



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
XI CONVOCATORIA (2009-2010)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

Título del Proyecto

Mejora de la docencia mediante el uso de técnicas de aprendizaje colaborativo en un dispositivo experimental de laboratorio para el estudio del control de equipos de refrigeración

Resumen del desarrollo del Proyecto

El principal objetivo a nivel docente en esta propuesta era alcanzar un alto grado de implicación de las asignaturas del área de ingeniería térmica, área de electrónica y área de ingeniería eléctrica en el ámbito de titulaciones con un objetivo común que es el control de equipos de refrigeración.

A nivel de alumnado se ha pretendido potenciar.

1. La interactividad, habilidades interpersonales y la comunicación
2. También se está potenciando la autonomía del alumno, que tiene que hacer elecciones, justificarlas y cotejarlas con lo que el grupo espera de él. De esta forma se fomenta especialmente la capacidad de autocontrol y de regulación y del propio aprendizaje en el marco de un proceso compartido.
3. Se fomenta el uso de software informático y ofimático. Se ha identificado que el uso por parte de los alumnos de herramientas ofimáticas como Excel y PowerPoint es escaso. La propuesta básica que se intenta formalizar contempla dar un impulso al uso estas herramientas.

Se ha propuesto al alumnado el diseño y evaluación energética de un dispositivo experimental de laboratorio por construir. El dispositivo experimental propuesto se ha diseñado a partir de un equipo de aire acondicionado proporcionado por la empresa Saunier Duval. Los condicionantes de diseño que tenían los alumnos era el de poder realizar prácticas de laboratorio en el laboratorio de Máquinas y Motores Térmicos para la evaluación de técnicas de control de equipos de refrigeración.

La propuesta de esta acción docente usará una máquina de refrigeración, para que los alumnos de asignaturas de electricidad decidan el diseño del equipo eléctrico de la máquina, los alumnos de automatización implementen este control en los equipos y los alumnos relacionados con las asignaturas de ingeniería térmica evalúen la eficiencia de cada uno de las estrategias de control propuesto, en un entorno de aprendizaje colaborativo

Coordinador/a:

Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente	Departamento
Francisco Táboas Touceda	117	Química Física y Termodinámica Aplicada
Martín Calero Lara	033	Ingeniería Eléctrica

Otros participantes:

Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente	Departamento
Francisco Bellido Outeiriño	021	Arquitectura de Computadores, Electrónica y Tecnología Electrónica

Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura

Instalaciones de Calor y Frío
Instalaciones de Calor y Frío
Centrales eléctricas I

Área de Conocimiento

Máquinas y Motores Térmicos
Máquinas y Motores Térmicos
Máquinas y Motores Térmicos

Titulación/es

Electricidad
Mecánica
Electricidad

MEMORIA DE LA ACCIÓN

1. Introducción

El aprendizaje colaborativo es una técnica muy adecuada para prácticas en laboratorio donde los problemas tienen final abierto. A los alumnos (constituidos en grupo), se les ofrece un problema a resolver con un equipo experimental determinado, a partir del cual deben plantear estrategias de experimentación, de tratamiento de datos y de presentación de resultados.

Particularidades del uso de técnicas de aprendizaje colaborativo en dispositivos experimentales

En propuestas de mejora de calidad docente presentadas por los componentes del grupo en otras convocatorias, se ha valorado el uso de técnicas de aprendizaje colaborativo en dispositivos experimentales de laboratorio, y se han identificado los siguientes problemas a la hora de su integración en el horario docente.

- a) Los problemas de final abierto son muy interesantes para la aplicación de este tipo de técnicas, pero la formación del alumno necesaria para poder llevarlos a cabo puede ser excesiva en el tiempo disponible y de esta forma el esfuerzo horario, de los conceptos teóricos básicos de la asignatura quedarían relegados a un segundo plano. Se han identificado dos posibles vías para solucionar esta problemática: en primer lugar, se puede intentar integrar asignaturas de distintas áreas para la misma práctica de laboratorio, y en segundo lugar, se puede plantear un problema con un análisis simplificado.
- b) Es posible simplificar los problemas de final abierto para que los alumnos puedan rápidamente adaptarse al trabajo que se les pide, sin embargo las simplificaciones pueden ser tan grandes que al final no se llega nunca a analizar un problema real. La práctica propuesta debe ser "real".
- c) En las prácticas de laboratorio, los dispositivos experimentales comerciales están preparados para la toma de datos, resultando en un aprendizaje pasivo, pues el alumno sólo tiene que recoger los datos, hacer unos cálculos, que por otra parte están perfectamente especificados en el guión, representar gráficas y comprobar que el comportamiento teórico modela aceptablemente la realidad. Se entiende como una parte importante de la experimentación que el alumno sea capaz de identificar las desviaciones con respecto a los modelos teóricos, y ser capaz de justificar estas desviaciones.
- d) La mayoría de los alumnos, desconocen gran parte de la instrumentación que se puede encontrar en la industria. Es una buena oportunidad para conocer equipos reales.
- e) Es necesario que el alumno sea capaz de buscar información o como mínimo demandarla. La propuesta de trabajo debe ser alcanzable para los conocimientos del alumno, de forma que rápidamente demande información.
- f) En los problemas teóricos, las fuentes de error son nulas, y los datos son parámetros conocidos y estáticos. En la realidad esas medidas tienen su error asociado, y muchas veces es difícil encontrar la razón por la cual existen desviaciones entre medidas. Generalmente la respuesta de los alumnos con respecto a los errores experimentales es ¡la práctica es de "mala calidad"! Los alumnos tienen que ser capaces de conocer los errores de los sensores y ser capaces de justificar las medidas experimentales. Si no son capaces de justificar estos errores, deben proponer mejoras en la instalación experimental o descubrir aquellos sensores que tienen errores en la medida, y por último, calibrar sensores o proponer un rediseño de la instalación para mejorar ese error.

2. Objetivos

El principal objetivo a nivel docente en esta propuesta era alcanzar un alto grado de implicación de las asignaturas del área de ingeniería térmica, área de electrónica y área de ingeniería eléctrica en el ámbito las titulaciones de ingeniería mecánica y electricidad con un objetivo común que es el control de equipos de refrigeración.

A nivel de alumnado se ha pretendido potenciar.

- La interactividad, habilidades interpersonales y la comunicación
- También se está potenciando la autonomía del alumno, que tiene que hacer elecciones, justificarlas y cotejarlas con lo que el grupo espera de él. De esta forma se fomenta especialmente la capacidad de autocontrol y de regulación y del propio aprendizaje en el marco de un proceso compartido.
- Se ha fomentado el uso de software informático y ofimático. Se ha identificado que el uso por parte de los alumnos de herramientas ofimáticas como Excel y PowerPoint es escaso. La propuesta básica ha contemplado dar un impulso al uso de estas herramientas.

Se ha propuesto al alumnado el diseño y evaluación energética de un dispositivo experimental de laboratorio por construir. El dispositivo experimental propuesto se ha diseñado a partir de un

equipo de aire acondicionado proporcionado por la empresa Saunier Duval. Los condicionantes de diseño que tenían los alumnos era el de poder realizar prácticas de laboratorio en el laboratorio de Máquinas y Motores Térmicos para la evaluación de técnicas de control de equipos de refrigeración.

La propuesta de esta acción docente usará una máquina de refrigeración, para que los alumnos de asignatura de Instalaciones Eléctricas decidan el diseño del equipo eléctrico de la máquina, los alumnos de Automatismos Eléctricos implementen este control en los equipos y los alumnos de Instalaciones de Calor y Frío, evalúen la eficiencia de cada uno de las estrategias de control propuesto, en un entorno de aprendizaje colaborativo

Con la propuesta presentada, se ha pretendido en concreto resolver los problemas apuntados anteriormente en este documento, cuando se usan técnicas de aprendizaje colaborativo en problemas de final abierto en dispositivos experimentales de laboratorio, que son:

- a) El problema de final abierto planteado se puede adaptar bien a las horas de trabajo de los alumnos, porque permite utilizar porcentajes altos de la docencia de las asignaturas de instalaciones de calor y frío tanto de la ITI en electricidad como en ITI de mecánica.
- b) La experimentación es real, pues se utiliza un equipo comercial y se diseñan y evalúan técnicas de control utilizadas tanto en equipos industriales grandes (de varios MW) como en equipos más pequeños (1 kW)
- c) La propuesta permite un aprendizaje activo, porque no incluye sólo aprender como funciona un equipo de refrigeración, ni aprender como funcionan las diferentes técnicas de control aplicadas a equipos de refrigeración, sino que incluye el diseño de ese control y el desarrollo de un procedimiento experimental para la evaluación de la eficiencia de cada una de las técnicas de control.
- d) Es una oportunidad para que los alumnos conozcan la instrumentación que se pueden encontrar en la industria en equipos de refrigeración.
- e) En el futuro, y dado que se ha ganado mucha experiencia docente, se han logrado unas interrelaciones más fuertes entre las asignaturas de electricidad, electrónica y refrigeración. Los propios alumnos de las diferentes asignaturas, pueden mejorar las técnicas de comunicación oral entre ellos.
- f) Al ser un problema de final abierto, el desarrollo de la clase ha dependido del nivel de autoexigencia de los propios alumnos. Conforme demandan información, el profesor se la proporciona o los guía para encontrarla.
- g) La experimentación real como la que se propone, no está exenta de problemas, porque es muy difícil que el resultado final sea positivo en todos los aspectos. Sin embargo, durante el desarrollo de la experiencia los alumnos han aprendido mejor el funcionamiento de los equipos de refrigeración, y han aprendido a implementar un control en un proceso industrial real.

3. Descripción de la experiencia

El proyecto planteado tenía como objetivo diseñar un equipo de refrigeración experimental de laboratorio para evaluar técnicas de control en el mismo. En cuanto a las características deseadas para el proyecto, se buscaban las siguientes:

- Las actividades se diseñaron para que se pudiesen utilizar altos porcentajes de las horas de docencia en las asignaturas en donde se quería aplicar.
- Se buscaba diseñar un equipo real, con el objetivo de que se pudiesen ensayar técnicas de control y de modulación de carga que se pueden encontrar en el mundo real.
- Se pretendía que los alumnos aprendiesen de forma activa, pues el flujo de información en vez de estar regulado por el profesor, era el alumno el que lo demandaba.
- Era una oportunidad para que los alumnos se acostumbrasen a la instrumentación que se pueden encontrar en la industria.
- Como objetivo a nivel docente se pretendía que aumentasen las interrelaciones entre asignaturas de electricidad, electrónica y refrigeración.

Este proyecto se ha diferenciado en tres macroactividades que pretendían desarrollar dentro del mismo.

- Alumnos de electricidad: Diseño y conexionado eléctrico de la máquina de refrigeración, y el cuadro eléctrico.
- Alumnos de ingeniería térmica: Diseño del equipo, propuesta de control y evaluación energética del control
- Alumnos de automática: implementación del control.

El trabajo se ha planteado como un trabajo empresa-cliente, siendo el cliente el profesor que quiere evaluar el control de un equipo de refrigeración. El cliente (profesor de Instalaciones de Calor y Frío) contrata la empresa eléctrica (Alumnos de Instalaciones Eléctricas) que diseñará el equipo eléctrico, y también contrata a una empresa de automatización (Alumnos de

Automatismos Eléctricos) que diseñarán el control y a una empresa de refrigeración (alumnos de Instalaciones de Calor y Frío) que establecerán el dispositivo experimental de laboratorio y evaluará la eficiencia energética del mismo.

4. Materiales y métodos

Repartición de las actividades entre los grupos

Las actividades se han dividido en grupos funcionales. Los grupos de trabajo fueron Diseño térmico, campaña de ensayos, selección de sensores, diseño cuadro eléctrico, selección de protecciones eléctricas.

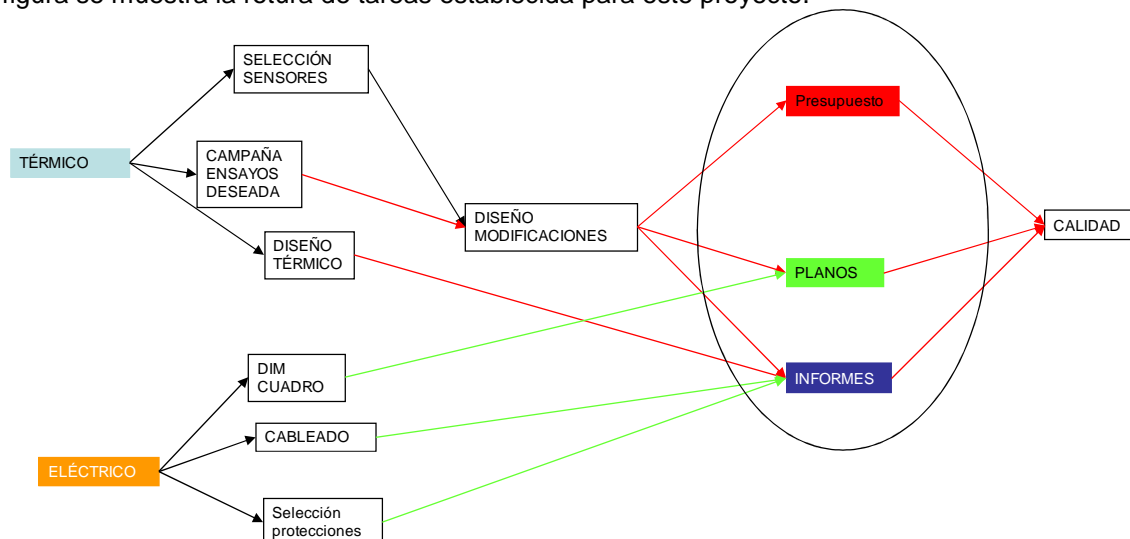
- Diseño térmico de la instalación: Esta actividad tenía como hito principal establecer el modelo de optimización del equipo de refrigeración. Para ello los alumnos se reparten las tareas de modelado de cada uno de los dispositivos, y por último se establecieron las condiciones óptimas de funcionamiento de la instalación.
- Campaña de ensayos: Esta actividad tenía como hito principal el diseño de la instalación de refrigeración, selección de equipos e incluso ensayos en equipos preexistentes para caracterizar los compresores de los equipos de refrigeración.
- Selección de sensores: Esta actividad tenía como hito principal la selección de sensores de medida para poder evaluar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración.
- Cálculo de cables y protecciones: Esta actividad tenía como hito principal evaluar los consumos eléctricos de la instalación y el cálculo de protecciones para estos circuitos.
- Diseño del cuadro eléctrico: Esta actividad tenía como hito principal seleccionar el cuadro eléctrico y ubicar las protecciones, variadores de frecuencia y controladores PID para los ensayos
- Para el diseño total de la instalación faltó la programación del autómatas, aunque para el desarrollo global de la instalación no era necesario.

Criterios en la selección de los grupos

Para establecer los grupos de trabajo se partió de una pequeña encuesta que tenían que rellenar los alumnos. En esta encuesta, los alumnos mostraban sus destrezas en cuanto a diseño por ordenador, cálculo de protecciones eléctricas, conocimientos de ingeniería térmica y otras actividades. Estas destrezas permitieron elegir los grupos de trabajo.

Planificación de las tareas

La planificación de las tareas se ha realizado a partir de la creación de un diagrama de red. En la figura se muestra la rotura de tareas establecida para este proyecto.



A partir de la generación del diagrama de red se estableció la temporalización de las tareas. Esta temporalización se realizó con los alumnos, para establecer el diagrama Gantt del proyecto. A partir del diagrama Gantt, todos los integrantes de todos los grupos tenían conocimiento de cuando deberían de terminarse cada una de las tareas propuestas.

Estrategia de gestión de las actividades

Para establecer relaciones entre los distintos grupos de trabajo se eligió entre los alumnos a un portavoz. Este alumno es el que reportaba información al resto de los grupos. En cuanto a la gestión de la información por parte del profesor, el profesor resolvía las dudas a cada uno de los grupos si la duda era específica del grupo de trabajo. Si la tarea no era específica del grupo, tenían que dirigirse al grupo responsable. Esta estrategia ha demostrado su éxito, pues el profesor no tiene que repetir la misma información a todos los grupos, y ha sido una forma idónea de aumentar las relaciones de comunicación entre los grupos.

Estrategia de control de las actividades

El principal problema identificado en las técnicas de control de proyectos es la baja o nula gestión del trabajo de los grupos. Los informes finales de los alumnos tienden a escribirse rápido y sin ganas, y el resultado final es desalentador. Para mejorar este aspecto, los informes han sido corregidos por los profesores hasta que alcanzasen un alto grado de aceptabilidad. Una parte importante de los alumnos se han involucrado, han aprendido a entregar informes, y se han dado cuenta de la escasez de oportunidades que han tenido durante la carrera para mejorar este aspecto. Esta mejora ha sido interpretada por parte del profesorado implicado, como muy positiva.

Para poder gestionar todas las demandas de los estudiantes ha sido necesario crear pequeñas reuniones durante la semana de no más de 15 minutos con cada grupo de estudiantes. Estas reuniones permitieron planificar los trabajos de la semana con mayor facilidad para cada uno de los grupos.

Método de evaluación

En la evaluación de las actividades el profesorado ha evaluado si el proyecto global ha sido obtenido con los criterios de aceptabilidad que se han propuesto. A partir de la obtención del resultado final del mismo, se ha evaluado la disposición de los alumnos a participar del trabajo de otros grupos, y en general la disposición de los alumnos al trabajo encomendado. Para dar mayor énfasis a la coordinación de grupos, parte de la nota final fue la evaluación de los alumnos al resto de los integrantes de otros grupos.

Conclusión del proyecto

Una vez terminado el curso, se ha realizado una sesión de trabajo con todos los integrantes del proyecto. En esta sesión se analizaron todas aquellas cosas que han funcionado bien durante el proyecto y todas aquellas cosas que han funcionado mal. Además, durante esta sesión los alumnos han propuesto mejoras a la propuesta. Las principales conclusiones del proyecto se comentarán en el apartado Observaciones y comentarios

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso

El proyecto realizado este año ha sido muy enriquecedor, pues se han puesto de manifiesto las dificultades que entrañan la gestión de proyectos multidisciplinares con un número de alumnos elevado. Una gran parte de estos problemas se han solucionado de manera satisfactoria.

Como problemas encontrados se han identificado los siguientes:

- En la planificación propuesta, los grupos de alumnos no tienen la misma carga de trabajo en las tareas encomendadas. Por ejemplo, la realización de los informes, pueden ser realizados por dos personas a lo sumo, lo que hace que parte de los integrantes no tengan tareas activas. Para poder solucionar esto, se ha obligado a que los alumnos cambien de grupo de trabajo en función de las necesidades.
- Para incentivar este trabajo por parte de estos alumnos, al final de la actividad se evaluó la disposición de los alumnos a ayudar a otros grupos. El resultado ha sido que gran parte de estos alumnos en un primer momento ociosos, han ayudado mucho a otros grupos.
- Los alumnos que superan la media tienden a encontrarse a disgusto en los grupos, pues son ellos quienes obtienen mayor rendimiento en el trabajo que hacen. Se han barajado dos soluciones: o se convierten en líderes, y por tanto obtienen como recompensa el control del trabajo aunque su nivel de esfuerzo se reduce, o se desmotivan, pues al final notan como el resto de los componentes del grupo no trabajan. Para este tipo de personas se ha visto muy buen resultado cuando se les plantean actividades individuales o actividades de soporte a otros grupos.
- Si bien no estaba prevista en un principio, se han realizado reuniones de 15 minutos semanales con cada uno de los grupos ha permitido realizar un seguimiento de tareas. Estas reuniones eran obligatorias. De esta forma, se ha conseguido mejorar la gestión de todos los grupos.

Como objetivos particulares conseguidos de manera satisfactoria los alumnos:

- Los alumnos han percibido que es posible integrarse en proyectos de ingeniería multidisciplinares si la planificación de las actividades está clarificada de antemano.
- Han aprendido a entregar informes de trabajo, pues no solo se les corrigió el informe, sino que lo han mejorado hasta que alcanzasen el nivel de aceptabilidad.
- Han aprendido que es posible integrarse en grupos multidisciplinares de tamaños grandes para la obtención de un solo objetivo.

6. Utilidad

La experiencia puede ser extrapolada a cualquier grado de enseñanza técnica, pues ese era uno de los principales objetivos, implicándose profesores de áreas de conocimiento diferentes.

7. Observaciones y comentarios

Los alumnos en la sesión de trabajo final han propuesto como principal mejora una pequeña charla al principio de la clase una vez por semana para realizar una visión general del proyecto. Esta charla semanal es posible que mejore la interrelación entre las distintas tareas del proyecto, y que no pierdan de vista el resultado final. También es posible que esta charla ayudase a dedicar más recursos (alumnos) a las tareas que se encuentran retrasadas en el proyecto.

Un aspecto demandado por los alumnos ha sido que era necesaria una mejora de la base teórica. A los alumnos les ha sido complicado adaptarse a demandar información, cuando su aprendizaje ha sido hasta ahora pasivo. Este es un aspecto controvertido en los nuevos títulos de grado, y es una de las razones por las cuales genera también rechazo por parte del profesorado. No se ha podido asegurar si este aspecto a mejorar se debe a la resistencia del alumnado a cambiar su forma de aprendizaje a la que han estado acostumbrados durante años, o a que realmente es necesario aumentar las sesiones teóricas.

8. Bibliografía

Las principales directrices de este proyecto han sido realizadas basándose en la bibliografía disponible en la red acerca de formación en gestión de proyectos en la dirección web:

<http://www.rmoproject.com/about/rita.aspx>

Córdoba 25 Septiembre 2010