



ESCUELA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

---

---

## TÍTULO

Ensayo de una metodología activa, alternativa a la utilizada actualmente, para mejorar la eficiencia en el aprendizaje de un curso básico de electricidad y magnetismo para estudiantes de Ingeniería técnica.

---

---

## DATOS DEL PROYECTO

### **Convocatoria de ayudas:**

Ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al Espacio Europeo de Educación Superior 2005-2006. (Orden ECI/924/2005, de 21 de marzo del MEC)

### **Titulación:**

ITI Electrónica industrial.

### **Tipo:**

NIVEL C

### **Coordinadores:**

Antonio Usón Sardaña  
Jesús Letosa Fleta

### **Autor del informe:**

Jesús Letosa Fleta

### **Revisores:**

Joaquín Mur Amada  
Sergio Artal Sevil  
Miguel Samplón Chalmeta  
Antonio Usón Sardaña



## **1. Introducción**

El experimento de innovación docente que se describe aquí se enmarca en el programa de ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la universidad de Zaragoza al espacio europeo de educación superior, desarrollados durante el curso 2005-2006 (Orden ECI/924/2005, de 21 de marzo del MEC en la que se conceden ayudas para la financiación de propuestas orientadas a adaptar las instituciones universitarias al marco de Bolonia).

Consiste en comparar los resultados académicos obtenidos, al utilizar distintos procedimientos de enseñanza-aprendizaje, para impartir la misma materia. Para ello se parte de una asignatura de primer curso con tres grupos de docencia. Uno de ellos se toma como referencia y en él se sigue el procedimiento de años anteriores (enseñanza de la teoría y problemas basada fundamentalmente en clases magistrales). En un segundo grupo se cambia el procedimiento de enseñanza de problemas por otro activo y cooperativo (procedimiento del puzzle). Por último, en el tercer grupo se cambia tanto el procedimiento de enseñanza de la teoría como el de los problemas a otro del tipo activo cooperativo.

En los resultados obtenidos, en cuanto a número de aprobados y absentismo a clase, no se han observado diferencias significativas entre los grupos. Se ha observado una mayor reticencia al cambio de procedimiento en los alumnos de segunda matrícula y posteriores. En consecuencia, en este experimento no se observa una mejora significativa que asociada al nuevo procedimiento ensayado. Se requieren más pruebas para establecer las posibles ventajas de este tipo de docencia en el contexto que nos ocupa.

## **2. Descripción del experimento de innovación en el aula realizado**

### **2.1. Contexto**

El experimento en el aula se ha realizado para una asignatura de primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Electrónica Industrial, denominada “Electricidad y Electrometría”. Dentro del actual Plan de Estudios es una asignatura anual obligatoria con 13,5 créditos, que esencialmente es un curso básico de electricidad y magnetismo para estudiantes de ingeniería. El experimento se ha limitado en el tiempo al segundo parcial de la asignatura, lo que equivale a un cuatrimestre (15 semanas). En el tiempo previsto para la actividad hay programadas 60 horas de clase y tres sesiones de prácticas de laboratorio de dos horas cada una.

En el curso 2005-2006 hubo tres grupos de docencia en los que se impartió la asignatura con un profesor asignado a cada uno de ellos, dos de mañana y uno de tarde. Con el fin de comparar el procedimiento tradicional y el nuevo se ha realizado la siguiente división de grupos: Uno de los grupos de la mañana (G 72) sigue con el procedimiento de años anteriores (clases magistrales). En el grupo de la tarde (G 73) se cambió únicamente el procedimiento de enseñanza-aprendizaje de los problemas y por último en el otro grupo de la mañana (G 71) se cambió el procedimiento tanto para los problemas como para la teoría.

Es conveniente indicar, como una cuestión previa, que dado que el procedimiento descrito aquí se propuso a los estudiantes del segundo parcial de una asignatura anual se ha dirigido a un grupo seleccionado de éstos ya que una parte

importante de la matrícula había abandonado la asignatura para esas fechas. Para contextualizar este aspecto véanse los datos presentados en la tabla 1.

Grupo	Nº matriculados	Nº alumnos en clase 1 <sup>eras</sup> semanas	Nº alumnos en clase principio 2º parcial	Nº al. en clase fin 2º parcial
G 71 (Teor. y pb. N.P.)	105	81	55	32
G 72 (Referencia)	90	62	51	45
G 73 (Cambio en pb.)	73	55	34	23
Total	268	198	140	100

**Tabla 1: Asistencia a clase en los tres grupos. En el G71 se ha utilizado un nuevo procedimiento para la enseñanza-aprendizaje tanto de la teoría como de los problemas**

Otro dato que puede dar luz sobre los números presentados en la tabla anterior es el número de alumnos que se matriculan por primera vez en la asignatura 143 (53,3 %) frente a los 125 (46,7 %) que repiten la asignatura.

## **2.2. Definición**

En los años anteriores y también en el primer parcial de éste se ha utilizado un procedimiento de enseñanza-aprendizaje basado en la clase magistral en el que las horas de clase se emplean en exposiciones magistrales de la teoría y en exposiciones magistrales de problemas en las que se administran pequeñas fracciones del tiempo de clase para que el estudiante piense algunos puntos concretos del problema y responda a preguntas del profesor. El procedimiento está apoyado por abundantes recursos multimedia y explicaciones interactivas incluidas en el Anillo Digital Docente de nuestra Universidad. También se ofertan a los estudiantes talleres para la realización de problemas y se hacen demostraciones en clase de las partes más significativas de la teoría.

En el experimento actual se propone realizar en los grupos de prueba un cambio importante en el procedimiento de enseñanza/aprendizaje, manteniéndolo inalterado en el grupo de referencia.

En los tres grupos **se mantienen los mismos objetivos de aprendizaje de conocimientos**, que se evaluarán en un examen común, aunque a los estudiantes que se acogen al nuevo procedimiento se les ofrece un “menú” especial de evaluación en el que se tiene en cuenta los resultados de sus actividades en clase.

El **cambio** consiste en introducir **metodologías activas**, solamente para el aprendizaje de problemas en G73 y también para la teoría en G71. Las metodologías utilizadas son el aprendizaje tipo puzzle<sup>1</sup>, tanto para la teoría como para los problemas, combinadas con frecuentes pruebas de evaluación de los contenidos y el trabajo, realizadas en grupo e individualmente. Tras las dificultades detectadas en la implantación de dicho procedimiento al desarrollo de la teoría, en el primer tema del 2º parcial (quejas de los alumnos en cuanto a pérdidas excesivas de tiempo en clase, sobrecarga de trabajo en casa, inseguridad sobre los apuntes de la teoría generados, etc.), se cambió a una forma más convencional en la que se mantenían algunas sesiones

---

<sup>1</sup> El aprendizaje tipo puzzle consiste en fraccionar la teoría o problema que se quiere resolver en varias partes, encargando una a cada uno de los miembros de un grupo de trabajo. Una vez que cada miembro del grupo ha resuelto su parte hay una fase de discusión con otros compañeros que han trabajado en el mismo asunto (sesiones de expertos). Por último, en una reunión del grupo de trabajo se explican mutuamente cada una de las partes preparadas, de forma que todos acaban conociendo en conjunto.

de exposición magistral de la teoría que previamente debían estudiar en los apuntes preparados al efecto.

### **2.3. Puesta en marcha**

El experimento se inició con una proposición del nuevo procedimiento a los alumnos, que ya conocían a los profesores del primer parcial.

En la propuesta se les explicaba someramente en que consistían los cambios metodológicos y su motivación y se les ofrecía la posibilidad de inscribirse voluntariamente en el que considerasen más conveniente. En la práctica los alumnos estaban muy limitados en la elección ya que al empezar en el segundo parcial tenían ya configurados los horarios de prácticas de las demás asignaturas de acuerdo al horario lectivo de su grupo. De todos modos, diez alumnos del G71 (máxima innovación) solicitaron cambio al G 72 (tradicional) y ninguno al revés. Esto indica una cierta reticencia al cambio. No obstante, durante el desarrollo de los nuevos procedimientos estas reticencias fueron disminuyendo.

### **2.4. Método de evaluación propuesto**

Se les ofreció componer su nota del siguiente modo:

20 % mediante test individuales sobre la teoría, al final de cada lección. Esta posibilidad se extendió también a los alumnos del grupo de referencia ya que era utilizada desde principio de curso en todos los grupos.

20 % asociado a las actividades de aprendizaje cooperativo de problemas, realizadas en los grupos 71 y 73 únicamente.

20 % asociado a las actividades de aprendizaje cooperativo, realizadas únicamente en el grupo 71.

Los estudiantes podían elegir libremente el grupo y cada uno de los bloques de evaluación en función de las notas obtenidas.

El resto de la nota hasta completar el 100 % está asociado a un **examen común a todos los grupos**.

De esta forma, un estudiante que se inscribió en el grupo 71 y ha seguido todas las actividades propuestas en clase fía un 40 % de su nota al examen común. El resto de la nota la obtiene a partir de las calificaciones de diversas pruebas, propuestas durante el desarrollo de las clases (en total se **tienen 16 notas parciales de cada estudiante**). Como puede observarse este procedimiento de evaluación es prácticamente una evaluación continua.

### **2.5. Procedimiento de enseñanza aprendizaje**

En cuanto al procedimiento a seguir se les explicaron los principios básicos de las nuevas actividades a realizar en clase que, en esencia, puede resumirse así:

- En primer lugar se dividen los estudiantes en grupos de trabajo de tres personas y la materia de clase en varias unidades didácticas. En este caso se han hecho tres unidades (véase anexo).
- En la primera sesión de clase, de cada unidad, se reparten las tareas teórico-prácticas que debe hacer cada miembro del grupo (qué parte de la teoría debe estudiar y qué problemas básicos debe resolver para asegurarse de que entiende bien la teoría encomendada y los problemas comunes a realizar).

- Se explica en clases magistrales lo esencial de cada tema (en la primera unidad se utilizaron muchas menos horas que las utilizadas en el primer parcial. En las siguientes el número de horas de clases magistrales de teoría fue un poco inferior a las utilizadas en años anteriores).
- **En la primera unidad se hicieron varias actividades**, relacionadas con el **aprendizaje de la teoría**, que **fueron eliminadas en las dos unidades siguientes por las críticas recibidas por parte de los estudiantes y por las observaciones en el aula**. Los detalles se explican en el anexo, aquí simplemente se enumeran estas actividades
  - Una sesión, en clase, de “reunión de expertos” para discutir, en grupos de tres estudiantes con el mismo bloque encargado, la teoría preparada y la solución a los problemas.
  - Una sesión de clase para formar “tribunales” de cinco estudiantes que clasificarán los trabajos sobre la teoría realizados por los otros compañeros. Durante la sesión responderán a una encuesta sobre la calidad de los documentos clasificados.
  - En la siguiente sesión de clase, cada estudiante explicará a sus compañeros de equipo la parte de la teoría que le corresponda a cada uno.
- Sesión de clase en la que se proponen una serie de problemas para resolver mediante aprendizaje cooperativo que no se evaluarán (se realizarán las sesiones de este tipo que se consideren necesarias).
- Una sesión de aprendizaje cooperativo de problemas, evaluada, dedicada a realizar problemas con aprendizaje cooperativo. En ella los estudiantes, en grupos de tres deberán resolver tres problemas. Al final deben dar la solución a un cuestionario sobre los problemas. En la última media hora cada alumno, individualmente, deberá resolver uno de los tres problemas, elegido al azar por escrito.

### 3. Cronogramas

A continuación se muestran los cronogramas de los tres bloques de estudio en los que se ha dividido la materia.

En estos cronogramas se detallan las actividades a realizar en clase y fuera de ella para el aprendizaje de la materia y las horas de trabajo estimadas para que un estudiante medio pueda realizarlas. Más detalles sobre la ejecución de las actividades en clase pueden verse en el anexo.

### Cronograma Tema 5

Semana	Sesión	Actividades en clase	Horas de trabajo del estudiante (fuera de clase)
1	Lunes 6/2/06	Explicación de las razones del cambio (1/2 h) Explicación del procedimiento (1/2 h). Constitución de los grupos (1/2 h). Reparto de tareas para el estudio la teoría (1/2 h)	
	Miércoles 8/2/06	<b>Clases expositivas de la teoría</b> (2 h)	Preparación de la parte de la teoría asignada (preparar lista de dudas) 8 h
2	13/2/06	<b>Clases expositivas de la teoría</b> (2 h)	Preparación de los problemas relacionados con teoría 4 h
	Miércoles 16/2/06	<b>Reunión de expertos</b> para discutir la teoría (2 h) Aquí cada <b>estudiante</b> debe <b>traer a clase su versión</b> en borrador de la parte de la <b>teoría</b> que se le ha <b>encargado</b> para discutir con sus compañeros. <b>Dará al profesor una copia</b> de las dudas en la preparación.	Pasar a limpio el trabajo sobre la teoría 3 h
3	Lunes 20/2/06	<b>Reunión de selección de los trabajos de teoría</b> (2 h) <b>Aquí</b> cada estudiante debe traer a clase su <b>versión definitiva</b> de la parte de la teoría que se le ha encargado y <b>dos copias para sus compañeros de grupo</b> . Las versiones definitivas se recogerán por el profesor para su calificación y se devolverán en la próxima sesión de clase ( <b>Calificación individual sobre la teoría</b> )	Estudiar la teoría entregada por los compañeros de grupo para su posterior discusión en clase (Preparar lista de dudas) 4 h
	Miércoles 22/2/06	<b>Reunión de grupos para resolver dudas sobre la teoría estudiada</b> (2 h) Cada estudiante <b>dará al profesor una copia</b> de su lista de dudas sobre la teoría estudiada Al final de esta sesión el grupo resolverá un test sobre la teoría ( <b>Calificación grupal de la teoría</b> )	Resolver en limpio cuatro problemas de la lección, que encargará el profesor 4 h (Estos problemas se entregarán voluntariamente al profesor durante la última sesión de la lección)
4	Lunes 27/2/06	2 h Aprendizaje cooperativo de problemas ( <b>no evaluado</b> )	<b><u>Total de horas de trabajo del estudiante en esta lección</u></b>
	Miércoles 1/3/06	2 h Aprendizaje cooperativo de problemas ( <b>no evaluado</b> )	
5	s 8/3/06	2 h Aprendizaje cooperativo de problemas ( <b>no evaluado</b> )	Horas de clase: 20 h Horas de estudio y preparación de materiales fuera de clase 23 h
	Lunes 13/3/06	2 h Aprendizaje cooperativo de problemas ( <b>evaluado</b> ) <b>Calificación grupal de problemas</b> <b>Calificación individual de problemas</b>	Total: 43 h

### Cronograma Temas 6 y 7

Semana	Sesión	Actividades en clase	Horas de trabajo del estudiante (fuera de clase)
1	Lunes 13/03/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Introducción al magnetismo - Ley de Biot y Savart	
	Miércoles 15/03/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas de cálculo de campo B utilizando la ley de Biot y Savart</b> (2 h)	Estudio del material visto en la clase anterior 1 h Lectura del material teórico para la clase siguiente 1 h
2	Lunes 20/03/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - La ley de Ampere	Revisión de los problemas hechos en la clase anterior 1 h
	Miércoles 22/03/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas de cálculo de campo B utilizando la ley de Ampere</b> (2 h)	Estudio del material visto en la clase anterior 1 h Lectura del material teórico para la clase siguiente 1 h
3	Lunes 27/03/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Fuerzas y pares de fuerzas	Revisión de los problemas hechos en la clase anterior 1 h
	Miércoles 29/03/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas de fuerzas y pares</b> (2 h)	Estudio del material visto en la clase anterior 1 h Lectura del material teórico para la clase siguiente 1 h
4	Lunes 3/04/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Efecto Hall	Revisión de los problemas hechos en la clase anterior 1 h
	Miércoles 5/04/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas de Efecto Hall</b> (2 h)	Estudio del material visto en la clase anterior 1 h Revisión de los problemas hechos en la clase 1 h
Vacaciones de Semana Santa			
5	Miércoles 19/04/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Flujo de <b>B</b> a través de superficies cerradas - Origen del magnetismo en la materia - Ley de Ampere para medios materiales	Lectura del material teórico previamente a la clase 1 h
	Martes 25/04/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Materiales no magnéticos - Materiales ferromagnéticos - Magnetismo terrestre	Estudio del material visto en la clase anterior 1 h Lectura del material teórico para la clase siguiente 1 h
6	Jueves 27/04/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas de ley de Ampere con materiales y de materiales no lineales y con histéresis</b> (2 h) - Test al grupo sobre la teoría - Entrega de los trabajos encargados sobre el tema	Revisión de los problemas vistos en esta clase 1 h  (sigue detrás)



	<p>Miércoles 3/05//06</p>	<p><b>Sesión evaluada de aprendizaje cooperativo (2 h)</b></p>	<p>Distribuido en las semanas correspondientes cada estudiante realizará los trabajos encargados</p> <table> <tr> <td>Trabajos encargados</td> <td>11 h</td> </tr> <tr> <td>Estudio con mayor intensidad del bloque encargado</td> <td>3 h</td> </tr> <tr> <td>Pasar apuntes del bloque encargado (opcional y no evaluable)</td> <td>5 h</td> </tr> <tr> <td>Hacer 4 probl. encargados por el prof. (opcional y no evaluable)</td> <td>5 h</td> </tr> </table> <p><b><u>Total de horas de trabajo del estudiante en esta lección</u></b></p> <table> <tr> <td>Horas de clase:</td> <td>24 h</td> </tr> <tr> <td>Horas de prácticas</td> <td>4 h</td> </tr> <tr> <td>Horas de preparación de prácticas</td> <td>2 h</td> </tr> <tr> <td>Horas de estudio fuera de clase</td> <td>15 h</td> </tr> <tr> <td>Horas de preparación, en limpio, de materiales</td> <td>11 h</td> </tr> <tr> <td>Horas de trabajo opcional</td> <td>10 h</td> </tr> <tr> <td><b>Total:</b></td> <td><b>66 h</b></td> </tr> </table>	Trabajos encargados	11 h	Estudio con mayor intensidad del bloque encargado	3 h	Pasar apuntes del bloque encargado (opcional y no evaluable)	5 h	Hacer 4 probl. encargados por el prof. (opcional y no evaluable)	5 h	Horas de clase:	24 h	Horas de prácticas	4 h	Horas de preparación de prácticas	2 h	Horas de estudio fuera de clase	15 h	Horas de preparación, en limpio, de materiales	11 h	Horas de trabajo opcional	10 h	<b>Total:</b>	<b>66 h</b>
Trabajos encargados	11 h																								
Estudio con mayor intensidad del bloque encargado	3 h																								
Pasar apuntes del bloque encargado (opcional y no evaluable)	5 h																								
Hacer 4 probl. encargados por el prof. (opcional y no evaluable)	5 h																								
Horas de clase:	24 h																								
Horas de prácticas	4 h																								
Horas de preparación de prácticas	2 h																								
Horas de estudio fuera de clase	15 h																								
Horas de preparación, en limpio, de materiales	11 h																								
Horas de trabajo opcional	10 h																								
<b>Total:</b>	<b>66 h</b>																								

### Cronograma Tema 8

Semana	Sesión	Actividades en clase	Horas de trabajo del estudiante (fuera de clase)
1	Lunes 8/05/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Los experimentos de Faraday con demostraciones prácticas - Ley de Faraday y Lenz - Fuerza electromotriz inducida en un circuito móvil.	Lectura previa del material teórico de esta clase 1 h
	Miércoles 10/05/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Autoinducción e inducción mutua, ejemplos.	Estudio del material visto en la clase anterior Lectura previa del material teórico para esta clase 1 h 1 h
2	Lunes 15/05/06	<b>Explicación teórica</b> (2 h) - Energía magnética - Corrientes de Foucault, de Hedí o parásitas <b>- Test individual sobre teoría T 6 y 7</b>	Estudio del material visto en la clase anterior Lectura previa del material teórico para esta clase 1 h 1 h
	Miércoles 17/05/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas</b> (2 h) Los problemas previstos son: T8, 5, 6 y 9	Estudio del material visto en la clase anterior Preparación del test de teoría 1 h 2 h
3	Lunes 22/05/06	<b>Aprendizaje cooperativo de problemas</b> (2 h) Los problemas previstos son: T8, 12, 14 y 16 <b>- Test de teoría al grupo</b>	Revisión de los problemas hechos en la clase anterior 1 h
	Miércoles 24/05/06	<b>Sesión evaluada de aprendizaje cooperativo</b> (2 h) <b>Desarrollo de un problema, al azar de los encargados</b>	Revisión de los problemas hechos en la clase anterior 1 h
	* El lunes 22 de mayo por la tarde habrá dos sesiones, voluntarias, de discusión, entre los grupos, de los problemas encargados.		<b>Distribuido en las semanas correspondientes, cada estudiante realizará los trabajos encargados</b> Estudio con mayor intensidad del bloque encargado 2 h Hacer los 5 problemas. encargados 5 h Asistir a sesión de discusión de problemas 3 h <b><u>Total de horas de trabajo del estudiante en esta lección</u></b> Horas de clase: 12 h Horas de prácticas 2 h Horas de preparación de prácticas 1 h Sesión de discusión de problemas 3 h Horas de estudio fuera de clase 17 h <b>Total:</b> 35 h

## 4. Resultados

### 4.1. Valoración de la carga docente a los estudiantes

Para planificar las actividades relacionadas con la asignatura, en el experimento que nos ocupa, se ha tenido en cuenta su adecuación a las cargas previstas en los nuevos créditos ECTS. Los cálculos se han hecho del siguiente modo:

Partimos de una asignatura anual, que en el Plan de Estudios actual es anual de 13,5 créditos. Como el procedimiento se implanta únicamente en un cuatrimestre le corresponden **6,75 créditos actuales**. Para calcular la carga de trabajo que corresponde a los estudiantes, de acuerdo a los nuevos criterios de Bolonia, se realiza la siguiente conversión:

Usando los criterios habituales en los documentos de convergencia Europea, son **exigibles**, al estudiante, **1600 h de trabajo por año**. Revisando el **Plan** de estudios **actual** en el que se ubica la asignatura se deduce que el número de créditos promedio por año es de **83 créditos/año**. Utilizando este valor obtenemos que **cada crédito actual** debe suponer una **carga de trabajo al alumno** de  $1600/83 = 19,2$  horas. Por tanto, para superar los 6,75 créditos actuales que corresponden a este caso son exigibles  $6,75 \times 19,2 = 130$  horas de trabajo a los estudiantes según el nuevo sistema de cargas docentes. Si queremos convertir el fragmento de asignatura a **créditos del nuevo sistema** podemos hacer la conversión teniendo en cuenta que un curso en el nuevo sistema serán 60 créditos. Por tanto los créditos que le corresponden a la parte que nos ocupa son  $6,75 \times (60/83) \approx 5$  créditos.

**Notar** que hay un pequeño desfase entre las cargas docentes previstas en los cronogramas de las unidades que en total suman 144 h y la calculada aquí. Eso se debe a que por un error se planificaron para una asignatura de 7,5 créditos.

### 4.2. Valoración de la carga de trabajo del profesor

En la tabla 3 se muestra el tiempo de profesor dedicado a cada una de las actividades desarrolladas para la preparación y ejecución de las clases, así como para la evaluación de los estudiantes.

Del análisis de la tabla referida podemos obtener algunas conclusiones interesantes para la **planificación del encargo docente**, asociado con estos nuevos procedimientos.

En primer lugar, separamos el tiempo dedicado a la docencia en el G71, del dedicado al G73 y dividimos las horas dedicadas en horas de enseñanza (las horas de clases presenciales), horas de preparación y horas de evaluación, que es el procedimiento que se utiliza en el documento de **Planificación Estratégica de la Convergencia Europea de la Universidad de Zaragoza**. Los datos obtenidos se muestran en tabla 2

Llama especialmente la atención la diferencia entre el tiempo previsto en el documento de planificación para la evaluación y el realmente empleado. No parece lógico asignarle al tiempo de evaluación un porcentaje de las horas de clase dadas sin tener en cuenta el número de alumnos matriculados, que es un factor decisivo. Así, para la **corrección de las actividades de clase** se han empleado 42,5 horas dedicadas/60 alumnos inscritos en el nuevo procedimiento  $\equiv 0,7 \text{ h} = 42,5 \text{ minutos/alumno}$ . Para la

preparación y corrección de los **exámenes** de segundo parcial, junio y julio se han empleado **77 minutos/alumno**.

	Horas (realmente utilizadas)	% E (realmente utilizado)	% E (previsto en documento de planificación)
Horas de enseñanza E	60		
Preparación	224	373	150
Tutorías	9	15	75
Evaluación actividades en clase	42,5	71	15
Evaluación exámenes finales	77	128	
Total	412,5	587	240

Tabla 2: Encargo docente necesario para impartir por primera vez un grupo de teoría usando un nuevo procedimiento docente (no se han considerado las horas de los grupos de prácticas). Son datos obtenidos para un profesor con larga experiencia en la impartición de esa asignatura.

Los tiempos indicados en tablas 2 y 3 son **tiempos netos medidos**. A efectos de planificación habría que **incrementarlos en un 10 %** para tener en cuenta los tiempos habituales de descanso en una jornada laboral. También hay que tener en cuenta que han sido tomados para un profesor con 15 años de experiencia en la impartición de la asignatura, y que en consecuencia ya disponía de abundante material y de apuntes preparados para la docencia de la asignatura. Se entiende que **para profesores con menos de cinco años de experiencia** en la docencia de una asignatura habría que multiplicar por un **factor corrector k** el tiempo de preparación que puede llegar a valer **al menos k = 2** para profesores de **primer año en la asignatura**.

Por supuesto que si se encarga al mismo profesor la docencia de un segundo grupo se abaratan muy notablemente los costes. Así, para impartir en el G73, **30 horas de docencia de problemas**, utilizando el **nuevo procedimiento**, se emplearon otras **30 horas de preparación específica**, utilizando los materiales desarrollados para el G71. Es decir, pasamos de necesitar **5,8 horas** de trabajo de profesor, por hora presencial, en el primer grupo a **1 hora** en el segundo. También se **reducen mucho los tiempos de preparación al repetir** el mismo procedimiento **en años sucesivos**. Este estudio cuantitativo no se ha realizado aquí, pero comparando con el tiempo de profesor utilizado el año anterior para impartir la misma docencia por el procedimiento tradicional estimo que puede reducirse el tiempo de preparación hasta la mitad cuando se lleven varios años trabajando en el mismo procedimiento.

El tiempo dedicado en la preparación, ejecución y evaluación de la docencia correspondiente a la parte de la asignatura que nos ocupa (2º parcial) por el **método tradicional** fue **296 h** (horas tomadas del curso pasado). Vemos que la **diferencia** es de **172 h**. Una vez preparado el material y repetido el procedimiento en años sucesivos es de esperar que el tiempo de dedicación se haga comparable. Por tanto, para la implantación de un procedimiento como el descrito aquí, a largo plazo no debe ser un problema importante el incremento de coste de profesor, salvo en los primeros años de implantación.

A la hora de planificar el nuevo encargo docente derivado de la aplicación de estos nuevos procedimientos hay que tener en cuenta la variabilidad necesaria en los tiempos de dedicación a las distintas actividades en función de la naturaleza de la materia a impartir. Como ejemplo véase el tiempo de preparación de un ejercicio de examen. Así como en **algunas materias** es suficiente con **cinco minutos** de profesor

para **preparar un ejercicio de examen, en ésta** cuesta **entre 15 y 20 horas** la preparación del mismo.

	Previos	Tema 5	Temas 6 y 7	Tema 8	Res final	Total
Documentos de presentación	15,5					15,5
Preparación listas de grupos	6					6
Prep. de clases magistrales		11	20,5	12,5		44
Prep. de clases de problemas		13,5	6	9,5		29
Prep. de materiales de estudio		58	48,5	15		121,5
(G71) Corrección Trab. Teoría		9	7			16
(G71) Corrección Test Teoría		1,5	2,5	1		5
(G71) Pasar notas teoría		4	2,5			6,5
(G71) Corrección problemas		2	5	2		9
(G71) Pasar notas problemas		2,5	1	2,5		6
(G73) Corrección problemas		1	1,5	1		3,5
(G73) Pasar notas problemas		1,5	1	1		3,5
(G71) Clases presenciales		20	24	12		56
(G73) Clases presenciales		10	12	6		28
(G71) Encuestas		6,5	4			10,5
(G73) Encuestas				1,5		1,5
Talleres				6		6
Tutorías				3		3
Informe de resultados					15	0
Diario de clases		2,5	1,5	1,5		5,5
Subtotal	21,5	143	137	74,5	15	391
Exámenes comunes a los tres grupos	Preparar examen	Vigilar	Corrección-Pasar notas	Reunión notas	Revisión examen	
(G 71) Segundo parcial	10	4	6	3	3,5	26,5
(G 71) Junio	5,5	3	7	4,5	2	22
(G71) Julio	7	3	5,5	2	2	19,5
(G71) Septiembre (estimado)	3	1	3	1	1	9
(G71) Total (exámenes finales)	25,5	11	21,5	10,5	8,5	77
Total de horas dedicadas						<b>468</b>

**Tabla 3: Detalle de tiempos de profesor utilizados en las distintas actividades docentes llevadas a cabo.**

Por último, un comentario respecto al encargo docente. Utilizando criterios parecidos a los vistos para los estudiantes puede calcularse una carga máxima de trabajo anual para **el profesor de 1700 h/año**. Teniendo en cuenta que en los documentos de plantilla que maneja la Universidad de Zaragoza se prevé que un tercio de la jornada del profesor debe dedicarse a tareas de investigación, y que parece razonable reservar un 20 % adicional para las tareas de formación, gestión de la docencia y de la investigación, innovación docente etc, las **tareas relacionadas directamente con la docencia no debieran superar las 850 h/año de dedicación**. Una **dedicación actual** de profesor de Escuela Universitaria a tiempo completo es de **300 h de POD**. Esto implica que la dedicación por hora de POD adecuada es de  $850/300 = 2,8$  **h de dedicación/hora de POD**. Esta dedicación puede conseguirse por una combinación adecuada de repetición de grupos de teoría y grupos de prácticas, que en nuestro caso requieren muchas menos horas de dedicación.

En los **nuevos procedimientos** para el **cálculo de encargo docente** deberían tenerse en cuenta los **siguientes factores**: **Si son horas de teoría o de prácticas**. Los **años** que el **profesor repite la docencia** de la misma asignatura. Los **años** totales de **experiencia del profesor**. **Si se implanta** o no **un procedimiento** radicalmente **distinto** y el número de **años que se repite**.

**No parece conveniente encargar a profesores noveles la implantación de nuevos procedimientos** ya que el tener que dedicar un esfuerzo muy importante en preparar los contenidos, unido a la preparación de los nuevos materiales, puede desbordar su capacidad de trabajo

#### **4.3. Valoración de las opiniones de los estudiantes**

Después de tres semanas de trabajo en la **teoría** del primer bloque de estudio (ver cronograma del Tema 5) se hizo una encuesta a los estudiantes del grupo 71 para recabar su opinión sobre las actividades realizadas en clase. En resumen los resultados fueron los siguientes:

- La mayor parte de las actividades programadas para el aprendizaje de la teoría se perciben, por la mayoría de los alumnos, como de escasa o nula utilidad en su aprendizaje.
- Las actividades mejor valoradas son las exposiciones del profesor, los tiempos para resolución de problemas con los compañeros y las actividades evaluadas.
- Las peor valoradas son los grupos de expertos y los tribunales de evaluación de la teoría.
- Pese a lo anterior el 60 % dice haber aprendido bastante, casi todo o todo con las actividades propuestas.
- El 75 % de los encuestados dice haber entendido todo a casi todo lo explicado.
- En la preparación de la teoría el 60 % dice haber usado la bibliografía, un porcentaje que dobla el porcentaje de utilización con el procedimiento tradicional.
- El 60 % dice que su aprovechamiento de las actividades de clase ha sido escaso o nulo.
- El 50 % considera los tiempos programados para las actividades de clase insuficientes o muy escasos.
- La gran mayoría está satisfecha con el trabajo de sus compañeros de grupo y no quiere cambiar de grupo.
- El 40 % dice que el nuevo método es mejor o mucho mejor (un 2% mucho mejor), el 15 % que equivalente y el 45 % que peor o mucho peor (un 22 % mucho peor) que el anterior.
- En cuanto al grado de satisfacción en clase un 1% dijo que grande o muy grande, un 30 % que normal y un 47 % que escasa o nula.
- Los comentarios indican que hubo una insatisfacción notable que requería un cambio importante en las siguientes lecciones. Entre los comentarios destacan que hay que eliminar las reuniones de expertos y los tribunales de evaluación, que hay que potenciar que el profesor haga problemas y explique más teoría y que hay que dejar más tiempo para hacer problemas en grupo.

Tras 11 semanas de clase con el nuevo procedimiento se realizó una segunda encuesta a los estudiantes del Grupo 71 y una primera a los del grupo 73. Los resultados se resumen así:

*Respecto al aprendizaje de la teoría*

- En primer lugar decir que a juzgar por el absentismo en clase (48 % de los inscritos) y los resultados de la encuesta se deduce que con unos buenos apuntes la mitad de los estudiantes no considera necesario ir a las clases teóricas.
- El 70 % de los encuestados dicen entender todo, casi todo o bastante de lo explicado. Tras leer los apuntes, ir a clase y estudiar todos los alumnos dicen entender todo a casi todo o bastante.
- Comparando el procedimiento seguido en el segundo bloque de estudio (véase cronograma Temas 6 y 7) con el del Tema 5 (El procedimiento del segundo bloque es menos innovador, con más clases de explicación de la teoría) se obtienen los siguientes resultados: El 20 % considera el procedimiento seguido en T 6 y 7 mucho mejor; el 44 % mejor; el 22 % igual y el 15 % peor o mucho peor.
- Respecto al procedimiento tradicional seguido en el primer parcial, el 22 % considera que el nuevo procedimiento seguido en T 6 y 7 es mucho mejor; el 34 % lo considera mejor; el 9 % igual y el 31 % peor o mucho peor.
- Ahora el 50 % utiliza como fuente principal para el estudio los apuntes suministrados y las clases; el 30 % el material multimedia de la asignatura y un 25 % la bibliografía recomendada.
- El grado de aprovechamiento del tiempo de clase lo consideran bueno.
- En cuanto al grado de satisfacción, el 37 % tienen gran satisfacción el 40 % normal el 15 % escasa y el 3 % nula.

*Respecto al aprendizaje de los problemas (los resultados se refieren a la media de las encuestas de los G71 y G73. No se observan diferencias notables entre las respuestas de ambos grupos salvo en los casos señalados)*

- Aproximadamente un 70 % dicen que tienen importancia grande o son imprescindibles todas las actividades programadas para el aprendizaje tipo puzzle de los problemas.
- El 75 % dicen que entienden bien el problema que se les encargó (uno de los tres encargados al grupo de trabajo). Solo el 22 % dicen que entienden todo o casi todo de los otros. Si los repasan en casa, el 80 % dice que entiende todo o casi todo. Cuando intentan hacer otros problemas solo el 25 % hacen todos o casi todos un 20 % no logran hacer casi ninguno en el G 71 (En el G 73 este caso se eleva la 56 %).
- El 75 % consideran mejor o mucho mejor el nuevo procedimiento seguido para el aprendizaje de los problemas. El 50 % dicen que deben hacer más esfuerzo. El 70 % que aprovechan mejor las clases.
- El 28 % cree que tiene mayor capacidad para hacer problemas que en el primer parcial (el 60 % en G73)
- El 70 % cree que las sesiones evaluadas de problemas son de mucha importancia para el aprendizaje. El 40 % dicen que aprenden más en una sesión evaluada ( el 13 % en G 73).

#### 4.4. Comparación de los resultados académicos obtenidos

En cuanto a los resultados académicos obtenidos tras la aplicación de este nuevo procedimiento a uno de los grupos G71 y parcialmente a otro G73 hemos hecho las siguientes comparaciones. Una entre los resultados globales de la asignatura del año anterior y de éste y otra de los resultados de este año de los diferentes grupos, teniendo en cuenta solo los resultados tras el segundo parcial de la asignatura, la primera y la segunda convocatoria. También se han analizado otras cuestiones como la mejora de la asistencia a clase en relación al nuevo procedimiento o la relación entre los resultados obtenidos en las actividades de clase y los obtenidos al final en el examen

La comparación entre los resultados del año anterior y de éste se muestra en la tabla 4.

	2004-2005	2004-2005	2005-2006	2005-2006
	nº aprobados	% Apr/matr	nº aprobados	% Apr/matr
1er Parcial	99	30,0	55	20,5
2º Parcial	82	24,8	78	29,1
Junio	93	28,2	71	26,5
Julio	28	8,5	23	8,6
Septiembre	30	9,1	25 (estimado)	9,3
Total	151	45,8	119	44,4

**Tabla 4: Comparación de resultados académicos obtenidos en los cursos 2004-2005 y 2005-2006 en la asignatura que nos ocupa. En el curso 04-05 hubo 330 alumnos matriculados mientras que en el 05-06 hubo 268.**

El curso 2004-2005, cuando se mira en una perspectiva más amplia (ver tabla 7) fue especialmente bueno en cuanto a resultados académicos de la asignatura. No obstante, insertando los datos globales de este curso en el marco general de la tabla 6 no se observa un cambio importante en el número de aprobados que pueda considerarse una mejora substancial asociada al cambio de procedimiento.

Otro aspecto que suscita interés en este estudio es comparar los resultados del grupo de referencia (G 72) en comparación a los de los otros grupos implicados en los procedimientos de cambio. Los resultados obtenidos se muestran en tabla 5.

	Nº Alumnos matriculados	Nº Al. presentados /inscritos	Aprueban la asignatura			% Apr/pres	% Apr/matr
			Junio	Julio	Total		
G 71	105	61	27	8	35	57,38	33,33
G 73	73	41	18	2	20	48,78	27,40
G 72	90	54	26	13	39	72,22	43,33

**Tabla 5: Comparación de los resultados académicos obtenidos en el curso 2005-2006 en los distintos grupos de la asignatura. Recordar que G 72 es el grupo de referencia (procedimiento tradicional) y el G 71 es el grupo de máxima innovación.**

Quizá pueda discutirse la metodología utilizada para obtener los datos de tabla 5 y por ello la expongo sucintamente aquí. Por una parte, como número de alumnos matriculados en cada grupo se han utilizado los de las listas oficiales enviadas por secretaría a principio de curso. Para calcular los aprobados asociados a cada grupo de docencia (teniendo en cuenta que muchos alumnos de un grupo van a las clases de otro) se ha utilizado el siguiente criterio. Se entiende aprobados del G71, los que aprueban entre los que se inscribieron a las listas de ese grupo para seguir el nuevo procedimiento



(que fueron 61, la mayoría de G71, pero también de otros grupos). Aprobados del G 73 se consideran los que aprueban y pertenecen a los 41 inscritos en el nuevo procedimiento de ese grupo y aprobados de G 72 los que han aprobado sin estar inscritos al nuevo procedimiento en ninguno de los grupos.

También **merece la pena resaltar** algunos datos adicionales complementarios a la tabla anterior. De los **102 alumnos** inscritos en los **nuevos procedimientos** solo **37** alumnos son **repetidores** (36,2 %, por debajo de la media de la matrícula total que es del 46,7 %). De éstos han **aprobado** en las dos convocatorias consideradas aquí **17** (46 %). Por otra parte, de los **54 alumnos** que se presentaron del **grupo de referencia 36** son **repetidores** (66,7 %), de los que **aprobaron 26** (72,2 %).

De los números presentados en esta tabla no se observa una mejora relevante en función del procedimiento empleado. De los datos adicionales sobre repetidores parece deducirse que éstos prefieren un procedimiento tradicional, con el que obtienen mejores resultados.

En Tabla 6 se muestra la comparación entre los alumnos que han aprobado la asignatura y los que aprobaron las actividades propuestas en clase. Como dato adicional decir que en G 71 aprobaron dos alumnos la asignatura sin tener aprobadas las actividades de clase y en G 73 solo 1.

	Nº Alumnos inscritos	Nº aprobados de asignat	Nº apr. actividades en clase	%apr. act. clase/ inscritos	% apr asig./ apr act. clase
G 71	61	35	43	70,49	81,40
G 73	41	20	23	56,10	86,96

**Tabla 6: Comparación entre los alumnos que aprueban las actividades propuestas en clase y los que finalmente aprueban la asignatura**

De la observación de esta tabla se deduce que las notas de las actividades de clase pueden ser una buena aproximación de quién realmente es capaz de superar el examen de la asignatura y es posible que tras más pruebas pudiese diseñarse un procedimiento de evaluación fiable basado en este tipo de actividades.

Otro aspecto que nos ha motivado a seguir depurando los procedimientos docentes es la baja asistencia a clase en las últimas semanas de curso. Sobre ese aspecto presentamos una comparación de varios años en la asignatura en tabla 7.

	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2001 - 2002	2002 - 2003	2003- 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	Media
Número de estudiantes	335	345	307	293	303	283	330	268	308
Estudiantes en clase en las dos últimas semanas	153	138	134	80	93	85	101	95	110
% Estudiantes en clase en las últimas semanas del segundo semestre	45,7 %	40,0 %	43,6 %	27,3 %	30,7 %	30,0 %	30,6 %	35,4 %	35,4 %
Estudiantes aprobados	119	122	130	91	111	88	151	119	101,5
% de Apr. vs. matriculados	35,5 %	35,4 %	42,3 %	31,10%	36,70%	31,10%	45,8 %	44,4 %	36,2 %
Aprobados vs. presentados	63,0 %	75,1 %	72,3 %	52,6 %	58,1 %	66,7 %	70,1 %	65 %	64,6 %

**Tabla 7: Datos comparativos de varios años académicos en la asignatura.**

Tampoco se observa una especial bondad del nuevo procedimiento en la mejora de este aspecto ya que ni en los números globales se encuentra una diferencia significativa ni tampoco en las cifras concretas de los grupos del nuevo procedimiento en los que se alcanzaron cotas de absentismo de en torno al 50 % de los inscritos (que recordemos era alumnos ya preseleccionados por el primer parcial).

## **5. Valoración del procedimiento ensayado**

### **5.1. Puntos fuertes**

- El procedimiento seguido ha permitido explicar la misma cantidad de conocimientos que el tradicional, basado en clases magistrales.
- Se relaja el papel del profesor en cuanto a mantener el ambiente de silencio y orden necesario para la impartición de una clase magistral.
- La mayor actividad de los estudiantes en clase. (No obstante las habilidades, destrezas y competencias adquiridas derivadas de ello están por evaluar)
- No queda claro si hay que colocar en este punto o en el siguiente la satisfacción de los alumnos y su mayor motivación ya que se ha encontrado división de opiniones entre los estudiantes en estos aspectos.
- Cuando existe un objetivo claro y concreto, p.e. resolver un conjunto de problemas, los procedimientos de aprendizaje cooperativo pueden ser mejores que los clásicos basados en trabajo individual y explicación por parte del profesor. Con sus limitaciones, el aprendizaje cooperativo aplicado a problemas ha sido la parte que mejor ha funcionado en el aula en este experimento.
- Los alumnos de primera matrícula son menos reticentes a probar esta nueva metodología y puede ayudarles a superar la asignatura con mayor facilidad.

### **5.2. Puntos débiles**

- Se pierde la amplitud de visión dada en las clases magistrales quedándose en una visión más pragmática del conocimiento que se estudia. Esto puede solucionarse con unas pocas clases magistrales tipo conferencia que amplíen los horizontes de los estudiantes.
- El profesor puede llegar a concentrarse demasiado en plantear las actividades y descuidar la visión general y las grandes ideas subyacentes a toda teoría que dan sentido al conjunto. Si hay varios profesores al cargo de una asignatura esto puede solucionarse dividiendo las tareas.
- Los alumnos tienen una mayor inseguridad al ver sus deficiencias en las sucesivas evaluaciones que se plantean en clase.
- Si se deja a los estudiantes construir la teoría por si mismos les asaltan dudas sobre la calidad del material que han preparado, aunque en general fue bueno. (Los apuntes que consiguieron confeccionar en el primer bloque fueron equivalentes a los que podrían haber tomado en clase. De todas formas, no queda claro en el experimento la influencia de los apuntes tomados en clase, en años anteriores, por otros compañeros, en la calidad de los apuntes que redactaron este año.)
- El método de aprendizaje cooperativo cuando se aplica al estudio de un conocimiento teórico, abstracto y difícil de entender, resulta arduo de poner en práctica. Los alumnos están inseguros. Las actividades tienden a resolverse de forma trivial. Si comparan con las clases magistrales típicas piensan que están

perdiendo mucho tiempo en clase y esfuerzo en casa para unos resultados mediocres. Se diluye el objetivo a conseguir en cuestiones genéricas.

- Pese a que en principio los alumnos repetidores tendrían mayores ventajas a la hora de preparar las actividades de clase, se observa una mayor reticencia al cambio en este colectivo.

### **5.3. Posibilidades de generalización**

- De los datos mostrados en este informe se deduce que es posible obtener resultados equivalentes a los obtenidos con el procedimiento convencional. En consecuencia, si este procedimiento es más acorde con los criterios de convergencia europea puede ser utilizable. No obstante falta más constatación experimental en el aula para asegurarse de que no sea peor que el procedimiento clásico.
- Con las clases de que se dispone en la actualidad en nuestra Escuela con bancos fijos en los que las sillas no pueden moverse hay que tener en cuenta que en cada banco de 5 sillas solo podrían sentarse 3 personas para desarrollar los procedimientos descritos aquí. Así, un aula para 120 personas (doce filas con dos bancadas de 5 asientos cada una) podría usarse para un máximo de 72 alumnos.
- Aunque la calidad de estos procedimientos aumenta al disminuir el número de estudiantes (lo que también ocurre en las clases magistrales) en este experimento se ha visto que es posible manejar grupos de 60-70 alumnos.
- El tiempo de profesor necesario para la implantación del procedimiento aumenta en los primeros años de implantación pero dados los ratios obtenidos no es de esperar una diferencia excesiva con el procedimiento tradicional.

## **6. Conclusiones**

Con este experimento se ha mostrado que, en la asignatura que nos ocupa es posible abarcar la misma cantidad de conocimientos teóricos utilizando un procedimiento de enseñanza / aprendizaje alternativo al basado en clases magistrales. Este nuevo procedimiento se basa en enseñanzas constructivistas, activas y cooperativas.

Aunque es frecuente escuchar que los procedimientos activos y cooperativos llegan a un número mayor de estudiantes que las clases magistrales y que por tanto permiten mejorar drásticamente el número de estudiantes que alcanzan los objetivos de conocimiento marcados y que mejoran el ratio de estudiantes que asisten a las actividades programadas en clase, en este experimento no han podido demostrarse ninguno de estos extremos.

El número de aprobados en los grupos que han seguido el nuevo procedimiento es comparable al del grupo de referencia que ha seguido el método de años anteriores (clases magistrales) como se deduce de la observación de la tabla 5. El resultado global obtenido este año también es comparable al de años anteriores (tabla 7).

Algo similar puede decirse del porcentaje de absentismo en clase registrado en las nuevas actividades programadas, que alcanzó el 48 % sobre los alumnos inscritos al nuevo procedimiento que ya eran sólo un 60 % de la matrícula. Con estas cifras se alcanzan porcentajes similares a los vistos en años anteriores, como puede verse en Tabla 7.

A la vista de los resultados, de este experimento no puede concluirse que el procedimiento ensayado sea claramente mejor, ni tampoco lo contrario. En consecuencia se requiere una mayor experimentación.

De lo anterior deducimos que es preciso ser muy cauto con los cambios metodológicos que se propongan. Estos cambios han de ser experimentados a pequeña escala, de forma sistemática y durante varios años, haciendo comparaciones con los procedimientos actuales para concretar donde puede realmente mejorarse con un cambio.

## 7. Anexo: Descripción detallada del procedimiento seguido

Todas las sesiones de clase a las que me refiero en este apartado son de dos horas de duración. Dado que el procedimiento se desarrolló en 14 semanas con 4 horas de clase semanales, a ellas corresponden 28 sesiones de clase.

**Sesión 1:** Se procedió a la presentación del nuevo procedimiento en la primera hora de clase. En la segunda se realizó la inscripción de participantes (los alumnos se dividieron en grupos de trabajo de tres personas) y reparto de las tareas a realizar en el primer bloque de estudio, así como del cronograma del tema 5 que se muestra en otra parte del documento.

### **Bloque de estudio I:**

Consiste en un tema sobre conducción eléctrica denominado en el índice de la asignatura Tema 5. Consta de 5 semanas lectivas (incluyendo la sesión de presentación) es decir las sesiones 1 a 10. En el procedimiento tradicional se daban 6 sesiones de clases magistrales (12 horas) y el resto se dedicaba a realizar problemas, también de forma esencialmente magistral. En el procedimiento detallado en el cronograma de la lección se dedican dos sesiones a la explicación de la teoría (4 horas) y además el formato de la clase es diferente al de la clase magistral.

### **Sesiones 2 y 3: Explicaciones de la teoría**

Para estas sesiones se prepararon unas notas de clase para los alumnos con las cuestiones más importantes del tema que se repartían directamente en clase. Después se dividió el tiempo de la clase en intervalos para leer las notas e intervalos de discusión. Concretamente en la primera sesión expositiva se hizo la siguiente división:

Introducción 5' para leer los estudiantes la parte correspondiente de las notas de clase; 5' para discusión	15'
Apartado 2 (Corriente y densidad de corriente) 10' para leer; 5' discusión	15'
Apartado 3 Ecuación de continuidad 10' para leer 10' para discutir	20'
Apartado 4.1 Definición de medio Ohmico y ley de Ohm 5' leer 5' discutir	10'
Apartado 4,2 Procedimiento de cálculo de la resistencia 10' leer y 10' discutir	20'
Los últimos 10' para repetir el procedimiento de cálculo de la resistencia sin apuntes.	10'

### **Observaciones:**

Me ha dado la impresión de que se pierde más tiempo que en una clase magistral, por los periodos de distensión que se producen.

Al final de la clase pregunté a los alumnos que quedaron sentados y me dijeron que habían aprovechado bien el tiempo.

El ambiente de estudio en algunos momentos no fue adecuado.

### **Sesión4: Reunión de expertos**

Se siguió la siguiente planificación en clase:

Organizar los grupos de expertos	15'
Leer el trabajo de otro compañero y rellenar un cuestionario al respecto de dicho trabajo con comparación con el propio, valoración de cuestiones de forma, de errores etc. (Este cuestionario fue de uso exclusivo de los alumnos). Les indiqué que cuanto más críticos fuesen con este cuestionario mejor, ya que así ayudarían a mejorar a sus compañeros. En apariencia hubo un trabajo aceptable.	15'

**Discusión:** Aquí les dije que se juntaran los grupos de expertos para discutir las dudas que les hubieran surgido de la lectura de los trabajos de los compañeros. También debían aprovechar el tiempo para discutir con los compañeros como mejorar su trabajo. 10'

Les dije que en la última fase de la discusión se concentrasen en preparar una pregunta para discutir con el resto de los grupos de expertos en su parte. A los del bloque cercano a la pizarra les dije que escribieran sus preguntas en la pizarra y a los otros dos les pegué hojas en A3 en las paredes cercanas. Los que debían escribir en la pizarra no pusieron nada. Los que tenían que escribir en las hojas A3 sí. Las preguntas fueron interesantes. 10'

2ª hora (entraron 5' tarde y a petición mía)

En primer lugar les propuse que discutieran entre los grupos las preguntas escritas. Esto no dio ningún resultado ya que como uno de los bloques no había escrito ninguna pregunta a ellos tuve que proponerles yo mis preguntas. También les hice preguntas a los otros bloques y en consecuencia la actividad derivó en resolver esas preguntas. 15'

Les pasé los resultados de las preguntas y les dejé tiempo para discutir las, preguntar, etc. Salvo dos grupos (de 20) que resolvieron 1 de las 5 preguntas, el resto respondieron más de tres bien (no recogí las respuestas, así que los resultados los conozco por preguntas a los estudiantes.) 10'

En esta última parte repartí a cada grupo un ejemplar de apuntes de Rubén Clavero (un estudiante del año anterior con Matrícula de Honor en la asignatura) para que comparasen con los suyos. Les dije que aprovecharan el tiempo para comparar resultados de los problemas encomendados o para hacerlos y también para revisar alguna duda en la bibliografía (me dio la impresión de pérdida de tiempo). Al final les dije que me devolvieran los ejemplares de los apuntes de Rubén. No todos lo hicieron. 20'

#### Observaciones:

El ambiente en clase no me pareció bueno.

Tuve algunas quejas por parte de los estudiantes a los que no convencía el método.

Al final de clase pregunté en grupos y recibí una mayor parte de opiniones positivas. Me dio la impresión de que las actividades de esta sesión no funcionaban bien porque los alumnos no hacían preguntas en clase y por el "remoloneo" a la hora de entrar a la segunda hora de clase. Luego se confirmó en las encuestas posteriores que fue una actividad muy mal valorada.

Se perdió bastante tiempo de clase en asuntos organizativos, de movimientos de alumnos etc. (fácilmente 15'). Posteriormente este asunto se mejoró mucho con una idea que surgió de los propios estudiantes y que permitía hacer sesiones de este tipo sin necesidad de que los alumnos se desplacen. Se comentará después.

#### **Sesión 5: Tribunales de valoración de la teoría**

##### Planificación:

Breve descripción del objetivo de la sesión (dividida en dos partes, una de 40' dedicada a explicar la teoría a los compañeros, centrándose en explicar como se resuelven los problemas encargados a cada bloque. Una segunda parte de 60' dedicada a valorar los trabajos de los compañeros mediante tribunales.) 5'

En tres bloques de 10' cada compañero debe explicar al resto del grupo como se hacen los problemas que se le encargaron. 30'

En los últimos 10' los estudiantes deben intentar, individualmente, resolver alguno de los problemas que les han explicado los compañeros. 10'

#### Descanso

En el descanso de 20' aproveché para clasificar los trabajos individuales que me entregaron al principio de la clase (unos 50) y repartirlos entre los 12 tribunales constituidos (4 por bloque de trabajo) (cada tribunal de 5 estudiantes). Los trabajos debían estar grapados con una primera hoja de identificación que me permitía anonimizarlos antes de distribuirlos a los tribunales. Los 20' me resultaron escasos y necesité unos 10' más, ya con los alumnos (lo hice mientras se colocaban en sus posiciones).

Organización de los 12 tribunales 15'

El resto del tiempo se dedicó a la valoración por parte de los tribunales. En esta parte cada uno de los miembros del tribunal debía revisar cada uno de los trabajos asignados al tribunal (un máximo de 5) y rellenar una hoja individual, firmada, en la que se valora el trabajo. Después en una reunión final entre los miembros del tribunal debían clasificar los trabajos por orden de calidad. Les sobró tiempo (empezaron a entregar a los 30' y los últimos acabaron 5' antes de la hora) 45'

#### Observaciones:

Tras la valoración de los tribunales me llevé todos los trabajos individuales de los alumnos con el compromiso de devolverlos corregidos el siguiente día de clase (dos días después). Eran 50 ejercicios, me costó corregirlos 9 h 45' (unos 12' por alumno). El tiempo corresponde a lo previsto. Luego empleé 2 h más en pasar los resultados a las listas en ordenador.

Observé que en la valoración de los tribunales la mayoría hizo valoraciones mal justificadas o triviales, pero 2 o 3 (de 20) lo hicieron seriamente y bien.

Los trabajos de teoría estaban muy bien, una media de 7 puntos y solo a uno lo puntué por debajo de 4 puntos. Seleccioné los mejores trabajos. Curiosamente tres de los seleccionados habían suspendido con nota baja el primer parcial.

La impresión de aprovechamiento del tiempo de clase no me pareció mala. No obstante observé algunas cosas que me dieron mala impresión:

- Tome nota de las faltas (entre el 15 y el 20 %) y me pareció normal.
- Alguna gente se incorporó muy tarde a la sesión, hasta 40'.
- Algunos entraban y salían de clase para hacer fotocopias, etc.

#### **Sesión 6: Estudio de la teoría**

##### Planificación:

Organización de los grupos y explicación de la sesión (devolución de los trabajos de la teoría corregidos) 15'

Tres intervalos de 5' para que los estudiantes discutan las dudas surgidas en el estudio de los diferentes bloques de la lección. 15'

Reparto de una serie de problemas (de la colección) divididos por bloques de estudio para que cada estudiante pruebe a resolver problemas de los bloques que ha estudiado a partir de los apuntes de sus compañeros de grupo. En caso de duda pueden preguntar a sus compañeros o al profesor. 15'

##### Fin primera hora

Reparto de preguntas tipo test sobre cada bloque. Ahora se dice a los estudiantes que realicen las preguntas de los dos bloques que no tuvieron que preparar 15'

Reparto de las soluciones de las preguntas	5'
<b>Evaluación.</b> Test evaluable al grupo sobre la teoría. La nota obtenida se otorgará a todo el grupo (solo a los que están presentes en la clase y firman el test)	15'
Se muestran rápidamente los resultados (no dio tiempo a más, aunque lo deseable es discutir con amplitud los resultados)	

Observaciones:

El “tempo” de la clase no me pareció malo. No obstante recibí quejas de los estudiantes. Uno se quejaba de que los tiempos de trabajo del estudiante se concentraban en algunos momentos lo que colapsaba el estudio de otras asignaturas.

Una estudiante me dijo que el método no funcionaba en absoluto, que ella todo lo que había aprendido era por su trabajo en casa, que antes con la clase magistral entendía muy bien y ahora todo eran dudas, que su posición era compartida por otros muchos estudiantes. (Ésta estudiante suspendió el primer parcial, método tradicional, y aprobó el segundo, nuevo procedimiento, acabó aprobando la asignatura en la convocatoria de julio).

**Sesiones 7 - 9 Aprendizaje cooperativo de problemas en sesiones no evaluadas**

El objetivo de estas sesiones era resolver tres problemas no conocidos previamente por los estudiantes (es decir no pertenecen a la colección de problemas dados al principio de cada lección).

Los problemas son de exámenes de años anteriores, adaptados al tiempo de la sesión de clase y con una pequeña guía de resolución para ayudar a los estudiantes.

El procedimiento didáctico que se utiliza en clase es el aprendizaje tipo puzzle. Para ello los alumnos están divididos desde el comienzo en grupos de trabajo de tres personas. Se encarga un problema distinto a cada miembro del grupo. Tras un tiempo de trabajo individual pueden reunirse varios alumnos que trabajan en el mismo problema a discutir sobre él. Después se reunifican los grupos originales y cada estudiante explica a sus compañeros el problema que ha resuelto.

Estas clases se atenían aproximadamente a una planificación así: (aunque puede haber variaciones según la envergadura de los problemas etc.)

Presentación del problema por parte del profesor	10'
Trabajo individual en los problemas (realizando un separación física de los estudiantes que favorezca el trabajo individual si lo permite la capacidad de la clase)	35'
Trabajo en grupos de expertos (es decir en grupos de estudiantes que han trabajado en el mismo problema)	15'
Explicación entre los estudiantes de los grupos de trabajo originales de los problemas preparados	20'
Tiempo para intentar individualmente la resolución de un problema explicado por los compañeros de grupo. (Esta parte se alterna en algunas sesiones con una breve explicación de los problemas por parte del profesor, incluso se elimina si los problemas son especialmente largos)	20'

Observaciones:

Mi impresión general en este curso ha sido que estas clases de problemas han funcionado mejor que las de teoría. Quizá porque tienen un objeto más concreto sobre el que concentrarse.

De todas formas la impresión fue muy buena en las primeras clases y después peor ya que parecía que los alumnos desarrollaban tácticas de resolución poco lícitas como



buscar al que más sabe e intentar copiar sus resultados, o ir de un estudiante a otro hasta encontrar una solución sin reflexionar lo más mínimo. Esto hacía perder posibilidades al conjunto de la clase e incluso los mejores alumnos notaban el decaimiento.

Los propios estudiantes propusieron una forma práctica de realizar el cambio de grupos de trabajo habituales a grupos de expertos, sin moverse del asiento. Para ello basta con sentar a cada grupo de tres en una fila (hay cinco sillas). Para el trabajo individual se les dice que se separen en su fila dejando una silla libre entre ellos. Se ponen los grupos en filas seguidas sin dejar ninguna libre y se les encarga el mismo problema a los estudiantes de la misma columna. Así cuando llega el momento de consultar con otros compañeros que hacen el mismo problema basta con preguntar al compañero de delante o al de detrás. Esto simplifica mucho la organización y ahorra tiempo en los desplazamientos de los alumnos por el interior de la clase.

### **Sesión 10: Aprendizaje cooperativo de problemas (sesión evaluada)**

La estructura y objetivos de esta sesión de problemas es como en el caso anterior. Hay que resolver tres problemas tipo examen de dificultad media, desconocidos para los estudiantes. Pero ahora se hace un test al grupo de preguntas cortas sobre los tres problemas, que les dará una nota global y después tendrán que desarrollar individualmente uno de los tres problema elegido al azar, que será corregido por el profesor y les dará una nota individual.

La planificación seguida fue:

Trabajo individual en el problema encargado	25'
Trabajo en grupos de expertos	10'
Trabajo en el grupo habitual de explicación del problema encargado a los otros compañeros d grupo.	20'
<b>Evaluación</b>	
Test al grupo sobre los resultados de los problemas	15'
Trabajo individual para desarrollar un problema elegido al azar entre los tres propuestos para la sesión.	20'

#### Observaciones:

El tiempo se tuvo que alargar un poco pero al final encajó en el tiempo de clase más descansos. Llegaron a tener hasta 30' para resolver el problema individual.

Pese a lo relajado del “examen” noté bastante tensión en algunos estudiantes en clase.

### **Bloque de estudio II:**

Agrupar los temas 6 y 7 del índice de la asignatura y se dedica al estudio de los campos magnéticos estáticos tanto en vacío como en la materia. Consta de 6 semanas lectivas, es decir, 12 sesiones de clase (sesiones 11 – 22). En el procedimiento tradicional se daban 8 sesiones de clases magistrales (16 horas) y el resto se dedicaba a realizar problemas, también de forma esencialmente magistral. En el procedimiento detallado en el cronograma de la lección se dedican 6 sesiones a la explicación de la teoría (12 horas). Si se compara este cronograma con el de la lección anterior se observa que es más “conservador” en cuanto a que mantiene más horas de clase de explicación de la teoría, que en este caso son de tipo esencialmente magistral y se han eliminado muchas de las actividades relacionadas con la teoría. Estos cambios se realizaron a partir del análisis de la encuesta realizada a los estudiantes en la cuarta semana del procedimiento cuyos resultados se resumen antes, para intentar reducir los problemas detectados.

### **Sesiones 11, 13, 15, 17, 19 y 21: Explicación de la teoría**

Para estas explicaciones les he preparado apuntes detallados escritos a mano y se los he repartido antes de las clases teóricas. Con ello me libero de la responsabilidad de escribir detalladamente en la pizarra para que tomen unos buenos apuntes.

Les dije que debían leer con anterioridad a la clase la parte teórica correspondiente y que en alguna de las sesiones teórica haría un test previo para verificar esta lectura que valdría un 30 % de la nota individual de clase de la teoría de este bloque.

Les repartí en clase el cronograma detallado con las actividades a desarrollar en clase y en casa para el estudio del tema. En él se planifican las horas de estudio de la teoría, de redactar apuntes propios, de realización de problemas y de pasar a limpio los materiales a entregar.

También les repartí en bloques, uno a cada miembro de los grupos, los trabajos a realizar, para optar a la evaluación continua de esa parte de la teoría. En el cronograma están detalladas las fechas de entrega y de realización de las pruebas de evaluación.

En clase hice una explicación, más o menos convencional, aunque más rápida ya que no escribí tanto en la pizarra como cuando no daba los apuntes. Reduje al mínimo la realización de problemas de ejemplo en las explicaciones teóricas.

#### Observaciones:

En el procedimiento desarrollado en este bloque se explica toda la teoría en clase. Los alumnos tienen toda la teoría desde el principio y no tienen que construirla. Entre los trabajos teóricos que les pido no se incluye otra versión de la teoría. El método está enfocado a que utilicen la teoría para resolver problemas. Los encargos teóricos de esta lección son completar aspectos marginales de la teoría y pasar a limpio problemas clave que puedan utilizar para estudiar sus compañeros de grupo. La sensación en clase ha sido buena, como en las clases del primer parcial. Parece que hay un mejor aprovechamiento del tiempo de clase que en el bloque anterior. En las primeras clases de este tipo hubo un absentismo del 20 %.

### **Sesiones 12, 14, 16, 18, y 20: Aprendizaje cooperativo de problemas (no evaluadas)**

Sesiones del mismo corte que sus equivalentes en el bloque anterior. En ellas se plantea como objetivo resolver tres problemas con el procedimiento del puzzle explicado antes y con una planificación parecida a la mostrada en el bloque anterior.

#### Observaciones:

Se notaba mucho “remoloneo” en los descansos y ambiente de cierta desidia. En algunas de estas clases el absentismo rozó el 50 % de los inscritos.

### **Sesión 22: Aprendizaje cooperativo de problemas (sesión evaluada)**

Sesión similar a su correspondiente del bloque anterior.

### **Bloque de estudio III:**

En este último bloque de estudio se trata el tema 8 del índice de la asignatura dedicado al estudio de los fenómenos de inducción magnética. Consta de 3 semanas lectivas es decir 6 sesiones de clase (sesiones 23 – 28). En el procedimiento tradicional se daban 4 sesiones de clases magistrales (8 horas) y el resto se dedicaba a realizar

problemas, también de forma esencialmente magistral. En el procedimiento detallado en el cronograma de la lección se dedican 3 sesiones a la explicación de la teoría (6 horas). Se sigue un esquema docente similar al del bloque anterior con la única salvedad de que dada la inminencia del final de curso se sustituyeron los trabajos sobre la teoría por un ejercicio de evaluación en clase.

### **Sesiones 23, 25, 27: Explicación de la teoría**

Primero repartí el cronograma y las hojas de reparto de actividades para la lección. Aquí al ser las 3 últimas semanas del curso no se les pidió confeccionar un trabajo sobre la teoría. A cambio se pidió que cada uno de los miembros de los grupos preparase 5 ejercicios del cuaderno de problemas del tema. Los estudiantes deben preocuparse por explicar sus 5 problemas a los otros compañeros del grupo ya que en un determinado momento se pedirá desarrollar en clase uno de los 15 problemas, elegido al azar, que luego se entregará y será corregido por el profesor, constituyendo la nota individual sobre la teoría.

#### Observaciones:

En la primera hora de la primera sesión de este tema vinieron 45 (de 61) para ver que iba a hacerse en ella. En la segunda hora estuvieron 33 (48 % de absentismo).

### **Sesiones 24 y 26: Aprendizaje cooperativo de problemas (no evaluadas)**

Siguieron el mismo esquema que en el bloque de estudio anterior

#### Observaciones:

Hay un caso reseñable aquí. En uno de los grupos observé que uno de los mejores grupos de trabajo había decrecido notablemente su rendimiento. Cuando les pregunté sobre los motivos me contestaron lo siguiente. Durante la sesión hubo juegos de estrategia en la clase, que mucha gente les preguntó, que incluso uno de los compañeros le dijo a uno de los mejores alumnos de la clase, antes de la sesión, que para qué iba a estudiar si le tocaba resolver el mismo problema que a él.

También me dijeron que se habían juntado a final de curso muchas cosas y habían tenido que descuidar un poco la asignatura.

También dijeron que con el nuevo procedimiento la teoría quedaba un poco escasa y que lo notaban a la hora de hacer problemas.

### **Sesión 28: Aprendizaje cooperativo de problemas (sesión evaluada)**

Sesión similar a su correspondiente del bloque anterior.