspectos que se van a mantener como cambios habituales en las clases

En las clases se mantendrá el comenzar todo con una pregunta que les haga situarse ante el problema que se busca resolver (Bain, 2004). También el que ellos se enfrenten y resuelvan los problemas por su cuenta y cuenten con mi apoyo cuando encuentren dificultades. La idea de mostrarles el mapa de contenido resulta muy útil y más práctica que el clásico índice, ya que se aprecia de una vez todo el contenido y la relación que existe entre ellos.

Los cuestionarios inicial y final también se incorporarán a mis clases por dos motivos: 1) permite acercarse al modelo mental de los alumnos, 2) el alumno está en clase más atento buscando respuestas a las preguntas hechas en el cuestionario. El análisis de estos cuestionarios permite conocer y mejorar la práctica docente (Álvarez Méndez, 2001). Aunque no se ha contemplado en este CIMA, se considera importante la incorporación a la práctica habitual el uso de hojas de trabajo que permita al alumno trabajar la teoría necesaria para una clase por adelantado, ya que se considera que el tiempo de una clase para investigar y resolver problemas no es suficiente. También utilizar como herramienta profesional el diario del profesor (Porlán, 2008), que me permita ir construyendo y mejorando mi modelo didáctico personal.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Méndez, J.M. (2001). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid: Morata.
- Bain, K. (2004). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicaciones Universidad de Valencia.
- Finkel, D. (2008). *Dar clases con la boca cerrada*. Valencia: Publicaciones Universidad de Valencia.
- García-Prada, J.C. (2014). *New Trends in Educational Activity in the Field of Mechanism and Machine Theory*. Mechanisms and Machine Science 19. Switzerland: Springer.
- García-Prada, J.C. (2019). *New Trends in Educational Activity in the Field of Mechanism and Machine Theory*. 2014-2017. Mechanisms and Machine Science 64. Switzerland: Springer.
- Porlán, R. (2008). *El diario de clase y el análisis de la práctica*. Averroes. Red Telemática Educativa de Andalucía.
- Porlán, R. (2017). *Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla*. Madrid: Morata.