

EXPERIENCIAS DE INNOVACION EN LA PLANIFICACION DE ASIGNATURAS DE INGENIERÍA TÉCNICA Y SU APLICACIÓN EN GRUPOS GRANDES

Autores:

- (1) M^a Carmen Martínez Martínez carmen@mat.uva.es;
- (2) Esperanza Alarcia Estévez alarcia@mat.uva.es;
- (3) Marisa Fernando Velásquez marisaf@mat.uva.es;
- (4) M^a Luisa González González marisag@mat.uva.es;
- (5) Bernardo Martínez Marcos bern@iq.uva.es;
- (6) Alejandra Martínez Monés amartine@infor.uva.es;
- (7) Cristina Pérez Barreiro cperez@tele.uva.es;
- (8) Ana Portillo de la Fuente ana@mat.uva.es;
- (9) Angel de Uña Martín angel@mat.uva.es

- (1), (2), (3), (4), (8), (9) Dpto. de Matemática Aplica;
(5) Dpto. de Ingeniería Química;
(6) Dpto. de Informática;
(7) Dpto. de Tecnología Electrónica.
Universidad de Valladolid.
Escuela Universitaria Politécnica
C/ Francisco Mendizábal 1, Valladolid, 47014

Palabras clave:

Aprendizaje activo, Innovación, Ingeniería Técnica.

Resumen:

Esta comunicación presenta las experiencias de innovación en la planificación de asignaturas llevadas a cabo por miembros del grupo GREIDI (Grupo de Estudio en Innovación Docente en Ingeniería) de la Universidad de Valladolid. La actividad de GREIDI se enmarca en el ámbito de la innovación docente en el área de la ingeniería [3]. Para realizar una planificación docente debemos tener en cuenta las competencias/habilidades a desarrollar en cada asignatura, lo que nos permitirá definir el tipo de formación más adecuada y la metodología docente a seguir. Debido a que las competencias profesionales no las fijamos los profesores, y que las competencias académicas se sustentan en los conocimientos de una determinada materia o asignatura, y que en este trabajo desarrollamos programas docentes de diferentes asignaturas y titulaciones de Ingeniería, nos hemos centrado en las competencias transversales a adquirir por los estudiantes y las hemos tenido presentes en la formulación de los objetivos de cada una de las asignaturas.

El desarrollo de estas competencias trasversales nos ha llevado, a su vez, a aplicar metodologías docentes activas en el aula, y a estudiar los problemas derivados de su aplicación en el contexto en el que nos movemos.

Desarrollo:

El proceso de adaptación de la enseñanza universitaria al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [7] supone un profundo cambio en la forma de concebir

esa enseñanza, poniendo como centro del sistema educativo al estudiante. Dos cambios visibles son, por un lado, las modificaciones necesarias en los planes de estudio para adaptarlos al nuevo modelo, y por otro, la nueva forma de concebir el concepto de crédito.

En respuesta a esta demanda, y en general, a los problemas detectados en el ámbito de las enseñanzas técnicas, un grupo de profesores de la Universidad de Valladolid, cuya docencia se desarrolla en distintas titulaciones técnicas en la Escuela Universitaria Politécnica, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática y en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, decidimos poner en común nuestras experiencias docentes e introducir algunos cambios en la metodología que veníamos aplicando hasta ahora.

Nos unía el interés por sustituir el actual método docente por métodos de aprendizaje activo, con el fin, entre otros, de mejorar el nivel de atención del estudiante, incrementar su motivación, facilitar el desarrollo de algunas competencias fundamentales para su profesión, y, también, reunir elementos de juicio suficientes para valorar el nivel de comprensión y tomar decisiones en el caso de que este nivel no sea satisfactorio.

Como se relata en [8,9] el resultado fue muy positivo y alentador. En el primer curso de actividad se consiguió consolidar un grupo de profesores activo, que tomó el nombre GREIDI (Grupo de Estudio para la Innovación Docente en Ingeniería). En el primer curso de funcionamiento tuvimos oportunidad de compartir y contrastar las experiencias previas de introducción de aprendizaje activo en el aula y planificar algunas experiencias en torno a estrategias docentes comunes, tales como el aprendizaje colaborativo, por proyectos, etc. Con esta idea, nuestra intención actual es aprender acerca de estas metodologías docentes a partir de las diversas experiencias llevadas a cabo. En este artículo se describen algunas de estas experiencias, clasificadas según las estrategias docentes aplicadas en ellas, con especial atención a las realizadas en la E.U.Politécnica (EUP).

I. Objetivos.

Las experiencias de innovación en la planificación de asignaturas llevadas a cabo por miembros del grupo GREIDI de la Universidad de Valladolid que se presentan en este artículo se han realizado en un total de diez asignaturas de cinco titulaciones de Ingeniería Técnica (tabla 1).

Titulación	Curso 1º	Curso 2º
I.T.I.- Electricidad (EC)		Métodos Estadísticos
I.T.I.- Electrónica (EN)	Matemáticas I	Métodos Estadísticos
I.T.I.- Mecánica (ME)	Fundamentos de Informática	Métodos Estadísticos
I.T.I.-Química (QU)	Fundamentos de Informática	Métodos Matemáticos I Ingeniería de la Reacción Química
I.T. Telecomunicación, esp. en Sistemas Electrónicos (TE)		Electrónica Analógica Matemáticas III

Tabla 1. Asignaturas involucradas.

Dos fueron los objetivos fundamentales que nos animaron a realizar propuestas de innovación en nuestras asignaturas:

1. Mejorar los resultados académicos.

2. Avanzar en la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En cuanto al primer aspecto tenemos que decir que, en general, en los estudios de Ingeniería existe un gran abandono y un bajo porcentaje de alumnos que superen con éxito las asignaturas. Este hecho nos hizo reflexionar sobre como motivar al estudiante para lograr mejores resultados.

La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implica fundamentalmente un cambio en el papel representado por el profesor en el actual sistema de aprendizaje. Hasta ahora el modelo educativo está centrado en el número de horas lectivas, utilizándose este número para medir el trabajo del profesor. Este modelo está basado, fundamentalmente, en la adquisición de competencias académicas, por lo que el proceso de enseñanza está centrado en las clases expositivas para la transmisión de conocimientos, en las que la actitud de los estudiantes es fundamentalmente pasiva.

El nuevo modelo está orientado al aprendizaje del estudiante y en él, el alumno ha de adquirir no sólo competencias académicas sino también competencias profesionales y transversales. Debido a la variedad de asignaturas y titulaciones que vamos a tratar y a que las competencias profesionales no las fijamos los profesores, en este trabajo nos hemos centrado en las competencias transversales que los estudiantes deben adquirir.

Debido a lo expuesto para realizar la planificación docente hemos analizado en primer lugar: las competencias/habilidades a adquirir en una Ingeniería Técnica, que nos permitirán formular los objetivos de cada asignatura, el tipo de formación más adecuada y la metodología docente.

Señalamos algunas competencias transversales extraídas del documento del 15 de septiembre de 2003 del grupo de trabajo de las Escuelas de Ingeniería Técnica Industrial y tenidas en cuenta en la formulación de los objetivos de las diferentes asignaturas:

1. Capacidad y razonamiento crítico.
2. Capacidad para la comunicación oral y escrita.
3. Capacidad de síntesis.
4. Capacidad de trabajo en equipo.
5. Espíritu abierto para compartir ideas, compromisos y trabajos en común.
6. Capacidad de negociación y de consenso.
7. Asunción de responsabilidades.
8. Capacidad de organización y planificación del trabajo y del tiempo.
9. Espíritu crítico sobre trabajo propio y ajeno.

Para desarrollar las competencias/capacidades señaladas hemos fijado algunos objetivos comunes en las diferentes asignaturas:

1. Abordar correctamente la resolución de problemas.
2. Aplicar de modo eficiente los contenidos estudiados en la resolución de problemas.
3. Despertar su espíritu crítico ante las soluciones que obtengan al resolver problemas.
4. Adquirir un hábito y método de estudio.
5. Desarrollar su capacidad de síntesis.
6. Iniciar el aprendizaje del trabajo en equipo.
7. Iniciar el autoaprendizaje.
8. Mejorar la expresión oral y escrita.

Los nuevos objetivos implican cambios en las programaciones y metodologías docentes que permitan la consecución de los mismos. Todo ello conlleva un cambio esencial en el papel desempeñado por el profesor, que deberá, entre otras actividades, planificar el trabajo de los alumnos, resolver sus dudas, facilitarles materiales, etc.

Los objetivos relacionados con las competencias/habilidades y otros que se derivan de estos, tales como: trabajar desde el primer día, estudiar de forma continua, valorar positivamente el esfuerzo, valorar el coste del aprendizaje, motivar el aprendizaje autónomo, valorar el compartir resultados, etc., en grupos grandes y asignaturas con un gran número de contenidos, se consiguen mediante la realización de actividades que motiven al estudiante. Por ello, entre los objetivos de GREIDI del curso 2005/2006 se encuentra la profundización en el estudio y experimentación de metodologías de enseñanza/aprendizaje activo, así como el diseño de diferentes modelos de asignaturas aplicando estas metodologías, de forma que se promuevan actitudes más participativas por parte de los alumnos. Las que mejor se adaptan a estas asignaturas y sus objetivos están basadas en: el aprendizaje cooperativo-activo, el aprendizaje basado en problemas y en la resolución de problemas con ordenador [1,2,5].

Para la planificación de las actividades a desarrollar en las diferentes asignaturas se ha tenido en cuenta el contexto de las mismas. Para ello se analizaron los medios materiales de que se disponía para poder implementarlas, las características de los alumnos y las de cada asignatura desde diversas perspectivas. Por un lado se tuvieron en cuenta las competencias académicas a adquirir, en este aspecto no sólo se consideró el componente práctico de la materia de estudio - conocimiento de las técnicas para la resolución de problemas- sino también el porqué la técnica empleada es la adecuada, el ámbito de aplicación de la misma y las relaciones con otras técnicas, por otro las dificultades de la materia, cantidad de contenidos y su adaptación al contexto de las Ingenierías Técnicas, etc.

Otros aspectos tenidos en cuenta fueron la duración temporal de cada una de estas actividades y la elaboración del material necesario para el seguimiento de las mismas y que permitiera fomentar el aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Fundamentalmente se implementaron dos tipos de actividades:

1. Resolución de problemas para su exposición oral en las horas asignadas a problemas.
2. La utilización de las horas de Laboratorio para la resolución de problemas y elaboración de los informes correspondientes a cada sesión, ya sea para su exposición oral o para su evaluación mediante controles en las propias sesiones de prácticas.

La mayoría de estas actividades han sido semi-presenciales por lo que hemos optado para su implementación la formación de grupos base.

Se pretende a través de las mismas no sólo lograr los objetivos anteriormente reseñados, sino también conocer los mecanismos que dificultan el aprendizaje, desarrollar habilidades relacionadas con dinámicas de grupos, mejorar la relación con los alumnos y aumentar la participación de los estudiantes en las clases y su asistencia a tutorías.

En la Tabla 2 se muestran las metodologías aplicadas en las distintas asignaturas involucradas en estas experiencias

Asignatura	Aprendizaje Basado en Problemas	Trabajo en Grupo	Otras tareas	Exposición Oral	Evaluación Continuada
Métodos Estadísticos (EC)	x	x	x	x	x
Matemáticas I (EN)	x	x	x		x
Métodos Estadísticos (EN)	x	x	x	x	x
Fundamentos de Informática (ME)	x	x	x	x	x
Métodos Estadísticos (ME)	x	x	x	x	x
Fundamentos de Informática (QU)	x	x	x	x	x
Métodos Matemáticos I (QU)	x	x	x	x	x
Ingeniería de la Reacción Química (QU)	x	x		x	x
Electrónica Analógica (TE)	x	x		x	x
Matemáticas III (TE)	x	x	x	x	x

Tabla 2. Metodologías utilizadas.

En el siguiente apartado se describen estas experiencias, indicando las características de las asignaturas en las que se han utilizado.

II. Descripción del trabajo.

Titulación: I.T.I., esp. Electricidad

Métodos Estadísticos de la Ingeniería (también en la especialidad de Mecánica)

Métodos Estadísticos es una asignatura troncal de 2º curso, 6 créditos (5,2T+0,8L), que se imparte el 1er cuatrimestre en Electricidad y el 2º cuatrimestre en Mecánica. En Electricidad hay 108 alumnos, con 1 grupo de teoría/problemas y 3 de laboratorio. En Mecánica hay 160 alumnos matriculados, divididos en 2 grupos de teoría/problemas y 4 de laboratorio. En estas asignaturas se han pretendido llevar a cabo diferentes innovaciones:

Aprendizaje colaborativo en resolución de problemas:

Desde el principio de curso se han establecido “grupos de problemas” de tres alumnos, con carácter más o menos obligatorio, que han venido funcionando de forma regular en la resolución de los problemas de cada tema.

Los enunciados de los problemas se encuentran en listas relativamente amplias que son facilitadas a todos los alumnos. Según los temas, se establecen dos niveles de problemas:

- Problemas propuestos con carácter general
- Problemas asignados a cada grupo de problemas: se asignan tres problemas del grupo anterior

Cada grupo de problemas es “responsable” de sus tres problemas de forma que cualquier persona del grupo puede ser llamada para resolver cualquiera de los tres problemas en la pizarra.

El profesor participa lo menos posible durante la exposición pública por parte del alumno y somete a la consideración del resto de alumnos, especialmente al resto

de grupos que también tuvieran asignado el mismo problema, las objeciones o puntualizaciones que considere oportunas.

En la especialidad de Mecánica, se ha exigido además que los grupos entreguen escritos los problemas que se les han asignado, en un plazo fijado por el profesor. Para distribuir mejor las tareas entre los miembros del grupo, cada miembro del grupo tenía uno de estos tres roles:

- Coordinador de logística: encargado de buscar el lugar de reunión, materiales necesarios, etc.
- Coordinador de tareas: encargado de planificar las reuniones y mantener el contacto con el profesor.
- Coordinador de informes: encargado de la escritura final de los ejercicios y de entregarlos en el plazo previsto.

Se ha entregado a cada grupo una hoja de seguimiento, en la que anotaban el día, el tiempo de reunión y lo que trabajaban en cada reunión, que entregaban al final de la asignatura.

Autoaprendizaje (aplicado a un tema)

Esta experiencia ha sido aplicada a un tema (Modelos estadísticos) del programa y pretendía avanzar un poco más en la capacidad de autoaprendizaje relacionada con contenidos matemáticos. Nos apoyábamos también en los mismos “grupos de problemas” que habían venido trabajando a lo largo del curso. La planificación de la experiencia ha sido la siguiente:

- Los alumnos leían parte del tema en casa y en la clase, por grupos, trataban de elaborar un mapa conceptual de los distintos modelos. El mapa conceptual se exponía y corregía en la clase.
- El profesor plantea tres problemas prácticos, y con ayuda del mapa se trata de que los grupos identifiquen el modelo más adecuado para cada caso.
- Se termina la resolución de los tres problemas por grupos y algún grupo, seleccionado por el profesor, expone los problemas.

Esta experiencia se llevó a cabo durante tres clases de 1h.

Prácticas de laboratorio:

Las prácticas de laboratorio se desarrollan por parejas, y consisten en la resolución de casos prácticos o problemas de la asignatura con el ordenador.

En la asignatura de la titulación de I.T.Mecánica, los alumnos han tenido que realizar también un trabajo final de prácticas que correspondía a los temas de Inferencia estadística. La organización de esta actividad de la asignatura ha sido un poco más compleja, dado el número de grupos de prácticas existentes, puesto que a cada grupo se le ha asignado un trabajo diferente.

Estas experiencias se han evaluado mediante encuestas y cuic's que aún están en proceso de análisis.

Titulación: I.T.I., esp. Electrónica Industrial **Matemáticas I**

Matemáticas I es una asignatura troncal que tiene asignados 7,5 créditos, de los cuales 6 son de aula y 1,5 de laboratorio. El número de alumnos matriculados este curso fue de 210 divididos en dos grupos de teoría y problemas y en seis grupos de

laboratorio. 191 alumnos iniciaron la asignatura y de estos 182 la siguieron hasta el final, presentándose a la convocatoria ordinaria 145.

Hemos de señalar que la formación inicial de los estudiantes es heterogénea, unos proceden de pruebas de acceso y otros de módulos, éstos últimos llevan al menos dos años sin estudiar matemáticas. Además, en general, se caracterizan por no tener un hábito y método de estudio y tener problemas de expresión oral y escrita.

Tanto los profesores como los alumnos consideramos que es una asignatura densa, consta de tres bloques: Álgebra Lineal, Cálculo Diferencial en una variable y Cálculo Integral en una variable, debido a esto el ritmo de las clases de aula es bastante rápido.

En cuanto a los objetivos de la misma, este curso hemos introducido la adquisición de algunas competencias, lo que nos llevó a realizar algunos cambios metodológicos y de evaluación para la consecución de éstas. Lo más significativo ha sido la utilización de los créditos asignados a Laboratorio para la realización de seis trabajos en parejas y de un trabajo a realizar a lo largo del cuatrimestre, tutelados en el Laboratorio y en el horario de tutorías del profesor respectivamente. Estos trabajos representan el 20% de la calificación del alumno. Con el objetivo de implicar a los alumnos en su aprendizaje, las calificaciones obtenidas en los trabajos y en el trabajo a desarrollar a lo largo del cuatrimestre son sumadas a la calificación del examen tradicional únicamente si cada una de estas no ha sido inferior a los 0,5 puntos

Los trabajos a realizar en el Laboratorio consisten en la resolución de problemas con ordenador de los bloques de Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial en una variable. Cada pareja de alumnos debe de elaborar un informe, siguiendo unos criterios, de cada uno de los problemas, siendo el tiempo medio calculado para la realización de cada uno de estos trabajos de dos horas presenciales y una no presencial. Durante cada una de las sesiones se observa el trabajo desarrollado por la pareja y se controla la asistencia a ésta durante los últimos quince minutos.

Si el número de alumnos del grupo es impar, o bien si alguno abandona la asignatura, se forman grupos de tres alumnos, debido a que uno de los objetivos es iniciar el aprendizaje del trabajo en equipo y tanto los trabajos como la evaluación están pensados y calculados para más de un alumno.

El trabajo a realizar a lo largo del cuatrimestre se realiza en parejas de dos alumnos y recorre los contenidos impartidos hasta principios de diciembre e incluye la resolución de problemas, la realización de esquemas de temas o conceptos desarrollados a lo largo de más de un tema y cuestiones teóricas. El tiempo medio calculado para su realización es de diez horas.

Para el desarrollo de la actividad hemos elaborado diversos materiales de apoyo que incluyen:

Apuntes de cada uno de los bloques que conforman la asignatura. Estos apuntes están disponibles en el servicio de reprografía del Centro e incluyen numerosos ejercicios resueltos y otros propuestos.

Un libro de prácticas que incluye la descripción del software a utilizar, los objetivos de cada tema y las herramientas del software que deben utilizar para la resolución de los ejercicios propuestos.

En la página Web del Departamento, entre otras, disponen de la siguiente información:

1. Metodología docente: prácticas, trabajo de prácticas, controles de prácticas y calificación de todo ello.
2. Cómo mejorar el método de estudio.
3. Ejemplo de un informe con los pasos dados para su realización.

4. Ejemplo de un informe correcto y de otro incorrecto.

En los ordenadores del Laboratorio: ejercicios resueltos correspondientes a cada uno de los trabajos a realizar en las sesiones de laboratorio.

La actividad y su estrategia se desarrollaron sin grandes incidencias ni dificultades.

Al inicio de la misma observamos la falta de hábito de los estudiantes para trabajar en parejas y realizar una lectura detenida de los objetivos, herramientas y ejemplos resueltos de que disponían. También tenemos que señalar que, fundamentalmente al principio, el alumno cree que es posible resolver los ejercicios sin una lectura previa de la teoría, lo que propiciaba que acudiesen a las sesiones prácticas sin el material teórico necesario; o bien con éste, pero sin posibilidad de realizar una búsqueda rápida de la teoría necesaria para resolver los ejercicios propuestos.

El abandono de la asignatura de algunos alumnos no representó problemas, debido a que si un alumno se quedaba sin pareja fácilmente se le pudo incorporar con alguna pareja ya existente. Tampoco representó problema alguno el que un alumno de la pareja fuese un “jeta”, siempre que ambos hablasen con el profesor. En las pocas situaciones en que esto ocurrió el alumno trabajador fue recibido por alguna pareja de su grupo y el “jeta” terminó abandonando la asignatura. Es cierto que existe el alumno tímido y que su calificación se vio influida negativamente por trabajar con otro “jeta”, pero pensamos que deben aprender a solucionar este tipo de situaciones.

El seguimiento de la experiencia fue mayoritario, siendo éstos los resultados: el número de alumnos que se realizaron los seis trabajos en las sesiones prácticas fue de 166 que representa el 79,05% de los matriculados, de éstos 142 obtienen una calificación mayor o igual a 0,5 siendo la tasa de rendimiento de un 67,62% y la de éxito de un 78%. El número de alumnos que presentó el trabajo a realizar a lo largo del cuatrimestre fue de 164, que representa el 78,10%, y lo superaron 147, siendo la tasa de rendimiento de un 78% y la de éxito de un 90%.

Métodos Estadísticos de la Ingeniería

Métodos Estadísticos en la Ingeniería es una asignatura troncal de segundo curso, con 6 créditos distribuidos en 5,2 créditos de aula (teoría y problemas) y 0,8 créditos de laboratorio (cuatro sesiones de dos horas).

La asignatura cuenta con 193 alumnos divididos en dos grupos de teoría/problemas de 113 y 80 alumnos. Estos alumnos se subdividen en cinco grupos de laboratorio.

La experiencia ha sido llevada a cabo con los alumnos que asistían al grupo de mañana, aunque no se les exigía que estuviesen matriculados en dicho grupo.

Dadas las características de la asignatura se ha utilizado un aprendizaje basado en la realización de problemas de manera “manual” y con el ordenador.

En lo referente a la planificación de la asignatura, se ha aplicado aprendizaje colaborativo en la resolución de problemas y en las prácticas de laboratorio:

Aprendizaje colaborativo en resolución de problemas:

Los alumnos se han dividido, de forma voluntaria, en grupos de entre tres y cinco personas. Estos grupos se mantuvieron fijos, en su mayoría, durante todo el cuatrimestre. Los trabajos que realizaron fueron de diferentes tipos:

- Estudio de temas o partes de un tema. Posteriormente en el aula el profesor resuelve los apartados no entendidos.

- Resolución de ejercicios en la propia aula o fuera del horario de la asignatura, dependiendo de los temas. A cada grupo se le asignaban tres problemas diferentes de cada tema. Estos ejercicios son recogidos por el profesor y se devuelven posteriormente corregidos.
- Resolución pública en la pizarra del aula, de cualquiera de los problemas asignados al grupo, por una persona escogida al azar (esta actividad se realiza antes de devolver los ejercicios corregidos a los alumnos).

También se han formado, ocasionalmente, grupos en el aula para resolver problemas, pero el criterio seguido era la proximidad física. Éstos sólo tenían validez para el día concreto.

Aprendizaje colaborativo en las prácticas de laboratorio:

Las prácticas de laboratorio se desarrollan en cuatro sesiones de dos horas. Se realizan por parejas formadas por los propios alumnos, que no tienen, en principio, relación con los grupos anteriores.

El trabajo consiste en realizar uno o varios problemas, con relación al tema que se está tratando en el aula, con la ayuda del ordenador. Para realizar esta actividad, es conveniente que los alumnos se reúnan, fuera de las horas de clase, para preparar los ejercicios y así poder aprovechar las dos horas de prácticas.

Titulación: I.T.I., esp. Mecánica

Fundamentos de Informática (también en la especialidad de Química Industrial)

La asignatura tiene 6 créditos (3T+1,5A+1,5L), en la especialidad de Mecánica tiene 146 alumnos matriculados, divididos en 2 grupos de aula y 5 de laboratorio; y en la especialidad de Química Industrial tiene 87 alumnos matriculados, en un grupo de aula y 3 de laboratorio.

El principal objetivo de la asignatura es que los estudiantes aprendan las habilidades básicas para programar en un lenguaje estructurado de programación. Aunque pueda parecer extraño, se trata de una materia muy novedosa para muchos de ellos, y que requiere habilidades instrumentales (uso del ordenador y las herramientas para programar) así como conceptuales medias (capacidad de análisis, síntesis, habilidades para resolver problemas, etc.). Por tanto, es una asignatura que requiere un seguimiento continuado (cada concepto descansa sobre todos los anteriores) y bastantes horas de práctica.

Es una asignatura de primer curso y primer cuatrimestre, y por tanto, se desarrolla en lo que es para muchos estudiantes su primer contacto con la universidad. Esta situación lleva a veces a un cierto “despiste” en lo referido a los ritmos de estudio, que resulta en una bajada considerable en el rendimiento general del primer cuatrimestre. Al diseñar la experiencia nos planteamos también la necesidad de fomentar al máximo las relaciones entre los estudiantes, que ayudara a mejorar el ambiente en clase, así como a desarrollar habilidades propias del trabajo en grupo. En concreto los objetivos que nos planteábamos eran:

- Mejorar el seguimiento continuado de la asignatura por parte de los alumnos, y con ello, el rendimiento académico.
- Mejorar las habilidades de trabajo en grupo.
- Mejorar la habilidad para expresar ideas en público.
- Favorecer un ambiente en clase de mayor interacción profesor-alumno, y alumno-alumno que el que se consigue con la aproximación clásica.

La metodología utilizada para ello fue el uso de aprendizaje en grupo y evaluación continua. Se dividió desde comienzo de curso a los estudiantes en grupos de tres personas, que deberían resolver ejercicios planteados a lo largo del curso al hilo de cada tema. Con el fin de estimular la interdependencia positiva, se estableció que los ejercicios se presentarían de forma oral, siendo la persona y grupo elegidos al azar en cada ocasión. La calificación del grupo en dicho trabajo sería la de la persona elegida.

Titulación: I.T.I., esp. Química Industrial

Ingeniería de la Reacción Química

La Ingeniería de la Reacción Química es una asignatura cuatrimestral de 7 créditos (4 de Teoría y 3 de Prácticas de Aula) que se imparte en el primer cuatrimestre de 2º Curso de Ingeniería Técnica Industrial-Química Industrial. El número de alumnos matriculados en el curso 2005-06 ha sido 80.

El seguimiento de la asignatura exige conocimientos de Termoquímica, Equilibrio químico y Cinética de las reacciones químicas, materias que son impartidas en la asignatura Físico-química de 1er curso. Asimismo requiere una cierta destreza para la resolución mediante métodos numéricos de sistemas de ecuaciones algebraicas y sistemas de ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como en derivadas parciales, materia que se imparte simultáneamente en la asignatura Métodos Matemáticos en la Ingeniería Química I. Esto en vez de suponer un problema ha sido aprovechado por los profesores responsables de ambas asignaturas para recalcar la relación existente entre las distintas asignaturas de la titulación. En la asignatura Ingeniería de la Reacción Química se comentaban los distintos métodos de cálculo numérico a medida que iba siendo necesaria su utilización. Por otro lado, en el desarrollo de la asignatura Métodos Matemáticos I se han empleado ejemplos relacionados con el dimensionado de reactores químicos, tanto en el aula como en el laboratorio.

La experiencia desarrollada durante el primer cuatrimestre del curso académico 2005-06, cuyas características se describen a continuación, ha sido voluntaria y ha sido realizada por 30 alumnos de los aproximadamente 45 que asistieron a clase con regularidad

La metodología docente aplicada presenta como rasgos característicos: Evaluación continuada (mediante la realización, fuera del aula, de 9 tareas consistentes en problemas), Exposición oral de las tareas realizadas (han participado 27 alumnos, todos más de una vez) y Trabajo cooperativo (las tareas eran realizadas en grupos de 3 a 4 personas y evaluadas a través de la resolución pública de los problemas propuestos, por parte de uno de los componentes del grupo elegido al azar, asignando una misma nota a todos los miembros del grupo).

Métodos Matemáticos I.

Métodos Matemáticos I es una asignatura obligatoria que se imparte en el primer cuatrimestre del 2º curso de I. T. I. Química Industrial. La carga total es de 4,5 créditos de los cuales 3 son de Teoría y 1,5 de Prácticas de Laboratorio. Durante el presente curso 2005-2006 el número de alumnos matriculados ha sido 86, distribuidos en un grupo de teoría y dos grupos de laboratorio.

El número de alumnos ha crecido respecto al curso pasado. No hay muchos alumnos repetidores y la asistencia regular está en torno al 65% a las clases de teoría y problemas y en torno al 95% a las prácticas. Se detecta que son alumnos muy poco

familiarizados con las herramientas informáticas, lo que dificulta bastante un desarrollo adecuado de las prácticas.

Las actividades desarrolladas han sido entregables individuales y en grupo, corrección de los problemas entregables en clase por parte de los alumnos, prácticas con ordenador.

Se planifica la asignatura para conseguir que los alumnos trabajen de forma continuada, discutan con otros compañeros la resolución de los problemas planteados, participen de forma activa en el aula y mejoren su expresión oral. Para ello se utilizan las siguientes actividades:

1. Entregables individuales y en grupo.
2. Exposición oral de los problemas entregables.
3. Prácticas con Matlab.

Los alumnos disponen de todos los apuntes de la asignatura que han sido elaborados por la profesora, así como de los enunciados de problemas, propuestas de prácticas y programas de Matlab asociados a las prácticas.

Una innovación en la metodología docente en este curso ha consistido en la propuesta a los alumnos de tareas entregables con un peso en la nota final de un 15%. En la parte de teoría y problemas se han planteado 12 entregables, algunos individuales y otros en grupos de tres, para realizar fuera del aula. Estas tareas pueden ser desde la lectura rápida de los apuntes de un tema y de ahí extraer varios conceptos claves, o las tres dudas que consideren más importantes, hasta la resolución de uno o varios ejercicios.

Normalmente cuando los entregables consisten en la resolución de problemas el profesor elige un grupo y una persona de ese grupo al azar para que defienda oralmente en la pizarra la solución que han entregado. Si la exposición no resulta satisfactoria el entregable no se considera válido.

Las prácticas de laboratorio se desarrollan en 6 sesiones de 2 horas cada quince días. Los alumnos trabajan por parejas que en principio eligen ellos. La primera sesión de prácticas se dedica a la introducción del manejo básico de Matlab. Las otras cinco sesiones están asociadas a cada uno de los cinco temas de Cálculo Numérico de la asignatura [6]. En cada práctica se incluye un ejercicio de aplicación relacionado con su titulación para aumentar la motivación del alumno hacia el tema estudiado. En algunos casos esos ejercicios se proponen de forma coordinada con el profesor de Ingeniería de la reacción química.

En la parte de las prácticas de laboratorio se han hecho 5 entregables por parejas y el trabajo se ha llevado a cabo en el propio laboratorio.

Titulación: I.T.I., esp. Sistemas Electrónicos

Electrónica Analógica.

Electrónica Analógica es una asignatura troncal del 1^{er} cuatrimestre de 2^o curso, que tiene asignados 7,5 créditos, de los cuales 4,5 son teóricos y 3 de laboratorio. El número de estudiantes matriculados este curso ha sido 99, divididos en 2 grupos de aula y 5 de laboratorio.

Electrónica Analógica es la continuación de la asignatura troncal de primer curso “Electrónica Básica”. Este hecho contribuye a que el nivel de conocimiento de partida de los alumnos en electrónica sea similar, lo que facilita el desarrollo de la asignatura.

En las sesiones de laboratorio se han dividido a los alumnos en grupos de dos o tres personas. Para la realización de las prácticas, los alumnos tienen que traer

resueltas una serie de cuestiones teóricas relacionadas con la práctica, con esto se pretende que estudien la materia con anterioridad, para poder comprender y contrastar los resultados prácticos obtenidos en el laboratorio, de esta forma se estimula también el estudio diario. De forma aleatoria, al inicio de la sesión de laboratorio, se comprueba que estas cuestiones están resueltas y se pregunta a los alumnos sobre ellas.

En las sesiones de teoría de esta asignatura se ha aplicado una innovación docente, se ha realizado un trabajo en grupo con los problemas, para ello se ha dividido a los alumnos en grupos de cuatro. Para cada tema explicado se ha facilitado a los alumnos una colección de problemas, todos ellos disponen de la colección completa, Al final de cada tema se han asignado unos problemas de dicha colección a cada grupo. Durante la clase los alumnos se han reunido por grupos y han resuelto los problemas que tienen asignados. Si no han tenido tiempo en clase se reúnen por su cuenta para terminar el trabajo. A lo largo de las siguientes sesiones los estudiantes exponen en la pizarra, ante sus compañeros, el resultado de sus trabajos, el resto puede plantear dudas u ofrecer alternativas de resolución, esto contribuye a mejorar su expresión oral y sus técnicas de exposición en público.

Si algún grupo falla ese problema no se realiza, el profesor no supe la falta de trabajo de algún grupo, lo que crea en los alumnos un sentimiento de responsabilidad y compromiso con sus compañeros, mayor generalmente del que llegan a adquirir con el profesor.

Matemáticas III.

Matemáticas III es una asignatura troncal que se imparte en el primer cuatrimestre del 2º curso de I. T. Telecomunicación, especialidad en Sistemas Electrónicos. La carga total es de 6 créditos de los cuales 3 son de Teoría, 1,5 de Prácticas de aula (clases de problemas) y 1,5 de Prácticas de Laboratorio.

Durante el presente curso 2005-2006 ha habido 130 alumnos matriculados, divididos en dos grupos de teoría y problemas de aula (73 en el grupo A y 57 en el grupo B) y 5 grupos de laboratorio.

En los últimos cursos académicos el número de alumnos que acceden a esta titulación ha disminuido considerablemente, pasando de un límite de admisión de 140 alumnos hace tres cursos a la eliminación de dicho límite para el curso próximo (2.006-2.007). En consecuencia, la presencia de alumnos matriculados por primera vez en la asignatura está descendiendo y, consecuentemente, contamos con gran porcentaje de alumnos repetidores (48% en esta asignatura). Adicionalmente, la distribución de estos alumnos no es homogénea entre los dos grupos tendiendo a existir una mayor presencia de alumnos repetidores en el grupo B: 36% de los alumnos del grupo A son repetidores y en el grupo B los alumnos repetidores suponen un 63%.

Una dificultad importante para el desarrollo de la experiencia ha sido el escaso nivel de asistencia de los alumnos. El control de asistencia diario realizado en el grupo B refleja datos realmente desoladores: sólo el 19% de los alumnos asistieron a más del 75% de las clases, el 33% a más del 50% de las clases y el 39% de los alumnos no asistió nunca a clase. Posiblemente en el grupo A el nivel de asistencia ha podido ser ligera pero no significativamente superior.

Una innovación en la metodología docente ha consistido en la formación de grupos de trabajo para la preparación, fuera del aula, de los problemas propuestos y la exposición en clase por parte de los alumnos de la resolución de dichos problemas.

Cada grupo de problemas estaba constituido por tres alumnos y, para cada tema, se asignaban tres problemas a cada uno de los problemas, elegidos entre una lista más amplia. Cada grupo era responsable de la realización de los 3 problemas y se escogía aleatoriamente grupo y alumno para la exposición pública y defensa del problema realizado. En la medida de lo posible se ha procurado contar con la suficiente variedad de problemas para que las asignaciones a cada grupo fueran lo más equilibradas posibles.

La participación en los grupos de problemas no incidía directamente en la calificación final del alumno, aunque se comentó su valoración positiva para todos los miembros del grupo si la exposición de la resolución del(los) problema(s) resultaba aceptable (no sólo en contenido sino también en formas).

Quizás uno de los factores que han influido muy negativamente en el éxito de la experiencia haya sido, precisamente, que no se contemplaba su incidencia directa en la evaluación del alumno.

Las prácticas de laboratorio se desarrollan en 6 sesiones de 2 horas cada quince días. Los alumnos trabajan por parejas. La calificación es la misma para los dos componentes del grupo y su peso en la nota final es del 25%. La innovación docente en esta parte consiste en la evaluación continua de las prácticas. Se reserva la última media hora de cada práctica para evaluar la práctica anterior. La última práctica se evalúa en media hora del examen de problemas.

Los alumnos disponen de todos los apuntes de la asignatura que han sido elaborados por los profesores, así como de los enunciados de problemas, asignación de problemas para cada grupo, propuestas de prácticas y programas de Matlab asociados a las prácticas. Además se realizó una lista de correo para enviar el material a aquellos alumnos que lo solicitaran por correo electrónico.

Para la formación de los grupos de problemas se ha indicado alguna pauta orientativa: grado de coincidencia en cuanto a la intencionalidad de asistencia, dedicación a la asignatura y disponibilidad horaria a lo largo de la semana. Para ayudar al rendimiento del grupo se instó también a una adecuada distribución interna de tareas mediante la asignación de roles.

Para cada grupo de problemas se ha elaborado una ficha de seguimiento donde se anotaban sus integrantes y sus participaciones en el aula. El número de grupos constituido ha sido de 20 (12 en el grupo A y 8 en el grupo B) y este escaso número está en relación con el nivel de asistencia ya comentado.

Para la formación de los grupos de prácticas se ha dejado libertad. Los profesores sólo intervienen cuando los alumnos por sí mismos no encuentran compañero.

Aunque la intención inicial era la permanencia temporal para todo el semestre de cada grupo de problemas, inevitablemente hubo que ir adaptándose en cada momento a las “bajas” y “altas” que iban surgiendo en cada grupo, lo cual obligaba a reestructuras en alguno de ellos.

Inicialmente la actividad contó con un grado de aceptación suficiente entre los alumnos que asistían con regularidad, posiblemente por la novedad de la estrategia y porque les permitía mantener una continuidad en el seguimiento de la asignatura. Sin embargo, el trabajo que suponía reunirse más o menos todas las semanas, con las dificultades de compatibilidad de horarios, y, especialmente, el no ver recompensado el trabajo directamente en la calificación final, ha sido causa de desgaste y desánimo. Intentar mantener la actividad de los grupos a la vuelta de las vacaciones navideñas, con la cercanía del periodo de exámenes ha supuesto un auténtico malabarismo, medianamente logrado a base de disminución de tareas: dos

problemas en vez de tres, apartados de problemas en lugar de problemas completos, realización del trabajo en horas de clase, etc.

El software elegido para el desarrollo de las prácticas es Matlab. La primera sesión de prácticas se dedica a la introducción del manejo básico de Matlab. Las otras cinco sesiones están asociadas a cada uno de los cinco temas de Cálculo Numérico de la asignatura [6].

Una vez que un tema se ha trabajado en clase de teoría y problemas se hace la correspondiente práctica de laboratorio. Como ya hemos indicado los alumnos disponen del enunciado de la práctica y de los programas de Matlab con los métodos del tema. Cada pareja debe resolver los ejercicios propuestos utilizando dichos programas, interpretar los resultados numéricos obtenidos y contestar una serie de cuestiones. Durante la última media hora se evalúa la práctica anterior.

III. Resultados

Todas estas experiencias se han realizado en distintas asignaturas de cinco titulaciones de Ingeniería Técnica diferentes, por lo cual cada una ha tenido sus resultados particulares, pero analizando las distintas metodologías empleadas se pueden encontrar algunos resultados comunes.

La evaluación global de las experiencias se ha realizado siguiendo el método propuesto en [4], a partir de las observaciones recogidas por los profesores, encuestas de opinión realizadas a los estudiantes y los resultados académicos. Analizamos a continuación cada uno de estos puntos:

Las encuestas de opinión se han realizado a los alumnos en las asignaturas a mitad o al final del cuatrimestre, en estas encuestas se realizaban preguntas cerradas sobre el grado de seguimiento y tiempo dedicado a la asignatura, la influencia de la nueva metodología en su aprendizaje, su implicación en el trabajo,..., con cuatro posibles opciones, y contenían también preguntas abiertas para que comentaran los aspectos que consideran positivos y negativos de las actividades realizadas y las metodologías aplicadas. Tras un análisis de los resultados pudimos obtener las siguientes observaciones:

Se puede afirmar que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que los métodos de aprendizaje activo empleados les ayudan a entender y llevar al día las asignaturas.

El trabajo en grupo en general está bien valorado porque se resuelven dudas unos a otros y se ayudan en la comprensión de los ejercicios. Al trabajar en grupo y disponer de tiempo en clase para ello, los alumnos se han acostumbrado a preguntar dudas, lo que se ha notado en las horas de exposición teórica, ya que han preguntado más que en cursos anteriores, además han participado más al solicitar su opinión sobre algún punto o al hacer preguntas cortas en clase. Sin embargo señalan como puntos negativos que no todos se implican por igual, que trabajan de forma individual y luego se juntan y en algunos casos tienen incompatibilidad de horarios.

La exposición oral de los ejercicios (en la pizarra en muchos casos) por parte de los alumnos tiene como positivo que es un proceso más interactivo y les obliga a esforzarse más. De todas formas la expresión oral de los alumnos aún tiene que mejorar porque se suelen quejar de que la comprensión de la explicación de un compañero no es tan buena como la que hace el profesor. También señalan que en

algunas ocasiones se quedan con dudas, ya que si no entienden algo no preguntan al compañero que está en la pizarra.

Respecto a las valoraciones de los profesores, obtuvimos las siguientes conclusiones:

Aunque el esfuerzo que debe realizar el profesor para implementar metodologías activas y evaluación continua es elevado, pensamos que éste se compensa al observar que fomenta el aprendizaje autónomo del alumno, su participación en clase, mejora la relación entre el par profesor-alumno, aumenta el rendimiento de los estudiantes y permite, en general, que se alcancen los objetivos y competencias planteados. También es grato para el profesor el reconocimiento por parte de la mayoría de los estudiantes de las ventajas que para ellos representan este tipo de metodologías.

Destacaríamos también desde el punto de vista del profesor, la gran información que aporta este tipo de actividades sobre el grupo. Al realizar parte del trabajo de grupo en horas de clase, podemos pasar por las mesas y ver sus dudas, sus razonamientos, comprobar si varios grupos fallan en lo mismo, lo que nos proporciona una información real de los puntos que entienden mejor y peor, lo que no ha quedado claro, en que temas hay que hacer hincapié o repetir, información toda ella que no es fácil obtener de otra manera.

Los profesores han observado un mayor aprovechamiento de las horas de Laboratorio, el llevar la asignatura al día favorece la realización de las prácticas, ya que supone un mejor aprovechamiento del tiempo y mayor comprensión de los resultados obtenidos.

Respecto a los exámenes tradicionales, se ha observado una mejoría en la calidad y en la expresión escrita.

El último punto en el que nos hemos fijado para valorar las experiencias realizadas ha sido los resultados académicos. En todas las asignaturas que se están analizando los resultados han mejorado respecto al curso anterior, tanto en el rendimiento (porcentaje de aprobados sobre alumnos matriculados), como en el éxito (porcentaje de aprobados sobre presentados a examen). Evidentemente esta valoración puede parecer simplista, ya que obvia otros factores que pueden influir en el resultado como el orden de los exámenes, pero en cualquier caso, el hecho de que en todas las asignaturas se observe esta mejoría demuestra la influencia de la aplicación de las nuevas metodologías docentes en los resultados académicos.

Como resumen de las conclusiones obtenidas en cada una de las metodologías aplicadas citamos sus principales aspectos positivos y negativos:

Trabajo cooperativo

Positivo En cuanto a los aspectos positivos en relación con esta cuestión la mayoría de los encuestados coinciden en decir que el intercambio de conocimientos entre los distintos componentes del grupo facilita las cosas, ya que entre varios es más fácil llegar a una solución. También un número importante de alumnos coinciden en afirmar que el trabajo en grupo les obliga a llevar al día la asignatura.

Negativo En cuanto a los aspectos negativos, las quejas más comunes son que lleva mucho tiempo y que tienen dificultades para reunirse.

Evaluación continuada

Positivo La mayoría de los alumnos consideran como el aspecto más positivo que obliga a llevar la asignatura al día. Un número significativo consideran positivo valorar el trabajo realizado a lo largo del curso y no solo el resultado del examen.

Negativo En cuanto a los aspectos negativos los alumnos señalan que es difícil para el profesor conocer la totalidad del trabajo realizado y por tanto valorarlo adecuadamente.

Presentación oral

Positivo La mayoría de los encuestados indican que esta forma de trabajar ayuda a perder el miedo a hablar en público y a mejorar la capacidad de expresión oral. Un número reducido opinan también que el hecho de tener que explicar a los compañeros cómo resolver los problemas obliga a profundizar más.

Negativo En cuanto a los aspectos negativos no existe coincidencia. Mientras que algunos dicen que las explicaciones de los alumnos no son muy buenas y preferirían que el profesor explicara los problemas, otros señalan que las cosas se entienden mejor cuando las explica un compañero. Existe también cierta vergüenza que hace que la exposición oral no sea una técnica muy apreciada por los estudiantes.

Como conclusión final debemos decir que con experiencias como ésta podemos mejorar todos, profesores y alumnos, en el trabajo en grupo y encontrar muchos más aspectos positivos que negativos que nos ayuden en nuestro trabajo diario como docentes y discentes.

IV. Bibliografía.

- [1] Bará, J., Valero, M. (2004) "Técnicas de aprendizaje cooperativo". Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- [2] Felder, R.M., and Brent, R. "Effective Strategies for Cooperative Learning." *J. Cooperation & Collaboration in College Teaching*, 10(2), 69-75 (2001).
- [3] GREIDI, "Profundización en la aplicación de experiencias de aprendizaje activo en el ámbito de la ingeniería", Proyecto UV31/04, Agencia para la Calidad del Sistema Universitario en Castilla y León.
- [4] Martínez, A., Dimitriadis, Y., Gómez, E., Rubia, B., & de la Fuente, P. (2003). Combining qualitative evaluation and social network analysis for the study of classroom social interactions. *Computers and Education*, 41(4), 353-368.
- [5] Rodón Casanova, A. "El aprendizaje basado en problemas", Talleres de técnica docente para el profesorado universitario. Valladolid, Universidad de Valladolid.
- [6] A. M. Portillo de la Fuente; A. De Uña Martín, "Prácticas de Cálculo Numérico con Matlab para Ingeniería Técnica. Ejercicios y aplicaciones, Universidad de Valladolid, 2005.
- [7] European Ministers of Education. The European Higher Education Area Bologna Declaration, Bologna. 1999
- [8] Grupo GREIDI, Proyecto de creación de un grupo de trabajo en nuevas metodologías docentes en asignaturas de ingeniería en el ámbito de la convergencia europea. Memoria Final. Valladolid: Universidad de Valladolid. Julio 2005.
- [9] Grupo GREIDI, GREIDI: Grupo de Estudio sobre Innovación Docente en Ingeniería. Reflexiones iniciales. I Jornadas sobre la Ingeniería Informática en el Espacio Europeo de Educación Superior. 6-7 octubre de 2005, Salamanca