



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

**TESIS DOCTORAL**

**INFLUENCIA DE LOS MULTIMEDIA  
(TIC-TAC)  
EN EL PROCESO  
ENSEÑANZA /APRENDIZAJE**

Autor de la Tesis:

**Francisco Javier VILLASEVIL MARCO**

Doctor Ingeniero en Electrónica por la Universidad Politécnica de Cataluña

Doctor en Filosofía y en Ciencias de la Educación, por la UNED

Ingeniero Europeo (EUR ING)

Ingeniero en Electrónica-Telecomunicación y Microelectrónica,  
por la Universidad Autónoma de Barcelona

Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico-Electrónica Industrial y Máquinas Eléctricas  
por la Universidad Politécnica de Cataluña

**TOMO II – Marco Práctico**

Director de la Tesis:

**Prof. Dr. JOSEP M<sup>a</sup> MONGUET FIERRO**



## **MARCO PRÁCTICO**

PLANTEAMIENTO Y DISEÑO DE LA  
INVESTIGACIÓN:  
“INFLUENCIA DE LOS MULTIMEDIA  
(TIC-TAC)  
EN EL PROCESO  
ENSEÑANZA /APRENDIZAJE”



## CAPÍTULO 10

### PLANTEAMIENTO, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

---

---

#### RESUMEN

En este apartado se plantea tanto el estudio a nivel teórico como a nivel práctico. El estudio teórico trata de verificar si es posible elaborar unos multimedia que apoyados en una metodología, diseñada y evaluada previamente, que sean capaces de mejorar el rendimiento académico, el aprendizaje significativo de los alumnos, su motivación por la asignatura y sobre todo su nivel de meta-conocimiento. El estudio práctico valora principalmente la aplicación de este modelo en las asignaturas de Ingeniería, impartidas en la Universidad Politécnica de Cataluña.

Es necesaria la evaluación de estos multimedia con la combinación de las metodologías cuantitativa y cualitativa para hacer una valoración tanto positiva como negativa de todos ellos. Por un lado, se necesita buscar una relación causal entre las variables, de ahí que sea preciso el diseño experimental cuantitativo. Por otro lado, es indispensable la interpretación de los hechos y la descripción de los acontecimientos que tienen lugar en el proceso educativo, lo que corresponde a la metodología cualitativa. Y por ello, se propone una combinación de ambas.

---

---



## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>509</b>
<b>2. Deficiencias y problemas de la actual enseñanza universitaria en Ingeniería .....</b>	<b>510</b>
2.1. Aspectos globales.....	510
2.2. Carencias con las que se encuentra el alumnado.....	511
<b>3. Planteamiento del problema .....</b>	<b>512</b>
<b>4. Metodología general para la investigación educativa: utilización de métodos cuantitativos y cualitativos .....</b>	<b>514</b>
4.1. Tipos de investigación educativa.....	514
4.2. Metodología cuantitativa.....	519
4.3. Metodología cualitativa.....	521
4.4. Multimetodología.....	525
<b>5. Métodos de investigación y técnicas .....</b>	<b>529</b>
5.1. Técnicas utilizadas en la investigación.....	530
5.2. Procedimientos en las investigaciones .....	532
5.2.1. El procedimiento de Ference Marton .....	532
5.2.2. El procedimiento de Noel Entwistle.....	533
5.2.3. El procedimiento de Ian Selmes.....	534
5.3. Técnicas e instrumentos.....	535
5.3.1. El auto-informe .....	535
5.3.2. Pruebas de alternativa múltiple .....	536
5.3.3. El estudio de protocolos .....	537
5.4. Inventarios .....	540
5.4.1. Inventario de estrategias de aprendizaje y estudio, de Weinstein.....	540
5.4.2. Short inventory of approaches to studying, de Entwistle .....	542
5.4.3. Inventario de Estudio en la Escuela (IDEE), de Selmes .....	545
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>545</b>





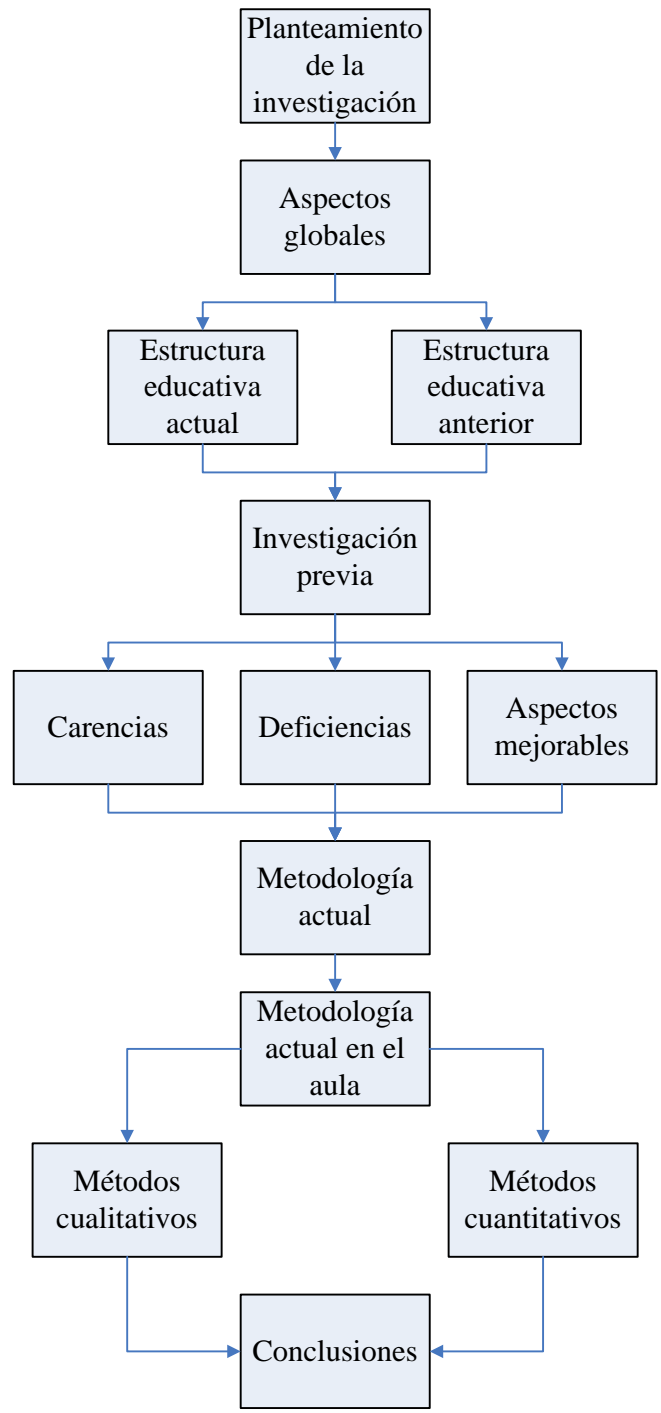


Figura 10.1. Diagrama descriptivo del capítulo 10



## **1. INTRODUCCIÓN**

El nuevo marco del EEES y la experiencia docente en las áreas de la Ingeniería induce a pensar en la introducción de ayudas multimedia apoyadas en nuevas metodologías docentes motivadas por la necesidad de adaptar, en la medida de las posibilidades, los conocimientos que el alumno adquiere en la Universidad al mundo profesional de las empresas, dónde muchos de ellos se ven inmersos al finalizar sus estudios.

La enseñanza en Ingeniería se ha basado, tradicionalmente, en la aplicación de modelos matemáticos. El uso de estos modelos permite analizar los circuitos electrónicos utilizando las leyes y teoremas tradicionales de la teoría de circuitos. Así, los ejercicios planteados a los alumnos se reducen, la mayoría de veces, a aplicar estos modelos matemáticos. La realidad profesional es diferente, el ingeniero no tendrá tiempo de hacer los análisis tan detallados que realizaba como alumno; por esto parece aconsejable variar el modelo de enseñanza (Villasevil 2011).

Las investigaciones ponen de manifiesto que las estructuras cognitivas y meta-cognitivas de los expertos poseen mayor complejidad que la de los inexpertos, es decir, los modelos mentales de los expertos son más óptimos que los de los inexpertos. (Sternberg, 1998a). La optimización conduce a una automatización de las actuaciones que reduce la carga de la memoria y, así, permite concluir el trabajo en menos tiempo y con mayor eficacia (Sternberg, 1998a y Alonso, Salmerón y Azcuy, 2008). Conocida la necesidad de desarrollo de los modelos mentales para potenciar el desarrollo de habilidades expertas, nos planteamos el diseño de un método de formación.

Creemos que la solución al problema formativo tiene que encontrarse en el estudio de los procesos meta-cognitivos. De esta manera, nuestra línea de investigación se fundamenta en la innovación didáctica sostenida a los pilares de los procesos de cognición y meta-cognición.

## **2. DEFICIENCIAS Y PROBLEMAS DE LA ACTUAL ENSEÑANZA UNIVERSITARIA EN INGENIERÍA**

En este apartado vamos a revisar la situación actual de la enseñanza universitaria (¿cómo se imparten las asignaturas?), los objetivos de la impartición de la asignatura (¿qué se pretende?), los problemas en los que se ven inmersos los alumnos (¿qué les ocurre al acabar la carrera?).

### **2.1. Aspectos globales**

Un médico de principios de siglo tendría muchos problemas para adaptarse a un quirófano de un centro sanitario de nuestra época, en cambio un profesor no tendría apenas dificultad para dar clases en un aula actual, pudiendo pasar totalmente desapercibido impartiendo materia en la pizarra con una simple tiza. Algo está cambiando en la universidad en general y en la docencia en particular, pero la formación docente del profesorado sigue siendo sigue una asignatura pendiente. A pesar de los considerables progresos de la psicología del aprendizaje los métodos didácticos que utilizan muchos profesores en las universidades han quedado instalados permanentemente en la ineficacia. En general se da por supuesto que dominar la asignatura es suficiente para enseñarla bien, y sin embargo desgraciadamente, en nuestro país, el profesorado de mayor nivel académico y científico no es siempre el mejor formado pedagógicamente. Podemos afirmar que el profesorado universitario generalmente aprende su función

docente a través de un proceso intuitivo, autodidacta y que sigue la rutina de sus mayores, usando información de su propia experiencia como estudiante, como profesor y del intercambio de experiencias con sus colegas. Es como si la formación para ejercer la medicina se adquiriese siendo paciente durante mucho tiempo, practicando luego con enfermos, mediante ensayo y error, y comentando con los colegas en el bar el resultado de sus operaciones.

Lo que pretendemos decir, es que la docencia debería haber evolucionado para adaptarse a las nuevas tendencias tanto de enseñanza como sociales y que la función docente necesita de una preparación previa. Ya que la manera de pensar y de actuar a cambiado, y a un ingeniero, cuando acaba la carrera, ya no se le pide lo mismo que hace unos años.

Por lo general, en el desarrollo docente en la Ingeniería Electrónica se acostumbra a abusar de baterías de expresiones matemáticas. Si bien las expresiones matemáticas son de indudable utilidad, tanto en procesos de análisis como de síntesis de sistemas electrónicos, no nos tenemos que limitar a los modelos matemáticos, olvidando la importancia de caracterizaciones basadas en propiedades cualitativas, como: función, comportamiento a determinados estímulos, estructura. En realidad, son estos procesos de razonamiento cualitativo y funcional son los que perduran en la memoria a largo plazo, y su potenciación ayuda a la construcción de estructuras mentales tanto cognitivas como meta-cognitivas.

## **2.2. Carencias con las que se encuentra el alumnado en la actualidad**

A continuación se proporciona una relación de carencias que se presenta en la mayoría de alumnos inexpertos durante el proceso de resolución de problemas:

- En general, los razonamientos empleados no son metódicos, lo que les lleva a utilizar demasiados nodos en sus redes conceptuales y a hacer servir excesiva memoria.
- A menudo, ante problemas reales o teóricos, plantean hipótesis superfluas, que no le facilitan la acotación óptima de las soluciones.
- A veces, muestran poca habilidad en el tratamiento y filtrado de la información.
- Tienen dificultad en plantear hipótesis simplificadoras que permitan ser corroboradas en procesos fiables y razonables.
- Generalmente, no suelen emplear adecuadamente los recursos matemáticos, ni las técnicas de análisis.
- A veces, no analizan los resultados obtenidos, ni aun cuando los resultados son absurdos; es decir, no se realiza un análisis dimensional o de órdenes de magnitud que permitan detectar errores en el proceso de solución.
- A menudo, no atienden a la topología del sistema, cuya información implícita ayuda a reducir el esfuerzo en la búsqueda de soluciones.
- En general les falta dominio en el uso del lenguaje técnico.
- En su mayoría muestran claras deficiencias en la de profundización en el análisis y, sobre todo, de creatividad.
- Tienen graves carencias meta-cognitivas.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Tradicionalmente el estudiante de Ingeniería adquiriría un perfil de persona interesada en:

- Manipular.
- Diseñar.
- Construir.
- Fabricar.
- Proyectar.
- Elaborar.
- ...

El Ingeniero debe tener una serie de capacidades y aportar una serie de aptitudes como: “aplicar los conocimientos científicos necesarios a la invención, al perfeccionamiento o a la utilización de las técnicas en todas sus determinaciones en el campo industrial. Se ocupa también del aspecto técnico de la fabricación de mercaderías o del aprovisionamiento de servicios a la colectividad; todas estas relaciones siempre habían sido desarrolladas sobre el compromiso “función-precio”. Sin embargo pensamos que hoy en día se deben añadir nuevos compromisos tales como:

- Tecnología compatible con el medio ambiente.
- Tecnología ergonómica (es decir, para mejorar la calidad de vida del ser humano).
- Tecnología ajustada a las normativas dictadas por las leyes.

Por lo tanto nuestra pregunta sería si es posible elaborar unas herramientas multimedia que engloben unas determinadas técnicas, que sean capaces de mejorar el rendimiento académico, el aprendizaje significativo de los alumnos, su motivación por la asignatura y sobre todo su nivel meta-cognitivo, formando a un Ingeniero capaz de desenvolverse en el marco de la Sociedad de la Información en la cual estamos inmersos y que tienda a la del Conocimiento, que es hacia la cual deberíamos ir.

## **4. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA: UTILIZACIÓN DE MÉTODOS CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS**

### **4.1. Tipos de investigación educativa**

Inicialmente en la investigación educativa se hablaba de pedagogía experimental (Bisquerra, 1989 y 2004) y se aplicaban métodos cuantitativos que se centran en la relación estímulo-respuesta. No obstante, a medida que se amplían los objetivos de la investigación y se desarrollan metodologías adecuadas a cada caso, se centra la investigación en los procesos que tienen lugar en la intervención educativa. Por esto, se suele definir la investigación científica por su finalidad y medios que utiliza para su investigación. La finalidad científica de la investigación educativa consiste en describir leyes o generalizaciones acerca de la conducta, que son utilizadas para formular predicciones y controlar situaciones o acontecimientos dentro de situaciones educativas (Travers, 1971 y 1978).

La investigación en Educación tiene características propias, que se originaron en el desarrollo de la pedagogía experimental. En la actualidad se considera la investigación didáctica como una metodología de carácter más amplio que la propia pedagogía experimental. La pedagogía experimental quiere planificar, controlar, sistematizar y medir aspectos importantes en la Educación. Combina las características de la educación científica y la investigación social y etnográfica. La investigación científica, de carácter hipotético-deductivo, se entiende como investigación sistemática, controlado, empírica y crítica de proposiciones hipotéticas acerca de las relaciones entre los fenómenos naturales. La investigación social y etnográfica persigue la elaboración de un marco comprensivo de las relaciones sociales y los factores que intervienen en ellas.



La investigación en ciencias sociales y humanas, y por consiguiente en la Educación, tiene dificultades especiales respecto a otras investigaciones. Es por ello que previo al diseño de la presente investigación se han consultado diferentes autores, desde un clásico como es Travers (1971, la edición original inglesa es de 1958), pasando por (Popkewitz, 1988; Blández, 1996; Latorre et al, 1998; Maykut et al. 1999; Rosado y Ayensa, 2001; Latorre, 2003; Mcmillan y Schumacher, 2005), y más recientemente (Vasilachis, 2006; Medina et al., 2008, y Blázquez, 2009)

Las dificultades vienen marcadas por el hecho de ser el hombre el objeto y el sujeto de la investigación. Por un lado, existen dificultades en la propia experimentación, ya que en el hombre y en la sociedad se producen cambios constantes. Por otro lado, surgen problemas de tipo ético y moral, ya que las personas no se someten a cualquier tipo de experimento ni se pueden elegir las condiciones de la experimentación. En general, se consideran tres formas de experimentación científica en la investigación educativa, atendiendo al lugar donde se producen (Pérez Álvarez, 1995):

1. *Experimento de laboratorio*: consiste en aislar a un individuo o a un grupo en un ambiente artificial, donde se aplican ciertos estímulos y se controlan las respuestas. El objetivo de esta investigación es conseguir un máximo control de las variables. Este tipo de experimentación presenta problemas éticos. Además. Las condiciones del laboratorio no se dan en la vida real, por lo que se limita la validez y alcance de los resultados.
2. *Experimentación de campo*: consiste en analizar los sucesos o comportamientos de las personas, de forma individual o colectiva, en su ambiente natural, al manipular alguna de las variables. Tiene la ventaja de efectuar la experimentación en

situación real o próxima a ella. Su inconveniente es que, de las múltiples variables que intervienen, sólo es posible un control de algunas de ellas.

3. *Experimento natural o investigación naturalista*: consiste en determinar las variables que han intervenido en sucesos reales que importen a los objetivos de la investigación. Se trata de una experimentación donde el investigador no manipula las variables, sino que trata de establecer la relación entre éstas a través de la observación de los hechos producidos, mediante el control de numerosos datos. En este tipo de experimentación se encuadra la investigación *ex post facto*.

Nuestra investigación no se debe incluir en el primer grupo (experimento de laboratorio), ya que las experiencias tienen lugar en el ambiente natural, el aula. Tampoco se incluye en la investigación naturalista, ya que las variables se manipulan (en este caso se trata de estudiar el efecto de la aplicación de un modelo de evaluación y tutorización en el proceso de enseñanza y en los resultados producidos).

Por tanto, nuestra investigación pertenece a la experimentación de campo, ya que se realiza en el aula de clase, donde no se modifican más que ciertas variables, relacionadas con la aplicación del modelo de evaluación. Si se atiende a los objetivos y al nivel de profundidad y rigor de la investigación, que está limitada por las condiciones de la investigación y el control o manipulación de las variables, se distingue entre investigación exploratoria, descriptiva y experimental.

1. *Investigación exploratoria*: consiste en reunir información sobre un problema determinado con el fin de establecer cuales son las

variables que intervienen, obtener conclusiones, que sean aceptadas como hipótesis en posteriores investigaciones, y determinar las posibilidades prácticas para poder realizar con posterioridad una investigación rigurosa. En este tipo de investigaciones en Educación es frecuente el empleo de técnicas exploratorias como los cuestionarios de opinión, la entrevista, etc.

2. *Investigación descriptiva*: trata de conocer e interpretar un fenómeno, una situación o una realidad, con la finalidad de modificarla. Las variables deben estar identificadas y determinadas a priori. Es un tipo de investigación que utiliza una metodología cualitativa, que explicaremos más adelante.
3. *Experimental*: tienen por objeto establecer leyes generales referidas al grupo experimental. Intenta comprobar la relación entre las variables que intervienen, mediante la modificación o manipulación de una variable (variable independiente). Utiliza una metodología cuantitativa, cuyas características tratamos en el apartado siguiente.

Las diferentes metodologías que intervienen en la investigación en Educación, que dependen de la naturaleza del problema que se aborda, tienen en común el interés por emprender un problema, relacionado con la Educación de forma sistemática. Un ciclo habitual en las investigaciones educativas parte de situaciones problemáticas que vienen del análisis de situaciones abordadas en anteriores investigaciones. El diseño de la metodología de estudio depende del problema a tratar e investigar y la formulación de hipótesis se basa en los objetivos definidos en el problema y

no a priori. Mediante el análisis de resultados podemos dar unas conclusiones y la formulación de nuevos problemas.

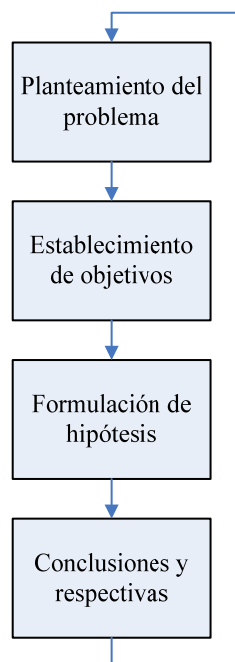


Figura 10.2. Ciclo de investigación educativa

El diseño experimental y la metodología empleada dependen de los objetivos que fijamos y del tipo de experimentación que podemos realizar. Pero, dada la complejidad del proceso de enseñanza / aprendizaje, no existe una sola metodología ni una manera única de elaborar el diseño de investigación en el área educativa. Dentro de la amplia gama de diseños, basados en métodos diversos de investigación, nosotros mencionaremos aquí los diseños experimentales cuantitativos, cualitativos, cuasi experimentales y la investigación *ex post facto* (Bisquerra, 1989), cuyas características describimos seguidamente. En la figura 10.2 se representa un esquema de un ciclo general de investigación educativa (Rosado y Ayensa, 2001).

## 4.2. Metodología cuantitativa

La condición de científica exige de la investigación educativa que cumpla unos requisitos o características, que se recoge en lo que se llama “método científico”. Sin embargo, el método científico no es un método rígido ni cerrado, sino que admite diversas interpretaciones metodológicas. Cualquiera que sea el enfoque metodológico, suelen darse una serie de fases en la investigación científica. En el esquema de la figura 10.3 se muestran las fases habituales de una investigación científica (Bisquerra, 1989).

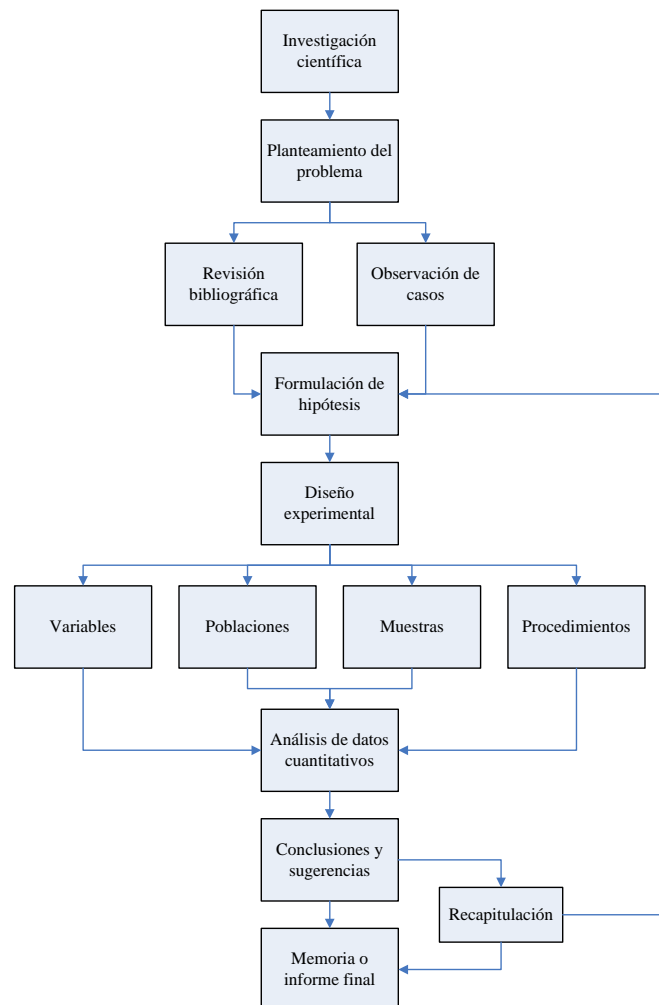


Figura 10.3. Esquema de las fases de la investigación experimental

El diseño experimental cuantitativo es un enfoque tradicional de la investigación próximo a las metodologías empleadas por las ciencias experimentales. Se caracteriza por el control de las variables cuantitativas (cuantificables mediante valores numéricos), y la medida de resultados (Bisquerra, 1989; Sierra Bravo, 1991, 1996, Corbeta, 2003). En este tipo de investigación el resultado se expresa mediante una ecuación matemática que da la relación entre las variables.

Las variables cuantitativas se manipulan a voluntad, de modo que se mantienen constantes en cada serie de experiencias (todas las variables independientes menos una), y se estudia el efecto de la variación de ésta sobre las variables dependientes. El análisis de los datos conduce a la obtención de una expresión matemática que relaciona las variables. Las muestras sobre las que se trabaja se proporcionan de forma aleatoria, por algún método estadístico adecuado, ya que se trata de buscar una ley de comportamiento generalizable a toda la población.

Este tipo de investigación es usual en investigación de tipo proceso-productivo en donde se busca una relación causal entre variables, esto es, se trata de una investigación que intenta establecer la condición causa-efecto (Blández, 1996). Por ejemplo, una investigación dirigida hacia el estudio de la eficacia de un procedimiento de enseñanza determinado, busca establecer si este produce mejores resultado que otro, que se mide a través de la evaluación con pruebas de conocimiento (declarativo o procedimental, según proceda, atendiendo a las hipótesis emitidas).

La variable independiente es, en el ejemplo, el procedimiento de enseñanza, y la variable dependiente es la calificación obtenida en las pruebas a que se someten los alumnos, tras el proceso de aprendizaje. Hay que definir la población objeto de estudio y decidir el sistema de muestreo.

Después se llevaría a cabo la experiencia, controlando una serie de variables independientes y variables extrañas. También debe establecerse qué tipos de pruebas son adecuadas para medir el rendimiento y, tras realizar la experiencia con los grupos de muestras, grupo experimental y de control, comparar los resultados obtenidos con las pruebas de conocimiento (Martínez, 2002).

En la investigación que estamos desarrollando, ya que en el planteamiento del problema nos preguntamos si podemos desarrollar una metodología (en nuestro caso una multimetodología) para mejorar el rendimiento académico, el aprendizaje significativo de los alumnos, su motivación por la asignatura y sobre todo su nivel de meta-conocimiento. Para ello será preciso delimitar que se entiende por “aprendizaje significativo”, por “motivación” y por “meta-conocimiento”, y el modo de cuantificarlos de algún modo, a fin de poder comparar los grupos experimentales con los grupos de control.

También habrá que cuantificar la equivalencia entre el estado cognitivo de unos grupos de alumnos y unos otros. Por ello, en esta investigación es preciso utilizar métodos cuantitativos. Pero como veremos, esta perspectiva no es suficiente para verificar si mejoran el “aprendizaje significativo”, la “motivación” y el “meta-conocimiento”, para poder interpretar los procesos y la mejora de estos.

### **4.3. Metodología cualitativa**

La metodología cualitativa, destinada al análisis de las relaciones sociales, persigue la interpretación de los hechos y la descripción de los acontecimientos que tienen lugar en el proceso educativo (Sandín, 2003). Emplea técnicas de recogida de datos propias, como los estudios de casos,

entrevistas en profundidad, observación de los participantes, grabaciones en audio y en video, confección de diarios, etc. La triangulación es una técnica de análisis de datos, característica de esta metodología (Cook y Reichardt, 1986).

La investigación cuantitativa pura o primaria es insuficiente en el estudio de las relaciones humanas, dada su complejidad. Es imposible aplicar el paradigma de causalidad, en el estudio de las relaciones educativas. Por ejemplo, no es posible mantener todas las variables constantes menos una -la independiente, sujeta a manipulación-, dado que el número de variables que intervienen en el proceso de enseñanza/aprendizaje es elevado, y existen muchas relaciones desconocidas e incontrolables que impiden la reproducción del experimento en las mismas circunstancias (Morales, 1992).

Según Erickson (1977), la investigación cualitativa es imprescindible en el estudio de las relaciones sociales:

*“Lo que la investigación cualitativa hace mejor es, esencialmente, describir incidentes clave en términos descriptivos funcionalmente relevantes y situarlos en una cierta relación con el contexto social más amplio, empleando el incidente clave como un ejemplo concreto del funcionamiento de principios abstractos de organización social.”*

La investigación cualitativa se denomina también investigación interpretativa, dado que trata de conocer el contexto y significados locales de un hecho relacionado con la Educación. La investigación cualitativa se centra en la descripción de hechos observables, de cierta complejidad, que



no son cuantificables numéricamente; y cuya interpretación requiere de la descripción del contexto en que se dan (Rosado y Ayensa, 2001). La perspectiva cualitativa de la investigación persigue la comprensión de la realidad, o explicación de fenómenos sociales, cuya complejidad hace imposible un diseño experimental que contemple el control de todas las variables que intervienen.

Hoy se acepta que ambas perspectivas -cuantitativa y cualitativa- son complementarias y han de integrarse en la investigación educativa (Wittrock, 1987; Cook y Reichardt, 1986; Morales, 1992; Rosado y Ayensa, 2001), dada la insuficiencia de cada perspectiva tomada de forma aislada. Morales (1992) señala de forma expresiva la insuficiencia de la investigación cuantitativa pura en investigación educativa:

*“La visión clásica de la investigación experimental se basa en confirmar que las variables A, B, C, etc., producen X. El modelo clásico más sencillo es el diseño experimental con pretest y grupo de control. La investigación evaluativa se basa en este paradigma. Pero esta condición es muy simple. Puede suceder que A, B, C, sean condiciones suficientes pero no necesarias para que se cumpla X; que otras variables puedan producir el mismo efecto; etc. El paradigma para concluir causalidad está tomado de las Ciencias Físicas: las mismas circunstancias producen los mismos efectos. Pero en la realidad social y humana hay otras cosas que interfieren.”*

...

*“En el caso típico de la evaluación de un método, el profesor no sólo aplica el método, además conoce qué pasa con cada*

*alumno, como debe relacionarse con alumnos concretos, etc.; no se trata de aplicar un método. Y esto lo saben bien los padres cuando buscan un profesor determinado, más que un método determinado.”*

La investigación cualitativa es, sobre todo, una investigación de los procesos que tienen lugar en la Educación. Está orientada a la interpretación del significado de los acontecimientos y de las interacciones. En la investigación social interpretativa sobre la enseñanza se centra la atención en la ecología social, en su proceso y en su estructura (Wittrock, 1989). Esto es, se trata de una investigación de campo, en la que el investigador centra la atención en la organización del aula, las relaciones entre los participantes, y en los “significados locales” de los acontecimientos que tienen lugar en los “grupos naturales” que constituye una clase. En general, la metodología cualitativa sigue las fases:

- Planificación, que incluye los objetivos y delimitación de los fenómenos y relaciones a observar.
- Observación y recopilación de datos, mediante técnicas e instrumentos de observación y registro, respectivamente.
- Análisis de los datos, su interpretación y obtención de conclusiones.
- Redacción del Informe o Memoria final.

La combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos permite conocer el producto y el proceso (Cook y Reichardt, 1986 y Vasilachis, 2006). Las técnicas de investigación en el área cualitativa y cuantitativa han de combinarse en el estudio del mismo problema. Una y otra se complementan, de modo que estudian aspectos diferentes, cuyos resultados dan una información más precisa sobre la misma cuestión.

#### **4.4. Multimetodología**

Cuando se habla de metodología científica, no nos referimos a ella como si se tratara de un método (único), ya que la afirmación niega la propia naturaleza de la Ciencia. No existe un método de investigación, en el sentido de que no existe un conjunto de procedimientos perfectamente definidos, destinados a desarrollar investigaciones. No hay métodos para inventar reglas, sino una estrategia de la investigación científica (Bunge, 1983; y Rosado y Ayensa 2001) y ciertas características comunes en la metodología. Se ha indicado ya que las características comunes que distinguen toda investigación son la objetividad y el empirismo, no un método de trabajo.

La existencia de una estrategia de la investigación quiere decir que sigue una serie de pautas y orientaciones generales. Estas se emplean en el planteamiento del problema de investigación, la formulación de hipótesis precisas y diseño de las experiencias destinadas a la contrastación experimental o la búsqueda de materiales empíricos que permitan resolver el problema planteado.

En toda investigación se utilizan procedimientos específicos que se adaptan a la naturaleza del problema que pretende investigarse (son las técnicas de investigación específica). Durante mucho tiempo se ha considerado como única investigación científica la investigación cuantitativa, propia de las ciencias experimentales, menospreciando la investigación cualitativa, propia de las ciencias sociales.

Como solución al sesgo que conlleva cada una de las perspectivas, se ha indicado la necesidad de conjugar las perspectivas cualitativa y cuantitativa (Cook y Reichardt, 1986; Kerlinger, 1987; Cohen y Manion,

1990; Sandín, 2003 y Vasilachis, 2006). Aún así, conviene precisar en qué tipo de estudio predomina una y otra. Los métodos de investigación cualitativos predominan en el estudio de los procesos individuales y sociales de aprendizaje; y los cuantitativos en las investigaciones destinadas a comprobar el efecto producido por una técnica o un método. Entre los primeros, citamos las interacciones alumno-alumno y alumno-profesor, y otras variables que se estudian bajo técnicas etnográficas; entre los segundos, el estudio del tipo proceso-producto, esto es, comprobación del resultado al manipular una variable, manteniendo constantes los demás (por ejemplo, contrastar el efecto sobre el aprendizaje del uso del ordenador, en experiencias de laboratorio controladas por ordenador). Una combinación de ambas perspectivas -cualitativa y cuantitativa- es imprescindible al evaluar los efectos de los cambios introducidos en el aula.

Dentro de las tendencias actuales, en métodos de investigación educativa, además de las descritas (metodología cuantitativa y cualitativa), destacan el meta-análisis, los diseños cuasi experimentales y la ingestación *ex post facto*. En la presente investigación no tiene sentido de hablar del meta-análisis, ya que consiste en realizar un análisis secundario sobre los resultados o datos de otras investigaciones, ni de la investigación *ex post facto*. La investigación *ex post facto* se realiza a posteriori y no se manipulan variables independientes. Suele tratarse de “experimentos de campo”, donde se observa la situación real, pero no se ejerce el mismo control sobre las variables independientes (Bisquerra, 1989) dado que, además la emisión de hipótesis y diseño de las experiencias e instrumentos de medida, se manipulan variables y se analizan los resultados.

El diseño más adecuado para la presente investigación es el diseño cuasi experimental. Este tipo de diseño se emplea en estudios en los que no puede llevarse a cabo un diseño experimental, porque se modificarían las

condiciones naturales que se dan en el aula. En el diseño cuasi experimental, las muestras constituyen grupo naturales, por ejemplo, un grupo de alumnos sobre el que se aplica el diseño experimental. En consecuencia, no se aplica el principio de asignación aleatoria de los sujetos a los grupos. Esto implica que no hay equiprobabilidad de inclusión entre los sujetos de la muestra (muestra experimental) y los del grupo de control (Cohen y Manion, 1990).

La investigación *ex post facto*, es una investigación que se realiza a posteriori, en la que no se manipulan las variables independientes. Suele tratarse de experimentos de campo en ambiente natural, en los que se observa la situación real, pero no se ejerce el mismo control sobre las variables independientes como en los experimentos de laboratorio (Bisquerra, 1989, y Rosado y Ayensa 2001).

Las técnicas de investigación que combinan varios métodos, por eso se dice que se trata de Multimetodología (Rosado y Ayensa, 1997 y 2001), comprenden diversos procedimientos: de revisión de datos archivados investigación *ex post facto* y meta-análisis, que no interactúan con el proyecto, diseños cuasi experimentales para grupos de alumnos de un aula, empleo de técnicas de recogida de datos cualitativos y cuantitativos (como pruebas escritas abiertas o compresivas, test o pruebas cerradas, escalas y encuestas) y, de mayor interacción con los participantes, observación y entrevistas. En la observación se emplean técnicas etnográficas (características del espacio físico, de los miembros del grupo, de la ubicación en el aula, de los sucesos, de las interacciones, etc.) y medios técnicos, audio y video grabación. La combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos permite conocer, por ejemplo, cual ha sido el resultado final después de aplicar un programa de enseñanza y, sobre todo cuál ha sido el proceso que ha tenido lugar. El esquema de la figura 10.4 es una síntesis que expone los tipos de investigación, en el que se incluyen las

técnicas o procedimientos que combinan ambas perspectivas y las fases comunes a todas ellas.

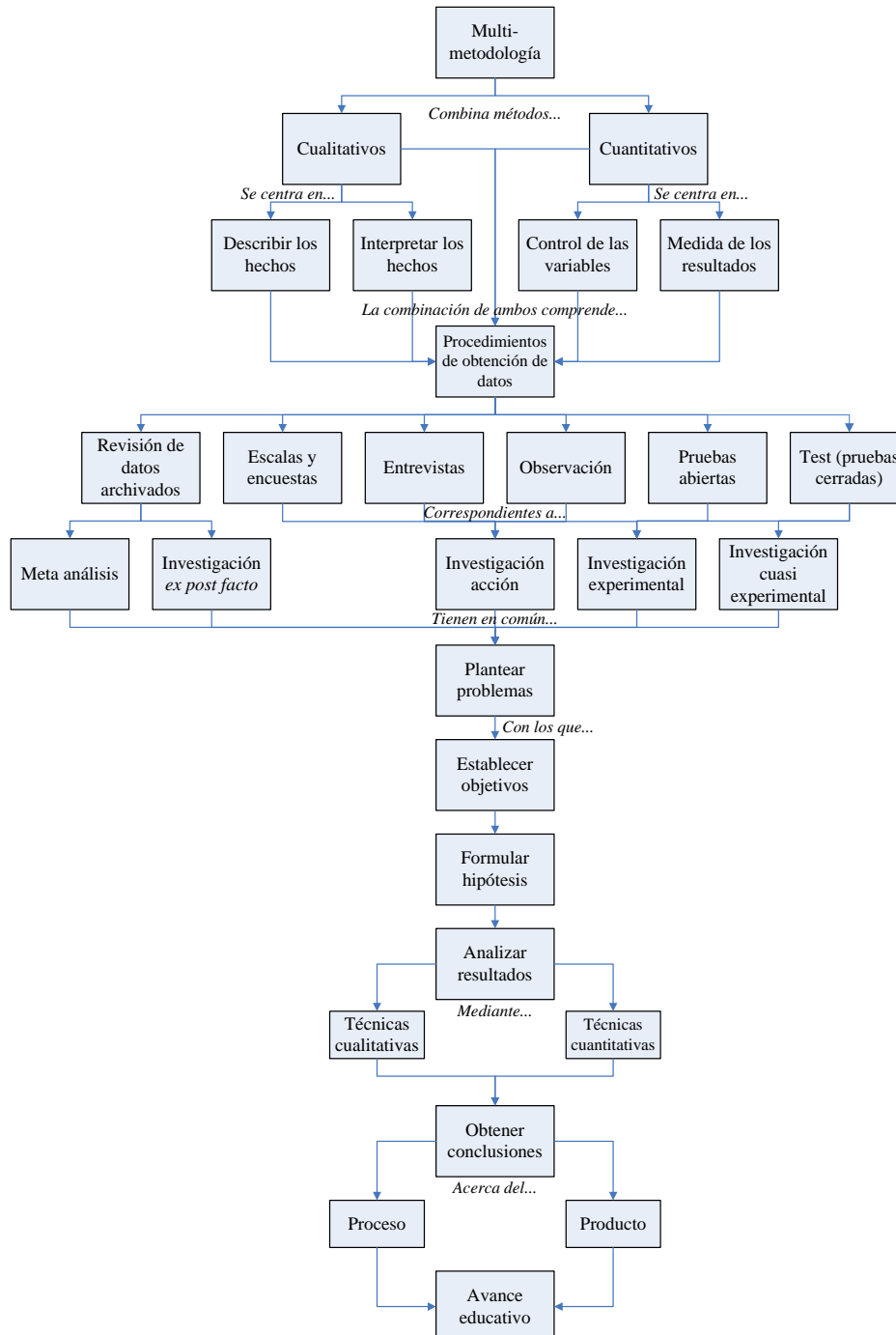


Figura 10.4. Combinación de la perspectiva cualitativa y cuantitativa

## **5. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN Y TÉCNICAS**

La investigación meta-cognitiva encuentra un problema notable en los métodos utilizados para descubrir el conocimiento meta-cognitivo o para discernir las estrategias empleadas en las tareas intelectuales (Barrero, 2001). Las características más notables de la metodología actual de exploración de los procesos meta-cognitivos son las siguientes:

- No se emplea una única técnica o instrumento. Las ventajas de una técnica suelen ir acompañadas de inconvenientes. La alternativa que proponen Cavanaugh y Perlmutter (1982) es que para aumentar la fiabilidad de los datos sobre la meta-cognición se deberán usar diversas técnicas a la vez para conseguir “medidas convergentes de la variable que interesa estudiar”.
- Los proyectos de las investigaciones incluyen varias actividades complementarias en fases secuenciadas.
- Las actividades de exploración y evaluación de los procesos meta-cognitivos y estrategias se diseñan y programan en el contexto de un programa de entrenamiento.
- La metodología se caracteriza por acercarse lo más posible en sus planteamientos al paradigma experimental en sus modalidades de bivariación y experimentos multivariados.

En la consideración de las variables se puede hablar de dos planteamientos más frecuentes:

- El planteamiento de Biggs (1987), que considera tres grandes productos de variables:
  - Independiente: incluyen los factores personales (aptitudes, procesos, estilos cognitivos, factores de personalidad y

- conocimientos del sujeto) y situacionales (naturaleza, contenido y dificultad de la tarea, así como el contexto en el que se presenta y evalúa).
- Interviniente: incluyen las estrategias y los factores afectivos.
  - Dependiente: será la ejecución, el resultado del aprendizaje.
  - El planteamiento de Bernad (1991), que considera tres tipos de variables:
    - Asignadas: serían aquellas que quedan reflejadas ampliamente en las estrategias o procesos de aprendizaje.
    - Dependientes serían el rendimiento académico de los alumnos (notas o calificaciones).
    - Moduladoras serían las dimensiones del contexto: el modelo didáctico del profesorado, el nivel de curso académico de los alumnos, ciclo, etc.

### 5.1. Técnicas utilizadas en la investigación

Las técnicas usadas en esta investigación son las siguientes:

- *Introspección*: uno de los métodos más frecuentemente usados es el de la propia información de los alumnos basada en la introspección. Básicamente consiste en animar al alumno a explicar los procesos y métodos que ha utilizado en la resolución de la tarea.
- *El estudio del protocolo*: es decir, de las respuestas escritas o grabadas de los alumnos, de sus producciones escritas, comentarios, ensayos o exámenes.
- *Inventarios*: el modo de aprender de los estudiantes y su empleo de las estrategias son explorados también mediante inventarios de reciente elaboración. En los apartados correspondientes nos



detendremos en el inventario de estrategias de aprendizaje y estudio (LASSI) de Welnstein, en el inventario de enfoques hacia el estudio de Entwistle y en el inventario del estudio en la escuela (IDEE) de Selmes.

- *Pruebas de alternativas múltiples*: como un conjunto de “cuestiones para medir el aprendizaje de conocimientos meta-cognitivos” por parte de los alumnos. Se trata de cuestiones cuyas respuestas serán correctas o incorrectas, y no tan sólo aceptables desde el punto de vista del sujeto.
- *Acciones para descubrir las estrategias de aprendizaje*: Flawel (1977) desarrolló una técnica no verbal para evaluar el conocimiento de los alumnos en el uso de la memoria. Para ello se les muestran una serie de láminas. Los alumnos demuestran su juicio comparativo ordenando las láminas según el grado de dificultad de las tareas mostradas en ellas.
- *Métodos indirectos*: para descubrir las formas de pensar de los alumnos, como son el “análisis de los errores” que cometen al razonar y los *cloze task* (textos con lagunas) que son párrafos de los que se han extraído determinadas palabras, debiendo los alumnos suplir las palabras que faltan en base al sentido que proporciona el contexto.
- *Enseñar a otros alumnos*: otra técnica utilizada es la de proponerles que enseñen a otros alumnos (monitorización).
- *La entrevista meta-cognitiva*: estará más o menos estructurada en función de la tarea que se le asigne y del cuestionario correspondiente.
- *Los cuestionarios de autor respuesta*: constituyen el instrumento que aparece en múltiples modalidades y en varias fases de la investigación meta-cognitiva. Se elaboran cuestionarios para estructurar la entrevista meta-cognitiva, para orientar los

informes verbales, para las producciones sobre el contenido del texto, que servirán de base para el análisis de protocolos, para servir de guía en las actividades de los programas de entrenamiento. Los cuestionarios podrán ser de respuesta cerrada (SI-NO), de respuesta abierta, etc. Sus criterios de elaboración serán la búsqueda de datos objetivos y contrastables, y la necesidad de adaptarse a las manifestaciones espontáneas de los procesos meta-cognitivos y estratégicos de los alumnos.

## **5.2. Procedimientos en las investigaciones**

Vamos a ver los procedimientos más representativos.

### *5.2.1. El procedimiento de Ference Marton*

Ference Marton (1988) se interesó por “la forma en que abordaban los estudiantes la tarea cotidiana de leer un artículo académico”. Para ello la autora y sus colaboradores debían examinar las diferencias en los tipos de comprensión reflejados en las respuestas de alumnos a preguntas acerca de lo que habían aprendido.

La tarea inicial de la investigación era la de leer un artículo científico lo más parecido posible a los materiales de estudio. Por otra parte se procuraba que la tarea fuera asumida por el alumnado como una tarea concreta y cotidiana ya que producen descripciones más fiables y de más fácil interpretación. Los estudiantes disponían de todo el tiempo que necesitaran y también se les permitía tomar notas.

Una vez leído el artículo se les hacía en primer lugar una pregunta de carácter general: “trata de sintetizar el artículo en una o dos oraciones”. A

continuación se les pedía que respondieran a preguntas más específicas a cerca del contenido del artículo, en base al cuestionario correspondiente. De este modo los investigadores tenían ante sí los pequeños “ensayos” de los alumnos, protocolos cuyo análisis permitiría explorar el nivel de comprensión alcanzado. Para el análisis de protocolos se acudió a la propuesta de Biggs y Collis, esto es, el esquema clasificatorio de los niveles de comprensión denominado SOLO (*Structure of the Learning Outcome*).

Después, se interrogaba a los estudiantes sobre la forma en que habían abordado la tarea. Se trataba de la realización de la “entrevista” que más tarde se denominará “meta-cognitiva”. Las respuestas se analizaron, interesados especialmente en la forma en que tales procesos se relacionaban con el grado de comprensión alcanzado.

Un concepto fue apareciendo: el concepto de enfoque, y en base a este concepto, surgían dos agrupamientos distintos, los correspondientes a enfoques de aprendizaje profundo y superficial.

### 5.2.2. *El procedimiento de Noel Entwistle*

Noel Entwistle (1988), propone “un experimento de aprendizaje”. La actividad tiene tres partes:

- Lectura de un libro científico. Se le explica al alumno que debe abordar la tarea de forma concienzuda, como cuando estudia, pudiendo tomar notas y sabiendo que posteriormente se le formularán una serie de preguntas referentes a la lectura.
- Responder, sin detenerse demasiado a pensar, una vez terminada la lectura del capítulo.
- Responder al cuestionario sobre el capítulo leído.

Entwistle propone el procedimiento a seguir en la valoración de los resultados de cada una de las partes:

1. Propone la corrección del inventario y consideración de las puntuaciones, recogidas en el apartado en que estudiamos detenidamente este instrumento.
2. En cuanto a las contestaciones al cuestionario sobre el contenido del artículo, propone que sean clasificadas según el esquema de Fransson (1977), recogido en el apartado de estudio de protocolos.
3. La contestación a la tercera cuestión sobre la forma de abordar la tarea será analizada según el planteamiento de Marton de enfoque profundo y superficial.

### 5.2.3. *El procedimiento de Ian Selmes*

Ian Selmes (1987) planifica su investigación en función de la consecución de ciertos objetivos:

- Comprender qué factores influyen sobre los enfoques de las tareas que asumen los alumnos.
- Comprender cuáles son las exigencias de las tareas que deben seguir.
- Comprender cuál es el modo en que los alumnos emprenden su estudio.
- Descubrir cómo se pueden mejorar las habilidades de los alumnos para el aprendizaje.

A través de las entrevistas correspondientes, los alumnos efectuaron las descripciones de los enfoques de las tareas en las diversas asignaturas.

Las similitudes y contrastes manifestadas por los alumnos podían reconocerse con rapidez en las características de definición y categorías de los enfoques:

- Enfoque profundo: integración personal, interrelaciones.
- Enfoque superficial: aislamiento, memorización, pasividad.

A partir de las conclusiones conseguidas Selmes diseñó su programa “aprender a aprender”, de entrenamiento de las habilidades para el estudio. Para evaluar los resultados del curso experimental y precisar los cambios producidos en los alumnos, Selmes elabora algunos cuestionarios breves de autor respuesta y el “inventario del estudio en la escuela”.

### **5.3. Técnicas e instrumentos**

#### *5.3.1. El auto-informe*

Se trata de una técnica usada frecuentemente en la exploración de los procesos meta-cognitivos y en la evaluación de las estrategias. El auto-informe consiste básicamente en la verbalización por parte del sujeto de los propios procesos cognitivos que sustentan y acompañan a la ejecución de una tarea.

La verbalización de los propios procesos, tal como acceden a la conciencia del sujeto, es estimulada y solicitada, por parte del investigador en situaciones y modos diversos. La verbalización se programa en una de estas tres modalidades: verbalización simultánea al proceso, verbalización inmediatamente posterior a la tarea y verbalización sin la referencia a tareas inmediatamente realizadas.

El tipo de verbalización que más se programa en alumnos suele ser la inmediatamente posterior a la tarea, dentro de un proceso que incluye otras etapas en la actuación de la investigación.

### 5.3.2. *Pruebas de alternativa múltiple*

Paris, Cross y Lipson (1984) elaboraron una serie de preguntas de alternativa múltiple que encierran gran interés desde nuestro punto de vista. Se trata de cuestiones a las cuales el sujeto ha de responder, dando una respuesta que será acertada o desacertada puesto que las alternativas a cada cuestión son correctas o incorrectas, o al menos pueden ser ordenadas según un grado de calidad objetivo.

Los autores elaboran estas cuestiones en el contexto de un programa de información y entrenamiento sobre meta-cognición y estrategias de lectura, para evaluar el conocimiento adquirido por los alumnos gracias al programa de entrenamiento y poder confirmar la hipótesis de la investigación, esto es, que se puede aumentar la comprensión lectora de los alumnos promoviendo en ellos el conocimiento sobre la existencia de estrategias para la lectura, su empleo y validez.

Paris, Cross y Lipson señalan que podemos distinguir dos dimensiones fundamentales en la meta-cognición: el conocimiento sobre el conocer y el pensamiento autodirigido. El conocimiento sobre el conocer incluye el pensamiento declarativo, el conocimiento procedural y el conocimiento condicional. De esta forma, el objetivo de la instrucción será enseñar a los alumnos cuándo, por qué y cómo utilizar diversas estrategias de comprensión, de forma que puedan llegar a ser lectores autodirigidos e independientes.

La segunda dimensión de la meta-cognición, la función de control o ejecutiva, se refiere a las actividades de evaluación, planificación y regulación del individuo.

Los autores estructuran, tanto el programa como la prueba de respuesta múltiple, en base a los siguientes “componentes del entrenamiento habilidades de comprensión”:

- Conocimiento de las metas de lectura, planes y estrategias:
  - Propósitos y habilidades en la lectura.
  - Estrategias de comprensión.
  - Evaluación de la tarea.
  - Formación de planes.
- Comprensión y sentido:
  - Objetivos de la lectura y clase de significados.
  - Abstracción de la información importante.
  - Ambigüedad e inferencia.
  - Organizar los puntos principales.
- Evaluación y control de la lectura:
  - Evaluación crítica.
  - Control de la comprensión.
  - Resolver los fallos de comprensión.
  - Velocidad frente a exactitud.
  - Abstraer la información del texto.
  - Revisión final.

### *5.3.3. El estudio de protocolos*

El estudio de protocolos será de gran interés para descubrir el proceso empleado por los estudiantes al abordar y realizar la tarea,

analizando a continuación, la forma en que ese proceso se relaciona con el grado de comprensión alcanzado. Así se pueden reconocer los niveles de comprensión manifestados por el alumno.

El estudio de protocolos trata de identificar las diferencias cualitativas en la forma en que los alumnos expresan su comprensión individual. Además, supone, desde una perspectiva psicopedagógica, el abandono de la evaluación en base al conocimiento de datos para abordar la evaluación de la comprensión de conceptos y principios. Así, la investigación psicológica sobre la memoria en lugar de describirla cuantitativamente, en términos de cuánta información propuesta puede recuperarse por el alumno tras la tarea de aprendizaje, debe describirse cualitativamente en términos del significado personal generado por él.

Para conseguir el objetivo del análisis cualitativo se requiere la formulación de un conjunto de categorías que describan las principales diferencias cualitativas entre sus respuestas, de modo que se puedan clasificar los distintos niveles de respuesta en términos del grado en que ha sido transformada la información por el sujeto.

Peel y sus colaboradores (1976) realizaron uno de los primeros intentos en la formulación de esas categorías al establecer la distinción entre “explicación” y “descripción”, ampliando más adelante estas categorías en diferentes tipos de explicaciones (extendidas y limitadas) y distintos niveles de descripción.

Biggs (1964 y 1968) avanzó en la creación del esquema clasificatorio con la formulación del esquema “SOLO”, para evaluar la calidad del trabajo realizado por los alumnos. Propone cinco niveles:



preestructural, uniestructural, multiestructural, relacionante y abstracto extendido.

Estas categorías o niveles describen diferentes maneras de seleccionar y procesar información en la memoria. La pregunta proporciona el estímulo que hace que se repasen los contenidos relacionados en la memoria y se produce una respuesta.

Una respuesta preestructural es aquella en la que la información producida es una repetición de la pregunta planteada, o una respuesta irrelevante. Una respuesta uniestructural presenta un fragmento de información pertinente. Una respuesta multiestructural contiene varios fragmentos de información relevante. Una respuesta relacionante ofrece la información relevante apareciendo ésta interrelacionada, y la conclusión se extrae del análisis. Una respuesta abstracta extendida no solo interrelaciona la información, sino que recurre a conceptos abstractos e ideas teóricas para dar una explicación más completa y más formal.

Pask (1976) empleó también el estudio de protocolos para investigar lo que denomina “estilos de aprendizaje holístico y serialista”.

Un estilo holístico supone una preferencia por abordar la tarea desde la perspectiva más amplia posible, utilizando la imagen visual. Así ilustraciones, analogías y anécdotas son parte esencial de un aprendizaje holístico.

Un estilo serialista supone un aprendizaje paso a paso. Apela muy poco a la imaginación visual o la experiencia personal. Su principal instrumento intelectual de comprensión sería la lógica más que la intuición.

Entwistle (1987), ante el problema de cómo categorizar el resultado del aprendizaje, propone los cuatro niveles de comprensión que corresponden a los cuatro tipos de respuesta señalados ya por Fransson (1977):

- Respuesta “orientada a la conclusión, detallada”: el estudiante resume el argumento principal del autor y expone los pensamientos y reflexiones usadas para enriquecer la comprensión personal del argumento.
- Respuesta “orientada a la conclusión, mencionada”: hay un adecuado resumen del argumento principal.
- Respuesta “de descripción, detallada”: el alumno aporta una lista de los principales puntos presentados en el artículo, pero omite como son desarrollados dentro de un argumento.
- Respuesta “de descripción, mencionada”: son presentados varios puntos aislados, algunos relevantes y otros no. Los comentarios dan a entender una impresión de confusión y de no comprensión.

## **5.4. Inventarios**

### *5.4.1. Inventario de estrategias de aprendizaje y estudio, de Weinstein*

Weinstein, con la elaboración del inventario de estrategias de aprendizaje y estudio, LASSI (*Learning and Study Strategies Inventory*; 1986, 1988), se propuso desarrollar un instrumento para diagnosticar los puntos “fuertes” y “débiles” del modo de aprender de los estudiantes y de sus estrategias de estudio. Las limitaciones de los instrumentos tradicionales se resumen en estos términos:

- Parece no haber una definición consistente de habilidades para el estudio.
- La fiabilidad de las subescalas es con frecuencia tan baja que no pueden ser usadas por separado.
- Muchas de las recomendaciones o buenas prácticas de estudio no han sido validadas empíricamente.
- No han sido validados como instrumentos de diagnóstico.
- Muchos instrumentos pueden ser falsificados fácilmente.

El inventario de Claire Weinstein, LASSI, presenta nueve escalas, las cuales se pueden reagrupar del modo siguiente:

- Escalas referidas a variables personales de índole afectiva y conativo motivacional:
  - *Ansiedad*: la escala de ansiedad se refiere a las numerosas preocupaciones acerca de la escuela, a sentirse muy preocupado de forma que ello haga difícil concentrarse, a desanimarse fácilmente en las clases, a los nervios aunque se esté preparado, etc.
  - *Actitud*: la escala de actitud se refiere a la actitud hacia la escuela, lo que esta institución supone y el interés que se siente por ella.
  - *Motivación*: la escala de motivación se refiere a la voluntad de trabajar duramente.
- Escalas referidas a un aprendizaje autónomo, autorregulado por el propio alumno, con dedicación al estudio consistente y eficaz:
  - *Programación*: la escala de programación se refiere al uso adecuado del tiempo, estar bien organizado, ser sistemático en la planificación y empleo del tiempo.

- *Concentración*: la escala de concentración se refiere a la habilidad para centrarse en la tarea, empleo de atención focalizada, escuchar atentamente y pensar sobre lo que se escucha.
- *Auto-examen*: la escala de auto-examen se refiere a la revisión de la información aprendida, de modo sistemático.
- *Estrategias para pruebas y exámenes*: la escala de estrategias para los exámenes se refiere a la preparación de tests y exámenes.
- Escalas referidas al uso de estrategias de procesamiento de la información, de integración y recuperación de conocimientos:
  - *Procesamiento de la información*: la escala de procesamiento de la información se refiere al empleo de la elaboración imaginativa y verbal, a pensar acerca de como surgen nuevas informaciones de lo previamente conocido.
  - *Selección de la idea principal*: la escala de selección de la idea principal se refiere a la capacidad de extraer las ideas clave y los puntos críticos de la información leída o escuchada.
  - *Ayudas en el estudio*: la escala de ayudas en el estudio se refiere al empleo de una aproximación amplia hacia el aprendizaje, al uso acertado de ayudas para apoyar el aprendizaje con técnicas útiles.

#### 5.4.2. *Short inventory of approaches to studying, de Entwistle*

Entwistle, en su libro *Styles of learning and teaching* (1988), nos presenta el inventario que denomina “Short inventory of approaches to studying”.

El autor propone este instrumento como medio para explorar la forma en que los estudiantes experimentan el aprendizaje en las aulas, cuya finalidad es la exploración de los procesos meta-cognitivos.

El inventario de enfoques hacia el estudio queda estructurado en base a siete escalas, con el siguiente significado:

1. Orientación de logro: recoge los ítems relacionados con los métodos de estudio organizado y la competitividad (por ejemplo: “es importante para mí hacer las cosas mejor que el resto de mis compañeros, si ello es posible”).
2. Orientación reproductora: en relación con las exigencias del programa, atentos a memorizar, por motivación extrínseca (por ejemplo: “creo que estoy más interesado en las calificaciones que pueda obtener que en las asignaturas que estudio”).
3. Aprendizaje holista: atentos a relacionar las ideas con la vida real, a proyectar el ámbito subjetivo (por ejemplo: “intento relacionar las ideas de un tema con las de otros siempre que es posible”).
4. Orientación al significado: búsqueda de sentido y significado, motivados por el interés por los temas y sus consecuencias (por ejemplo: “me encuentro a mí mismo a menudo cuestionando cosas que he oído en clase o que he leído en los libros”).
5. Aprendizaje serialista: cautos en el uso de la evidencia, interés por problemas lógicos y en la racionalidad (por ejemplo: “creo que es importante considerar los problemas de un modo racional y lógico sin dar saltos por pura intuición”).
6. Improvisación, imprevisión: énfasis en los hechos y detalles, dificultad en construir un cuadro de conjunto (por ejemplo:

“aunque generalmente recuerdo los hechos y detalles me resulta difícil encajarlos en un cuadro de conjunto”).

7. *Globetrotting* (“trotamundos”): más bien un enfoque superficial, método individualista de organizar el conocimiento, tendencia a extraer prematuramente conclusiones o a hacer generalizaciones sin evidencia suficientes (por ejemplo: “aunque tengo una idea general muy adecuada sobre muchas cosas, mi conocimiento de los detalles es un poco flojo”).

El autor, Noel Entwistle, propone clasificar las puntuaciones correspondientes a las respuestas del sujeto del modo siguiente:

- La escala A recoge las puntuaciones que indican orientación de logro, tratándose de la dimensión más significativa del enfoque estratégico.
- Las puntuaciones en la escala B describen la orientación reproductora del enfoque superficial en el aprendizaje.
- Las puntuaciones en la escala D son una expresión de la dimensión de búsqueda de significado del enfoque profundo.
- Las puntuaciones de las demás escalas se forman sumando varios totales:
  - Combinando las puntuaciones de las escalas C y G obtenemos una indicación de la tendencia hacia un estilo de aprendizaje globalista.
  - Con las puntuaciones en E y F aparece el estilo de aprendizaje del paso a paso.
  - La suma de las puntuaciones en D, C y E son un índice de un enfoque versátil en el aprendizaje.
  - La suma de las puntuaciones en B, F y G serían un índice de síntomas patológicos en el aprendizaje.

#### *5.4.3. Inventario de Estudio en la Escuela (IDEE), de Selmes*

El Inventario de Estudio en la Escuela (IDEE) fue desarrollado a partir de los resultados de la investigación sobre como emprenden los alumnos sus tareas de estudio. Selmes parte de la distinción entre enfoques profundos y superficiales del aprendizaje. La principal utilidad asignada al inventario IDEE es la de describir y medir los cambios en el modo en que un alumno enfoca las tareas del estudio y las características relacionadas con él, requiriendo su aplicación antes y después de la realización del programa de entrenamiento.

El autor extrae los ítems del inventario de la base empírica, esto es, del concepto de enfoques de aprendizaje y las influencias sobre ellos, y los agrupa en escalas a través del análisis objetivo de las respuestas de los exámenes piloto. Los 57 ítems del inventario son paráfrasis de las descripciones de los alumnos sobre cómo emprendían el estudio, y responden a la selección y agrupamiento definidos en el análisis estadístico de los 222 ítems originales elaborados por el autor.

## **6. CONCLUSIONES**

La finalidad del capítulo es el asesoramiento realizado para poder caminar hacia la formulación del problema de investigación de forma precisa. En dicho problema se plantea la posibilidad de elaborar unas herramientas multimedia que engloben unas determinadas técnicas, que sean capaces de mejorar el rendimiento académico, el aprendizaje significativo de los alumnos, su motivación por la asignatura y sobre todo su nivel de meta-conocimiento, coherente con los conocimientos que se pretende que un ingeniero tenga en la actualidad. Para ello, hemos tomado como

referencias las diferentes metodologías que se hemos utilizado desde 1991 en la impartición de diferentes asignaturas de la Universidad Politécnica de Cataluña.

Se ha resaltado que el concepto de enseñanza universitaria se puede haber quedado obsoleto en algunos aspectos. No queremos decir con esto que sea incorrecto, simplemente que al igual que todo a evolucionado incluso lo que se pedía de un ingeniero a principios de siglo no es lo que se pide ahora. Sin embargo, la forma de impartir las clases es la misma de antaño.

Por este motivo nos planteamos, como investigación previa, conocer si se precisa introducir cambios en la metodología que se lleva actualmente a cabo. Tanto los datos procedentes de le consulta bibliográfica como los obtenidos en la investigación exploratoria indican que existen todavía ciertas deficiencias y aspectos mejorables, relativos al modo en que el profesorado realiza la impartición de las clases.

Entre estas deficiencias cabe mencionar que la mayoría de los profesores basan sus asignaturas en la clase magistral pura y dura, mientras que una minoría, consciente de que la enseñanza sufre una evaluación, intenta hacer unas clases más participativas. Esto sería lo que vendríamos a denominar una clase magistral activa participativa apoyada con herramientas multimedia, que es un primer paso para mejorar el rendimiento académico como demostraremos en capítulos posteriores.

Una vez señaladas las carencias y aspectos mejorables en la metodología habitual, se ha planteado el problema principal teniendo en cuenta cuatro parámetros diferentes a mejorar para afirmar que la multimetodología junto a los multimedia “Ad hoc” propuestos son



correctos. El primero la mejora del rendimiento académico del alumno, el segundo la mejora del aprendizaje significativo, el tercero el aumento de la motivación del alumno por lo que aprende y el cuarto y último la mejora del meta-conocimiento, punto importante ya que como hemos leído en capítulos anteriores la potenciación del meta-conocimiento permitirá al alumno solucionar nuevos y desconocidos problemas que se le planteen.

Con objeto de definir la estrategia de investigación, destinada a resolver el problema planteado, nos hemos ocupado de los tipos de investigación educativa. Si se atiende a criterios ecológicos, se distingue entre investigación de laboratorio, y experimentación naturalista o investigación de campo. Si se atiende a los objetivos y a las limitaciones que deben imponerse en la manipulación de las variables, se distingue entre investigación exploratoria, descriptiva, cuasi experimental y experimental.

La investigación que proponemos, dadas las características del problema planteado, es una investigación de campo, cuasi experimental, dado que se trata de estudiar la respuesta de los alumnos ante un estímulo (aplicación de una metodología educativa con unos multimedia “Ad hoc”) en el ambiente natural del aula Universitaria. Se propone también la combinación de métodos cualitativos (técnicas etnográficas de observación y registro de interacciones en el aula, etc.) y cuantitativos (pruebas cerradas, abiertas y mixtas, encuestas, etc.).

A la vista de la recapitulación que acabamos de hacer, se deducen las siguientes conclusiones:

- Al igual que ha cambiado lo que la sociedad quiere de un ingeniero al finalizar sus estudios, también debe cambiar parte de

la metodología utilizada para formarle, ya que si no tendremos un ingeniero que no está acorde con la situación actual.

- Planteamos por lo tanto unos multimedia “Ad hoc” junto a la multimetodología que se ha ido forjando en las aulas de la Universidad Politécnica de Cataluña y más en concreto en las asignaturas del grupo ESDIM Sistemas Digitales I y Circuitos Digitales. Recordemos que esta multimetodología ha aparecido después de estar trabajando la idea de mejorar la enseñanza desde el año 1991.
- La implantación de estos multimedia “Ad hoc” junto a la multimetodología en las asignaturas anteriormente mencionadas, ha mejorado los cuatro parámetros que pretendíamos mejorar que son el rendimiento académico, el aprendizaje significativo de los alumnos, su motivación por la asignatura y sobre todo su nivel de meta-conocimiento.
- Para poner a prueba, en la práctica, del modelo de evaluación que se elabore, se precisa un diseño de investigación cuasi experimental que combine métodos cualitativos y cuantitativos.

## CAPÍTULO 11

### MULTIMEDIA EDUCATIVOS, PROPUESTA E HIPÓTESIS

---

---

#### RESUMEN

Aunque la investigación ha sido más amplia, lo que resaltaremos en algún ejemplo, básicamente en este capítulo trataremos de los multimedia propios y su aplicación conjunta con la metodología educativa aplicada en general en el aula de Ingeniería, y detalladamente a modo de ejemplo su aplicación en las asignaturas de Sistemas Digitales y Circuitos Digitales. Planteamos el diseño, aplicación y evaluación de estos multimedia educativos, la utilización de Plataforma Virtual y tutores multimedia.

---

---



## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>555</b>
<b>2. Objetivos y planteamiento general del problema.....</b>	<b>557</b>
2.1. <i>Objetivos .....</i>	<i>557</i>
2.2. <i>Planteamiento general del problema.....</i>	<i>558</i>
<b>3. Los multimedia y la metodología.....</b>	<b>560</b>
3.1. <i>Líneas generales .....</i>	<i>560</i>
3.2. <i>Nuestra propuesta de modelo .....</i>	<i>561</i>
3.2.1. <i>Compromiso .....</i>	<i>561</i>
3.2.2. <i>Actitudes .....</i>	<i>563</i>
3.2.3. <i>Atención .....</i>	<i>565</i>
3.3. <i>Objetivos de nuestro plan de actuación.....</i>	<i>568</i>
3.4. <i>Conocimientos que debe tener el Ingeniero.....</i>	<i>569</i>
3.4.1. <i>Conocimientos en análisis y síntesis .....</i>	<i>569</i>
3.4.2. <i>Conocimientos en el diagnóstico.....</i>	<i>569</i>
3.5. <i>Diseño de un plan de actuación en la enseñanza .....</i>	<i>570</i>
3.5.1. <i>Nivel cognoscitivo.....</i>	<i>571</i>
3.5.2. <i>Nivel meta-cognoscitivo .....</i>	<i>571</i>
3.6. <i>Pasos a seguir en el diseño del plan de actuación .....</i>	<i>572</i>
3.7. <i>Organización general .....</i>	<i>574</i>
3.7.1. <i>Instrumentos de medida y procedimiento .....</i>	<i>578</i>
3.8. <i>Metodología y los multimedia.....</i>	<i>581</i>
3.9. <i>Pilares básicos de la metodología .....</i>	<i>582</i>
3.10. <i>Ejemplo de aplicación de los multimedia y la metodología .....</i>	<i>584</i>
3.10.1. <i>Colección de problemas .....</i>	<i>586</i>
3.10.2. <i>Programas tutores multimedia.....</i>	<i>599</i>
3.10.3. <i>Prácticas .....</i>	<i>605</i>
3.10.4. <i>Método de evaluación .....</i>	<i>606</i>
3.11. <i>Cuadro – síntesis de la metodología propuesta.....</i>	<i>610</i>

<b>4. Planteamiento del problema e hipótesis de trabajo .....</b>	<b>612</b>
4.1. <i>Planteamiento preciso del problema .....</i>	<i>614</i>
4.2. <i>Formulación de hipótesis.....</i>	<i>616</i>
<b>5. Recapitulación y conclusiones.....</b>	<b>623</b>

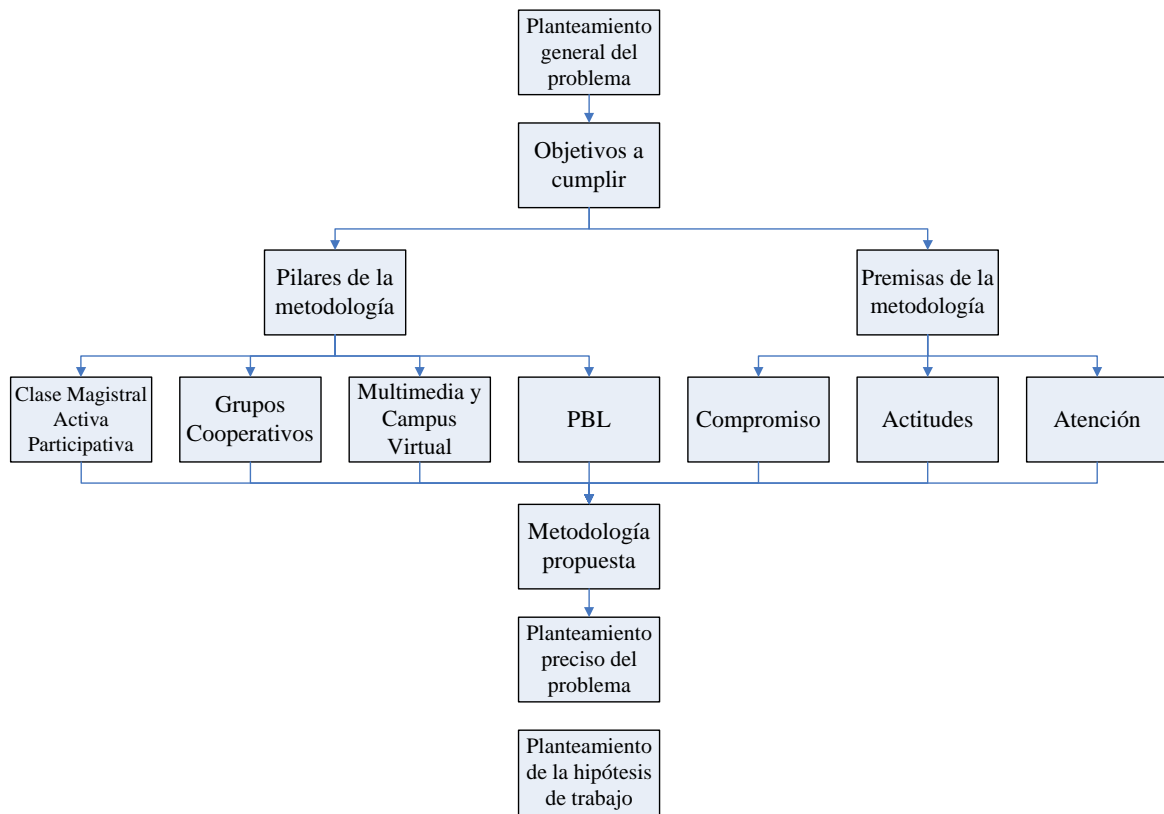


Figura 11.1. Diagrama descriptivo del capítulo 11





## **1. INTRODUCCIÓN**

Hemos puesto en evidencia que el actual sistema educativo universitario en general, presenta algunas deficiencias que si fuesen solventadas harían aumentar el nivel académico substancialmente. No solo eso, sino que también se formaría al alumno de una manera más correcta, propiciando así el éxito de su futura vida laboral.

En general, hoy en día en nuestra Universidad se utilizan métodos educativos en los que no se aprovechan al máximo las nuevas posibilidades y tendencias de la enseñanza. Aunque es justo resaltar que no todo el profesorado permanece arraigado a las metodologías educativas clásicas, y que van apareciendo un número considerable de educadores que se sienten interesados por diferentes metodologías, muchos profesores permanecen anclados en las clases magistrales todavía. La metodología planteada por nosotros a sido probada en las aulas de ingeniería electrónica, donde hemos podido comprobar una mejoría. Esta ha sufrido una evolución y para llegar a la final han sido necesarios años de estudios y ensayos. Ahora deseamos aplicar unos multimedia propios y probar su bonadad.

En nuestra metodología el profesor deja el rol de simple informador y los alumnos dejan de estar pasivos, (colaboran con el profesor y entre ellos mismos en el proceso de enseñanza/aprendizaje). El material de apoyo a la docencia, pensamos que debe estar en constante evolución y adaptarse al tipo de metodología, al profesor y a los alumnos, por lo que no son siempre útiles los materiales estándar; y es por ello que hemos diseñado un material multimedia propio, adaptado a la metodología, la cual se apoya en cuatro pilares fundamentales, estos pilares son:

- La Clase Magistral Activa Participativa.
- Trabajo en Grupo Cooperativo.
- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP o PBL)
- Utilización de Material Multimedia.
- Mapas Conceptuales.

La metodología no solo se sustenta sobre estos pilares, sino que también está basada en las siguientes premisas por parte del alumno: Compromiso, Actitudes y Atención.

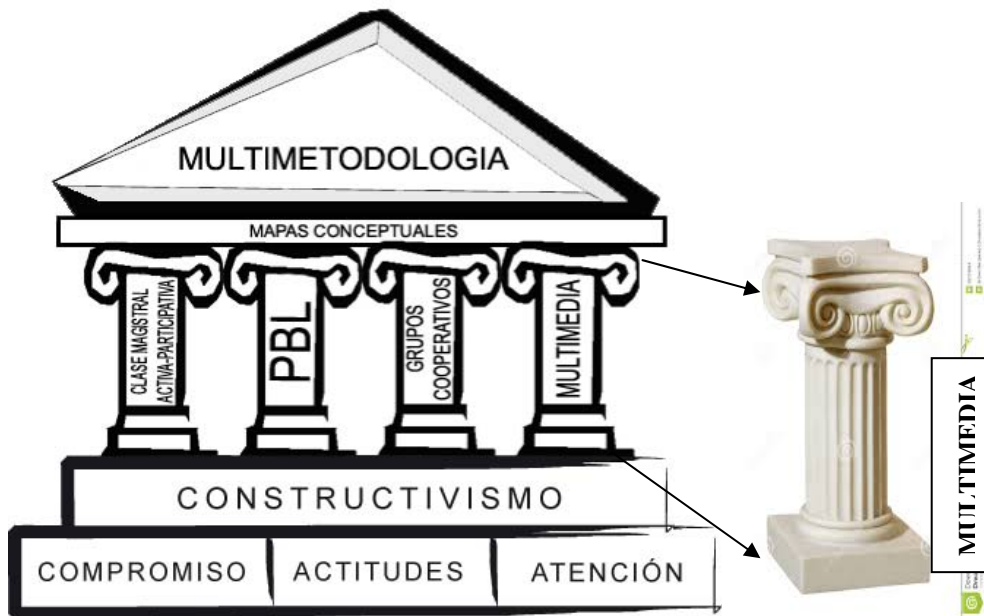


Figura 11.2. Esquema de la metodología seguida con apoyo multimedia propio

Por lo tanto, el problema que nos planteamos es si son factibles unos materiales multimedia apoyando la metodología que mejore los resultados obtenidos actualmente en las aulas de las carreras de ingeniería en general y en las ramas de electrónica en particular, tanto a nivel cognitivo como meta-cognitivo.

## **2. OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA**

### **2.1. Objetivos**

La enseñanza de la Ingeniería se ha basado, tradicionalmente, en la aplicación de modelos matemáticos. El uso de estos modelos permite analizar los circuitos electrónicos utilizando las leyes y teoremas tradicionales de la teoría de circuitos. Así, los ejercicios planteados a los alumnos se reducen, la mayoría de veces, a aplicar estos modelos matemáticos. La realidad profesional es diferente, el ingeniero no tendrá tiempo de hacer los análisis tan detallados que realizaba como alumno; por esto parece aconsejable variar el modelo de enseñanza.

No pretendemos defender la supresión del uso de estos modelos, pues está claro que son necesarios por el análisis y diseño de circuitos electrónicos. Además, en ocasiones, el análisis matemático ayuda a comprender el funcionamiento de algunos componentes. Pero pensamos que la sola utilización de los modelos matemáticos es insuficiente en la formación profesional del alumno.

Las investigaciones ponen de manifiesto que las estructuras cognitivas y meta-cognitivas de los ingenieros expertos (es decir, que tienen una experiencia profesional) poseen mayor complejidad que la de los alumnos, es decir, los modelos mentales de los ingenieros expertos son más óptimos. La optimización conduce a una automatización de las actuaciones que reduce la carga de la memoria y, así, permite concluir el trabajo en menos tiempo y con mayor eficacia. Conocida la necesidad de desarrollo de los modelos mentales para potenciar el desarrollo de habilidades expertas, nos planteamos el diseño de un método de formación.

Creemos que la solución al problema formativo tiene que encontrarse en el estudio de los procesos meta-cognitivos. De esta manera, nuestra línea de investigación se fundamenta en la innovación didáctica sostenida a los pilares de los procesos de cognición y meta-cognición.

Una vez conocidas las características de la metodología clásica, y constatado que no coinciden con las características de la metodología que nosotros planteamos, vamos a plantear a continuación los siguientes objetivos a alcanzar:

1. Elaborar unas herramientas multimedia aplicados a la metodología, para conseguir que el alumno alcance unos niveles meta-cognitivos que le faciliten su salida al mundo laboral y le permitan evolucionar lo más rápidamente posible hacia los niveles de un ingeniero experto.
2. Determinar la influencia que los multimedia propuestos tienen sobre la enseñanza/aprendizaje, en particular, sobre el aprendizaje conceptual y procedimental.
3. Estimar la posibilidad de aplicarlas en diferentes niveles del nuevo sistema educativo, y la influencia que ejerce en el desarrollo meta-cognitivo y de la autonomía o capacidad de autorregulación del estudiante.
4. Investigar el cambio actitudinal del estudiante con la aplicación de estos multimedia.

## **2.2. Planteamiento general del problema**

De acuerdo con los objetivos que acabamos de exponer, planteamos el problema en torno a la elaboración de unas herramientas multimedia. En

el primer objetivo se indica que debe tratarse de unos multimedia que mejoren el rendimiento académico, la motivación de los alumnos, el aprendizaje significativo, y sobre todo el nivel meta-cognitivo.

A la vista de los objetivos enunciados, estos multimedia han de contener las siguientes características:

- Potenciar el meta-conocimiento en los alumnos de ingeniería (en nuestro caso electrónica).
- Analizar la problemática actual de la formación en Electrónica, en el contexto social y tecnológico.
- Analizar la interacción entre la Didáctica de las Ciencias y la Ingeniería para la investigación de los procesos de aprendizaje de los hombres y las máquinas.
- Estudiar y comprender el tipo de habilidades que se requieren para desarrollar con éxito los trabajos profesionales relacionadas con los diferentes campos del conocimiento electrónico: diseño y diagnóstico.
- Analizar las diferencias entre expertos e inexpertos, con el fin de descubrir qué rasgos de los primeros hay que inculcar a los segundos.
- Aprovechar los conocimientos de la Inteligencia Artificial al campo de la Didáctica.
- Desarrollar técnicas de análisis de sistemas electrónicos con un enfoque topológico y funcional.
- Generar instrumentos informáticos para la docencia en la Electrónica.
- Obtener un punto de partida que permita el enfoque la aplicación de estos multimedia en la metodología de formación.

### 3. LOS MULTIMEDIA Y LA METODOLOGÍA

#### 3.1. Líneas generales

Por lo general, como ya hemos dicho, en el desarrollo docente en la Ingeniería se acostumbra a abusar de baterías de expresiones matemáticas. Si bien las expresiones matemáticas son de indudable utilidad, tanto en procesos de análisis como de síntesis de sistemas electrónicos, no nos tenemos que limitar a los modelos matemáticos, olvidando la importancia de caracterizaciones basadas en propiedades cualitativas, como: función, comportamiento a determinados estímulos, estructura.

En realidad, son estos procesos de razonamiento cualitativo y funcional son los que perduran en la memoria a largo plazo, y su potenciación ayuda a la construcción de estructuras mentales tanto cognitivas como meta-cognitivas. A continuación se proporciona una relación de carencias que, en general, se presenta en la mayoría de alumnos inexpertos durante el proceso de resolución de problemas:

- Los razonamientos empleados no son metódicos, lo que les lleva a utilizar demasiados nodos en sus redes conceptuales y a hacer servir excesiva memoria.
- Ante problemas reales o teóricos, plantean hipótesis superfluas, que no le facilitan la acotación óptima de las soluciones.
- Muestran poca habilidad en el tratamiento y filtrado de la información.
- Tienen dificultad en plantear hipótesis simplificadoras que permitan ser corroboradas en procesos fiables y razonables.

- No suelen emplear adecuadamente los recursos matemáticos, ni las técnicas de análisis.
- A veces, no analizan los resultados obtenidos, ni aun cuando los resultados son absurdos; es decir, no se realiza un análisis dimensional o de órdenes de magnitud que permitan detectar errores en el proceso de solución.
- No atienden a la topología del sistema, cuya información implícita ayuda a reducir el esfuerzo en la búsqueda de soluciones.
- Les falta dominio en el uso del lenguaje técnico.
- En su mayoría muestran claras deficiencias en la profundización en el análisis y, sobre todo, de creatividad.
- Tienen graves carencias meta-cognitivas.

### **3.2. Nuestra propuesta de modelo**

Basamos nuestro modelo en tres premisas en las que se debe involucrar a los alumnos. Dentro de estas premisas cobra importancia un factor importante como es la motivación. Cuanto más motivado este el alumno, mayor será su nivel de compromiso, de atención y su actitud será mucho más positiva. Por lo tanto, la motivación no será una premisa más, pero estará estrechamente relacionada con ellas.

#### *3.2.1. Compromiso*

Intuitivamente, la mayoría de los profesores reconocen que el compromiso del alumno con los trabajos académicos es un determinante primordial de su éxito. Los alumnos han de implicarse en el proceso de autoaprendizaje. El compromiso no es asunto de azar; las personas tienen el poder de generar compromiso en cualquiera tiempo. De hecho, Nickerson,

Perkins y Smith (1987) ha encontrado que la gente altamente creativa genera compromiso en situaciones que otros no lo hacen. Blasi y Oresick (1987) notan que el compromiso es fundamentalmente una decisión de poner las energías en el trabajo. París, Cross y Lipson (1984) se refieren a este aspecto de la meta-cognición como alinear “la habilidad con la voluntad”.

En el aula, las discusiones y los ejemplos clarifican la naturaleza e importancia del compromiso. Los alumnos pueden encontrar ejemplos de personas que han obtenido grandes éxitos debido a un compromiso fuerte, pero con frecuencia se sorprenden de que ellos mismos generen compromiso hacia cualquier trabajo. El compromiso no es algo fuera de su control; ellos deciden comprometerse con su trabajo o no comprometerse. Muchos estudiantes, y algunos adultos, equivocadamente asocian compromiso con sus sentimientos hacia su trabajo.

De hecho, si me siento contento con lo que hago, si es divertido, entonces tengo que estar involucrado en él. Si no me siento contento, si no es divertido, no estoy involucrado. De hecho, la situación es más complicada. Mandler (1983) explica que nuestro nivel de energía es generado por el sistema límbico del cerebro; este sistema a veces está controlado por la información del mundo exterior, pero más comúnmente, el sistema reacciona a funciones corporales internas.

Si nuestros sistemas internos no funcionan bien, debido a que no hemos comido adecuadamente o no hemos dormido suficiente, tendremos dificultades por generar energía e interés. Todavía así puede hacerse. Por lo tanto, los alumnos no tendrían que ver cómo se sienten como el principal determinante de si trabajarán duro o no, más bien tendrían que considerar si han decidido comprometerse o no.



### 3.2.2. Actitudes

Relacionadas con el compromiso están nuestras actitudes cuándo realizamos trabajos. El modelo del comportamiento humano (Weiner, 1972, 1983) postula que el comportamiento es explicado como las interacciones de tres componentes principales:

- Actitudes.
- Emociones.
- Acciones.

Algunas veces las emociones causan las actitudes que después afectan el comportamiento. Pero las actitudes también causan emociones, y éstas a su vez, afectan la conducta. Teóricos tal y como Weiner (1986), Covington (1983) y Harter (1980) han discutido la fuerza de las actitudes, indicando una relación tan simple y directamente como que “el esfuerzo tiene su recompensa”.

El esfuerzo tiene su recompensa. Más específicamente, el área de estudio en psicología cognoscitiva nominada teoría de la atribución ha mostrado que los pensamientos que tengamos sobre un determinado trabajo, afecta enormemente a como enfocaremos este trabajo. Weiner (1986) ha encontrado que las personas atribuyen su éxito a una de cuatro causas: habilidad, esfuerzo, otras personas o suerte. Ciertamente la suerte y otras personas no son atribuciones útiles. ¿Qué ocurre cuándo se te acaba la suerte o estás solo?

En un principio, la habilidad parece ser la más útil. Desafortunadamente la atribución a la habilidad tiene sus desventajas. Sin importar qué habilidad crees tener, inevitablemente habrá trabajos para los

cuales no estés capacitado. Los alumnos que atribuyen al éxito sólo a la habilidad probablemente no harán muchos trabajos nuevos, o los harán sin mucho interés, porque asumirán que no poseen el talento necesario. La atribución más útil, por lo tanto, es reforzar la creencia que el esfuerzo intenso y continuado proporcionará el éxito.

También es interesante que el alumno piense: “Yo puedo realizar el trabajo”. Investigaciones sobre el control y la autodeterminación o la auto-eficacia, sugieren que un sentimiento de control personal sobre los resultados del trabajo determina la forma en que el alumno se enfrenta al trabajo y, por lo tanto, a la eficiencia del tratamiento y a los resultados obtenidos. La motivación para la realización de un trabajo está en función de la creencia del estudiante de poder realizarla.

Si los estudiantes piensan que el éxito depende de alguna fuente externa, se verán poco motivados y probablemente no tendrán una buena ejecución; en cambio, si los estudiantes se creen capacitados para ejecutar un trabajo seguro que se sentirán motivados, se esforzarán y lo realizarán con éxito. Es decir, los alumnos no pueden creer que el trabajo es imposible, si el profesor les propone metas fuera de su alcance les desmotiva, es necesario poner metas que supongan un esfuerzo y por tanto haya un aprendizaje; pero a la meta-final debe llegarse con escalones que los alumnos vean posibles de ir escalando aunque con un esfuerzo.

Los profesores también han de cultivar otras actitudes en los alumnos:

- Ser persistentes.
- Esforzarse por trabajar más allá de lo que crees que puedes.
- Utilizar los recursos que tienes a tu alrededor.

- Aprender del fracaso.

Antes de que los alumnos se den cuenta de sus actitudes, y las controlen como parte general de una estrategia meta-cognoscitiva, los profesores pueden guiarlos a comprender: que las actitudes afectan la conducta y que la persona tiene control sobre sus actitudes. Dialogando sobre ejemplos de la vida real de cómo las actitudes positivas permitieron a la gente sobreponerse a dificultades o tener grandes éxitos, los alumnos aprenden como las actitudes afectan la conducta. Los profesores han de poner ejemplos de aprendizaje con éxito, por parte de los alumnos, especialmente cuando un alumno ha superado un problema.

### 3.2.3. Atención

La última área de autorregulación, en la meta-cognición, es darse cuenta y tener control del nivel de atención. Los psicólogos indican que, en cualquiera momento estamos bombardeados con estímulos. No es posible que atendamos a todos ellos, por lo que nos centramos en algunos e ignoramos los otros (Norman, 1969). Al igual que en el compromiso y las actitudes, muchos creen equivocadamente, que la atención está más allá de su control. Hay, dos tipos básicos de atención: automática y voluntaria.

La atención automática es una reacción reflexiva. Por ejemplo, los alumnos exhiben atención automática cuando mueven su cabeza en dirección a un ruido fuerte. Cuando se opera bajo atención automática, atendemos a los estímulos más inusuales, o al que tiene mayor intensidad (Luria, 1973 y León, 2002).

La atención voluntaria está bajo control consciente y es activa en lugar de pasiva. Por ejemplo, operamos bajo atención voluntaria cuando

decidimos notar el detalle en un cuadro que estamos mirando. Operamos bajo atención voluntaria cuando nos volvemos a centrar en el trabajo, al darnos cuenta que estábamos fantaseando en los últimos minutos. La atención voluntaria hace que los alumnos se concentren en lo que está sucediendo en la clase, tras darse cuenta de que pierden la atención.

Los estudiantes tendrían que notar que diferentes trabajos requieren diferentes niveles de atención. Así, por ejemplo, al leer por placer o por tener la idea general no es necesario poner atención a los detalles, pero sí es necesario poner atención en las ayudas del texto como encabezamientos y gráficos. Al buscar hechos es necesario poner atención a fechas o a palabras claves relativas a los hechos.

También los alumnos necesitan entender que estudiar no requiere poner igual atención a todo el material disponible; sino que necesitan seleccionar lo que es importante y centrar su atención en estas cosas. Para aprender esta flexibilidad los alumnos necesitan oportunidades durante la clase para practicar (trabajando en grupos cooperativos), utilizando diferentes niveles de atención y seleccionando lo que es importante de la información suministrada por el profesor; teniendo en el trabajo en grupo una retroalimentación hacia lo más apropiado de sus decisiones.

Hay tres aspectos de la autorregulación que se relacionan con la meta-cognición:

- Supervisar y controlar el compromiso.
- Supervisar y controlar las actitudes.
- Supervisar y controlar la atención.

Incorporar estos aspectos de meta-cognición, al repertorio de conocimiento de los alumnos, incluye mucho esfuerzo y práctica de contenidos relevantes en situaciones significativas. Una manera de abordarlo es tratar los temas meta-cognoscitivos explícitamente.

Una vez que los alumnos han discutido estos aspectos, pueden practicarlos durante las actividades regulares de la clase. Antes que los estudiantes empiecen la actividad, el profesor les recuerda los tres componentes y les pide que noten su nivel de compromiso (involucración), las actitudes que tienen por la actividad a realizar, y su nivel de atención.

El recordatorio ocupará solamente unos cuantos minutos (dedicar de 10 a 15 minutos a que los alumnos discutan los tres componentes de la autorregulación). Los alumnos también pueden escribir en sus diarios hacia su compromiso, actitudes y atención, diciendo cómo su nuevo autoconocimiento afecta su conducta. En breve, los alumnos abordan el autoconocimiento y el autocontrol como un experimento de campo, o indagación grupal hacia la naturaleza de la autorregulación y sus efectos en la ejecución.

Aunque este enfoque es llamativo, por ser directo, algunos investigadores dicen que se podría sacar un tiempo valioso del aprendizaje de los contenidos. Los que han propuesto este punto de vista aconsejan a los profesores centrarse en el desarrollo del pensamiento estratégico: esto es, los profesores deben modelar los pensamientos, compromiso, creencias y actitudes de los alumnos, proveyendo oportunidades a los estudiantes para reflexionar sobre las consecuencias de acciones y pensamientos en el proceso de aprendizaje.

### 3.3. Objetivos de nuestro plan de actuación

Nuestros objetivos teóricos son:

- Analizar la problemática actual de la formación en Ingeniería y más concretamente en la rama de Electrónica, en el contexto social y tecnológico.
- Analizar la interacción entre la Didáctica de las Ciencias y la Ingeniería para la investigación de los procesos de aprendizaje de los hombres y las máquinas.
- Estudiar y comprender el tipo de habilidades que se requieren para desarrollar con éxito los trabajos profesionales relacionadas con los diferentes campos del conocimiento electrónico: diseño y diagnóstico.
- Analizar las diferencias entre expertos e inexpertos.
- Aprovechar los conocimientos de la Inteligencia Artificial al campo de la Didáctica.
- Desarrollar técnicas de análisis de sistemas electrónicos con un enfoque topológico y funcional.
- Generar instrumentos multimedia para la docencia.

Los objetivos experimentales son:

- Estudiar la adecuación profesional de técnicas formativas en Electrónica para la Ingeniería basadas en el enfoque topológico y funcional de los sistemas.
- Convertir al ingeniero inexperto, con la mayor brevedad posible, en un ingeniero experto.
- Evaluación de la utilidad del material docente multimedia diseñado para poner en práctica nuestro plan de actuación.

### **3.4. Conocimientos que debe tener el Ingeniero**

#### *3.4.1. Conocimientos en análisis y síntesis*

Los objetivos de la adquisición de conocimiento, en Electrónica, que tendríamos que potenciar, con el fin de acercar el comportamiento de nuestros alumnos al de profesionales expertos, son en cuanto a análisis y síntesis:

- Utilizar racionalmente las herramientas matemáticas.
- Establecer compromisos de diseño derivados de las ecuaciones.
- Dominar la interpretación de las curvas características de los dispositivos.
- Interrelacionar las expresiones algebraicas con las curvas de transferencia de los dispositivos.
- Dominar tanto el diseño a nivel de herramienta matemática como a nivel de curvas características.
- Identificar las células funcionales básicas y, por lo tanto, distinguir con claridad la topología.
- Dividir funcionalmente los sistemas determinantes de comportamientos de subsistemas y componentes.
- Relacionar los dominios temporal y frecuencial de cualquier sistema.
- Distinguir la adecuación del estudio.

#### *3.4.2. Conocimientos en el diagnóstico*

En cuanto a diagnóstico, los objetivos son:

- Conocer los puntos de test más relevantes en un sistema concreto.

- Identificación topológica y funcional de los sistemas.
- Tener capacidad para acotar el problema.
- Saber interpretar los síntomas observados.
- Plantear hipótesis acotadas y relevantes.

Estos objetivos vienen determinados por las necesidades profesionales y por los resultados de investigaciones precedentes. Tenemos que destacar el uso racional de la herramienta matemática tan útil y necesaria, pero que muchas veces su uso abusivo impide al alumno interpretar comportamientos físicos básicos en la formación de cualquier ingeniero.

Creemos, por esto, que hay que potenciar el uso de las curvas características y de las ecuaciones relativas a los comportamientos de los dispositivos con el conocimiento de los dominios temporal y frecuencial. Consideramos necesario el uso de reglas generales extraídas de desarrollos matemáticos por realizar relaciones cualitativas. Debe elaborarse una metodología de formación que potencie además el estudio topológico y funcional.

### **3.5. Diseño de un plan de actuación en la enseñanza de una asignatura**

Una vez hemos estudiado todas las partes del proceso que se tienen que poner en práctica, para conseguir que un alumno inexperto tienda lo más rápidamente posible a ser un experto, y con plenas garantías de aprovechamiento de todas las fases del proceso, vamos a realizar el diseño de un plan de actuación para poner en práctica esta metodología que proponemos. Nuestra idea consiste en centrarnos en una determinada asignatura del área de Electrónica y establecer un plan de actuación, basado en nuestros estudios anteriores, que permita cumplir con éxito el objetivo de



acercar al inexperto a las habilidades de un experto. Para la consecución de este proyecto, nos planteamos dos aspectos.

### 3.5.1. Nivel cognoscitivo

Tenemos que ser capaces de potenciar las capacidades y aptitudes presentes en cada alumno, que es variable en cada persona, de tal modo que conseguimos levantar el interés de todos los alumnos por la asignatura o materia y sus contenidos.

Es necesario obtener el interés del alumno a través de procesos de potenciación de la propia motivación personal, puesto que la motivación es diferente y se manifiesta de forma más notoria en algunos alumnos que en otros, y nuestro objetivo es que todos los alumnos estén presentes con los cinco sentidos en la clase y en todo el proceso de aprendizaje.

### 3.5.2. Nivel meta-cognoscitivo

A la hora de que el alumno pueda desarrollar su meta-conocimiento, es decir, aprovechar toda la información que ha recibido en clase para poder asumirla y madurarla; para ello será imprescindible el material de apoyo (tutores, prácticas guiadas, problemas, simuladores, etc.) que hayamos preparado para él. Con el fin de cumplir los objetivos cognitivos, hemos hablado de potenciar la motivación de los alumnos, sabiendo que puede estar menos desarrollada en algunos alumnos que en otros.

Desde el punto de vista cognoscitivo, aquel alumno que ha sido desmotivado es el más interesante, puesto que si conseguimos levantar en él la motivación, nos dará un resultado en proporción más óptimo; ya que una

inyección de autoestima que le supondría el saberse más válido en el contexto del aula.

También aquel alumno, que ya presenta por sí mismo un desarrollo cognitivo alto, nos ayudará a valorar el estudio a nivel meta-cognitivo, puesto que será el que más rápido y eficazmente plantee dudas, preguntas y demuestre resultados en las actividades de apoyo.

### **3.6. Pasos a seguir en el diseño del plan de actuación**

Los pasos son los siguientes:

- Conseguir en el alumno una predisposición y motivación óptimas por su desarrollo cognoscitivo y meta-cognoscitivo.
- Una vez hayamos conseguido levantar la motivación del alumno, tenemos que realizar un proceso en el que planteemos los objetivos de la asignatura con claridad, con la idea de conseguir ordenar la mente del alumno y preparar una disposición receptiva hacia lo que vayamos a mostrarle en el curso. Un buen sistema de preparar esta “ordenación de la mente” es empezar el curso con una introducción, en la que se mostraran ejemplos prácticos y reales de aplicaciones, para las cuales es necesario un abanico de conocimientos proporcionados por este curso.
- Introducida la idea de los ejemplos prácticos y reales, a modo de introducción, ya podemos abordar el siguiente punto principal. Es fundamental que el alumno consiga el entendimiento de los circuitos electrónicos, a nivel funcional y como “bloques funcionales”. Es decir, que sea capaz de deducir la función de un determinado circuito, a través de los diferentes bloques funcionales que lo componen.

- Para llegar a un dominio amplio a nivel de “bloques funcionales” será necesario un exhaustivo estudio de las topologías que forman estos bloques funcionales.

Ya hemos mencionado que también son fundamentales en la formación del futuro ingeniero los análisis matemáticos y la teoría de circuitos, sobre todo a la hora de definir, por ejemplo, las funciones de transferencia que nos definen el comportamiento del nominado “bloque funcional”.

La idea es que estos resultados encontrados, a través del reconocimiento de los bloques funcionales, sean corroborados mediante el análisis matemático y la teoría de circuitos, para así constatar la utilidad de los diferentes métodos de análisis a disposición del ingeniero.

Con estos conocimientos de topologías y “bloques funcionales” ya emprendemos la fase más importante del curso, en la que el alumno tendrá que desarrollar su propio aprendizaje con nuestra aportación de información y con las herramientas que pondremos a su disposición. Será su grado de implicación en el proceso de autoexigencia y autoaprendizaje lo que le traiga a resolver con éxito las cuestiones que se le presentan y por consiguiente superar con éxito el curso.

Siempre avanzaremos por el contenido del curso a través de las siguientes fases:

- Evaluación previa al curso.
- Suministrar información a los alumnos, propiciando saltos asequibles y motivadores (reto alcanzable).

- Elaboración de mapas conceptuales de dicha información y posterior puesta en común para asegurar que dicha información ha llegado con toda claridad a los alumnos
- Maduración de esta información a través del trabajo personal y el trabajo en grupos cooperativos con ejemplos reales (PBL).
- Puesta en común de conocimientos y evaluación del profesor.
- Nueva suministración de información y repetición del proceso.

Consideramos necesario, para un buen desarrollo del proyecto, hacer una evaluación y una tutorización continuada con ayuda de material multimedia de elaboración propia y de una plataforma virtual para poder actuar a distancia.

### **3.7. Organización general de la metodología y los multimedia**

El trabajo engloba el diseño de un plan de actuación a desarrollar durante el curso. El plan de actuación consta de una metodología, unas herramientas docentes, entre ellas los multimedia, y unas herramientas de evaluación.

El método consta de la formación de grupos cooperativos de alumnos; es decir, grupos de tres o cuatro alumnos, los cuales intercambian información entre sí. Esta información se transmite en todas las direcciones, desde la información que se trata a nivel de interno de grupo hasta la información que fluye a través de los diferentes grupos cooperativos y del profesor.

Por tanto, abogamos por una enseñanza participativa y cooperativa. En la enseñanza participativa el alumno no está pasivo en clase. El profesor

tiene que crear entre los alumnos confianza respecto a él, con un ambiente de dinamismo y de participación por parte de los alumnos.

La participación puede ser individual o colectiva. La participación individual se pone en práctica cuando se formula una pregunta directa, ya sea entre profesor-alumno o entre dos alumnos, cuando sale a la pizarra un alumno en concreto.

Este tipo de participación pretende favorecer las preguntas de los alumnos, o sea, que a la mínima duda un alumno preguntará. La participación colectiva se pone en práctica cuando el profesor hace una pregunta dirigida a un grupo cooperativo o incluso a toda la clase. En este tipo de participación hay que destacar la importancia de los trabajos en grupos cooperativos. Se consigue, por tanto, que el alumno este activo en clase y trabaje la vertiente cognitiva y meta-cognitiva, es decir, que aprenda a utilizar el conocimiento (figura 11.3).

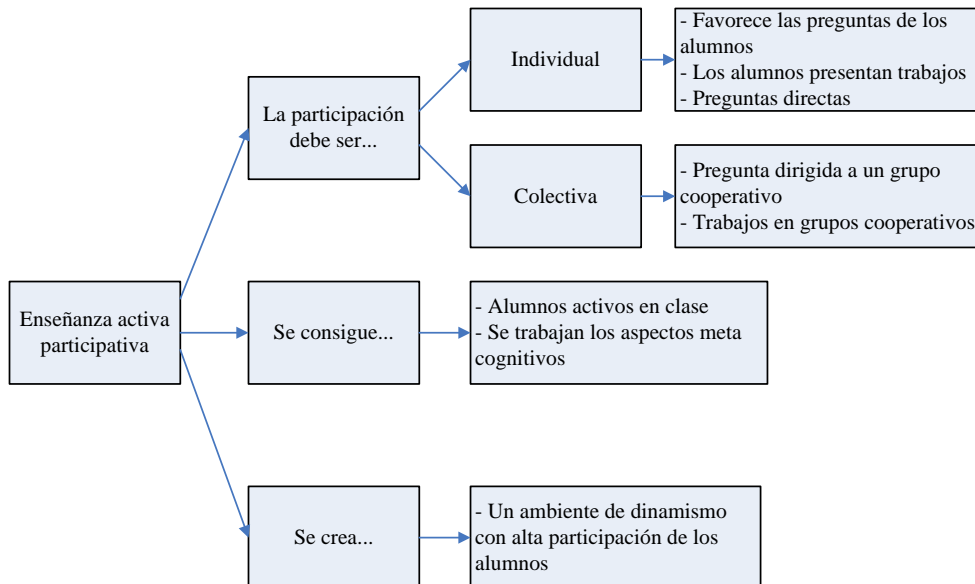


Figura 11.3. Enseñanza activa participativa

La enseñanza cooperativa se basa en grupos cooperativos de tres o más alumnos, nunca menos de tres (ideal tres alumnos), ya que se ha estudiado que si se hacen parejas uno de ellos trabaja y el otro se somete a la voluntad del otro. Tampoco es recomendable que el grupo sea grande, ya que se pierde la unidad como grupo y la transmisión de información entre los componentes de los grupos cooperativos.

Los alumnos de cada grupo cooperativo se ayudan entre sí. El profesor puede hacer salir a la pizarra, o hacer una pregunta a un componente del grupo y la calificación será la que recibirá cada componente del grupo. Por tanto, es de interés común ayudarse dentro del grupo cooperativo, creándose como consecuencia un intercambio de preguntas y respuestas entre los alumnos de cada grupo cooperativo.

Así, cuando un alumno no sabe algo, o si tiene alguna idea la comunica al resto del grupo y se comenta. De esta forma se extraen conclusiones sobre una cuestión planteada y cada miembro del grupo está preparado para explicarlo o exponerlo.

Se debe motivar a los alumnos proponiendo unos objetivos claros y asequibles, haciéndoles ver que si se esfuerzan, cooperan y trabajan pueden aprobar la asignatura sin ningún tipo de problema, y además con un mejor aprovechamiento que con la metodología usual de clase magistral tradicional, tan usual en nuestra Universidad.

La manera de transmitir conocimientos, es decir, la manera de dar las clases es un punto importante a destacar. Es evidente que la transmisión de conocimientos de una única persona (profesor) a otras personas (alumnos) es útil, a veces, pero no es la mejor manera de transmitir conocimientos. Los

alumnos se distraen y no escuchan todo lo que dice el profesor, por lo que el rendimiento obtenido es bajo. Este tipo de transmisión de conocimiento se pone en práctica en las clases magistrales (figura 11.4).

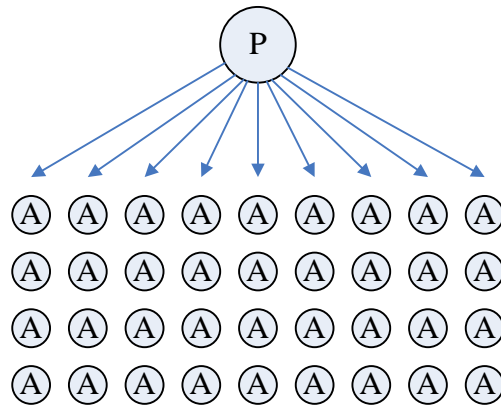


Figura 11.4. Manera unidireccional de transmitir conocimientos

Proponemos transmitir conocimientos mediante grupos cooperativos. En este tipo de clases participan todos los alumnos. Al hacer los trabajos, los alumnos se consultan entre sí, primero dentro del grupo cooperativo, y después se comunican con otros grupos cooperativos y con el profesor. Siempre existe comunicación y diálogo; por consiguiente, los alumnos están activos y por tanto aprenden.

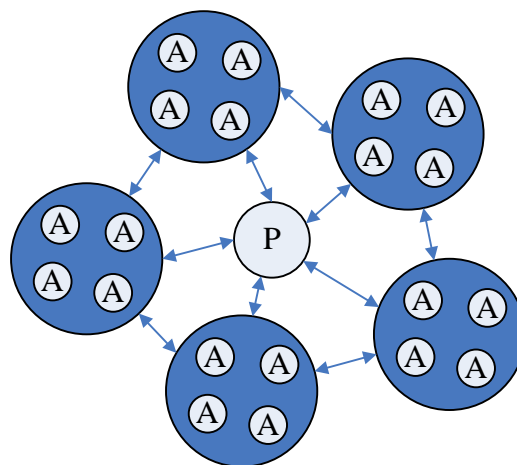


Figura 11.5. Transmisión conocimientos en grupos cooperativos

Con el fin de evaluar la bondad del método se aplican unas herramientas de evaluación. Con ellas se evalúa tanto el rendimiento y motivación del alumno, como la idoneidad del método.

### 3.7.1. Instrumentos de medida y procedimiento

A continuación detallamos las herramientas y el proceso a seguir dentro de la metodología. La primera prueba que se realiza a los estudiantes es la prueba pre-curso, considerándose válida siempre que en los grupos que realicen la prueba salgan unos resultados similares, para así poder partir desde el mismo punto.

Durante el curso se realizan trabajos individuales que el profesor recoge, realizando las anotaciones en las fichas que dispone de cada alumno. Estos trabajos posteriormente son entregados al resto de estudiantes de ese mismo curso para que ellos realicen su propia corrección.

Esta es una tarea obligatoria y son avisados de que también se evaluará su forma de corregir, por lo que deben realizar correctamente la evaluación del trabajo, no siendo válido limitarse a decir que todo es correcto, ya que en ese caso la puntuación como corrector del trabajo sería baja. El profesor recoge estas evaluaciones y puntúa al estudiante como corrector. Además durante el curso se realizan dos trabajos en grupo cooperativo:

- El primer trabajo es el mismo para todos los grupos del curso. Los alumnos lo van desarrollando y cada cierto tiempo una persona del grupo sale a la pizarra hacer la exposición del trabajo y comentándose los aspectos del mismo con todos los grupos. La nota de esta tarea será la misma para el resto de estudiantes del



grupo. Posteriormente el trabajo se entrega al profesor y sigue el mismo proceso que el trabajo individual.

- El segundo trabajo o trabajo final es un problema real (PBL), diferente para cada grupo. Este trabajo deben ir desarrollándolo y posteriormente defenderlo públicamente ante el resto de alumnos y del profesor. Es obligada la asistencia a clase el día de la exposición. Todos los grupos puntúan al resto de grupos. Los trabajos son ordenados por los alumnos de mejor a peor, anotando el porqué de esa valoración y realizando los alumnos una auto-evaluación. El profesor también realiza su ordenación y puntúa, ya que él es quien tiene la última, aunque teniendo en cuenta la ordenación indicada por los alumnos.

Después de exponer el trabajo el grupo debe entregar al profesor un CD-ROM con el contenido de la memoria, el diseño y el contenido de la presentación, además de entregar la memoria por escrito.

Para ayudar a los alumnos a realizar mejor el trabajo final, una de las posibles tareas a realizar es evaluar trabajos de años anteriores, es decir, detectar posibles errores y obtener mejoras y sugerencias de estos trabajos, evitando posibles errores en sus futuros trabajos. Esta tarea también es puntuada y evaluada por el profesor y por tanto el alumno es consciente que debe realizar una buena crítica para obtener una buena nota. Paralelamente tenemos las prácticas de laboratorio que también están basadas en problemas del mundo real. Los alumnos deben realizar obligatoriamente dos prácticas:

- La primera es una práctica tipo.
- La segunda se les deja escoger a los alumnos entre:

- Mejorar la primera (tipo), es decir, por ejemplo hacer que la máquina algorítmica sea más eficiente, más rápida, etc.
- Diseñar una máquina algorítmica desde cero, aunque también se les brinda la posibilidad de utilizar la máquina algorítmica que están diseñando en el trabajo final, de esta forma conseguimos que trabajen a nivel teórico y práctico el mismo problema.

El esquema que resume la evaluación del alumno dentro de nuestra metodología es el siguiente (figura 11.6).

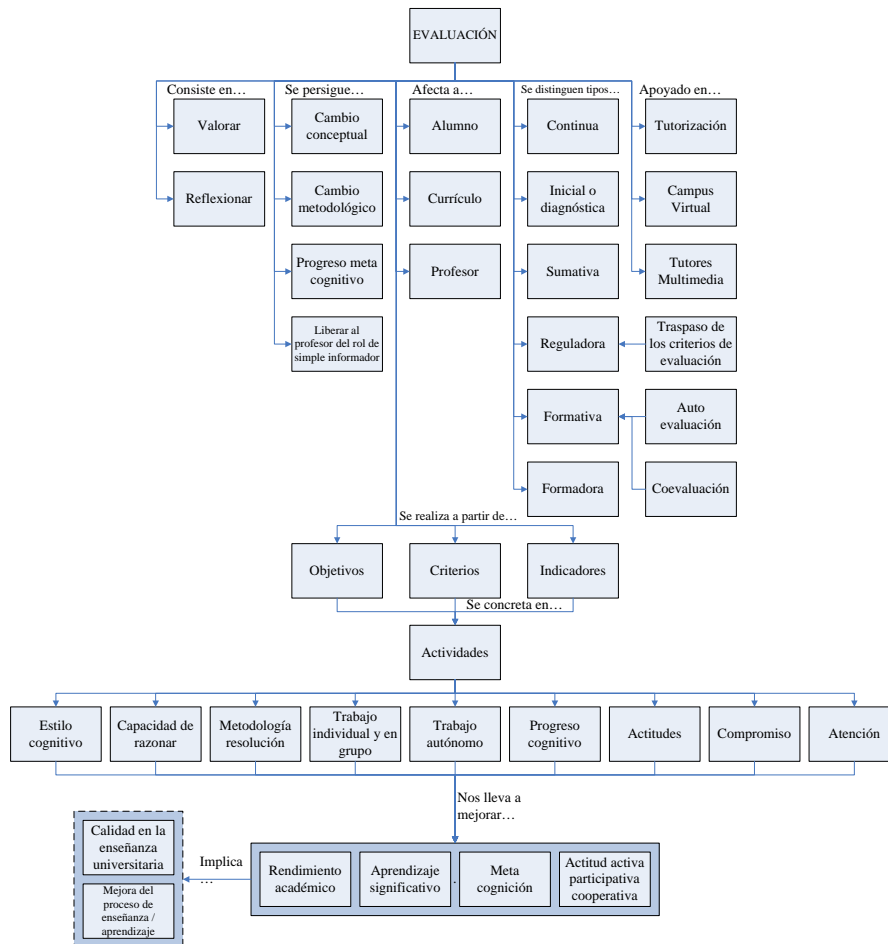


Figura 11.6. Modelo de evaluación

### 3.8. Metodología Activa Participativa Cooperativa y los multimedia

Las clases magistrales son necesarias; pero no la única, ni siempre la mejor manera de transmitir conocimientos en el aula; nosotros apostamos por una enseñanza en la cual participe más el alumno, con trabajos en grupo y apostando fuertemente por la relación directa entre lo que se enseña y la aplicación real; es por ello que hemos diseñado, analizado y aplicado en clase una metodología que favorece todos estos aspectos.

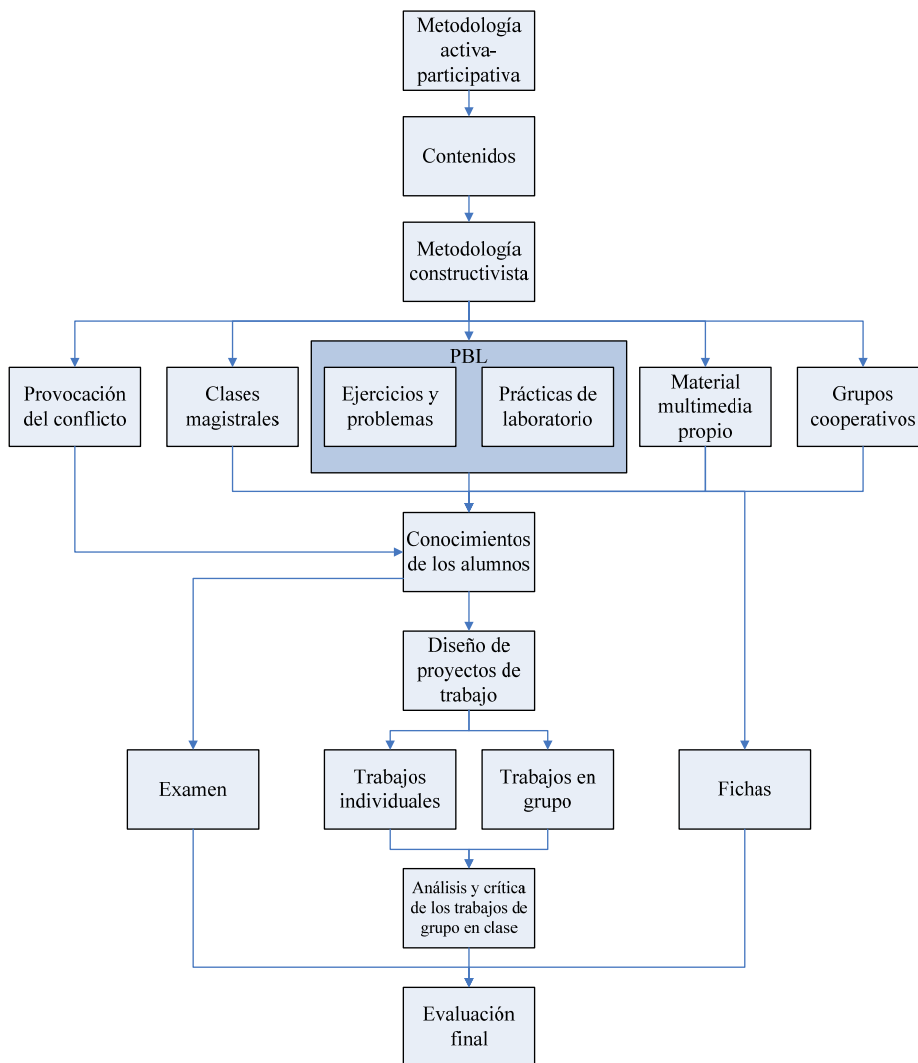


Figura 11.7. Mapa conceptual de la metodología

El continuo dinamismo en clase hace que la relación profesor alumno sea más llevadera con lo cual el alumno se abre más al profesor y viceversa, provocando de esta forma un aumento del rendimiento académico. Para que este rendimiento se pueda llevar a cabo es imprescindible que los profesores estén al día en cuanto a conceptos tecnológicos propongan problemas reales y metas asequibles, y de esta manera el alumno está más motivado y estará mejor preparado para enfrentarse a la vida laboral una vez acabados los estudios. El trabajo de campo se ha hecho según nuestra metodología activa-participativa colaborativa, y apoyada en multimedia “Ad hoc”, conforme al siguiente:

### **3.9. Pilares básicos de la metodología**

Nos hemos apoyado en cuatro pilares básicos para conseguir nuestro propósito. Estos pilares básicos en los que sustentaremos la metodología están definidos de manera practica a continuación y como son empleados en clase.

#### **1. Clase Magistral Activa Participativa:**

- Se apuesta por la clase magistral activa participativa, que es aquella en que se interroga, se pregunta o dialoga con los alumnos, o de otro modo los hace participar durante la exposición de la clase. Potenciamos así una comunicación multidireccional entre todas las personas que se encuentran en el aula. Aunque preferentemente la utilizaremos en los momentos en los que queramos transmitir una información concisa que luego se trabajara y madurara en grupos cooperativos.

2. Trabajo en Grupos Cooperativos:

- Sin abandonar definitivamente la metodología de las clases magistrales participativas en determinadas fases del curso hemos potenciado el uso de grupos cooperativos siempre que hemos podido aplicarlo. Con ello favorecemos la comunicación y discusión de trabajos en grupos cooperativos. Con lo cual se potencia el desarrollo del metaconocimiento.
- Los grupos de alumnos tienen que ser de un mínimo de 3 alumnos y de un máximo de 4 alumnos. Preferiblemente sería ideal que el grupo fuera de 3 alumnos, así evitaríamos un grupo de 2 donde siempre hay uno que tiene tendencia a imponer su opinión, y evitaríamos también un grupo de 4 donde suelen aparecer dos grupos de 2 por lo que nos encontramos con el problema anterior.

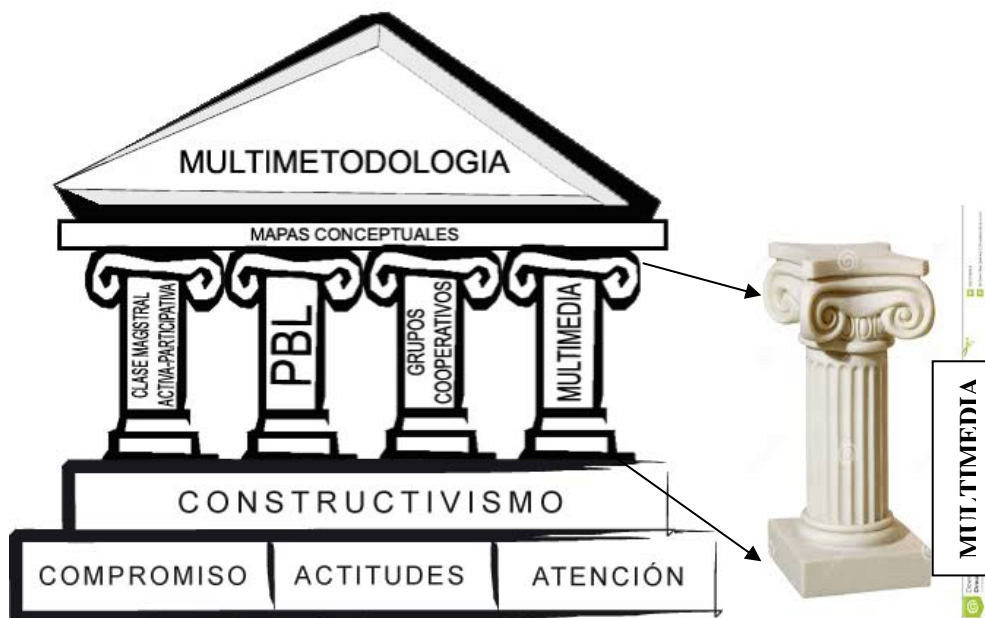


Figura 11.8. Pilares de la metodología propuesta

3. Aprendizaje Basado en Problemas (PBL):
  - Otro pilar importante para nosotros es el trabajo de estos grupos cooperativos aplicando el aprendizaje basado en problemas (PBL). Lo cual contribuye aun más al desarrollo de la meta-cognición de nuestros alumnos.
  - Este método es básicamente poner a uno o a un grupo de alumnos delante de un problema previamente planteado por el profesor. Este problema debe parecer lo mas atractivo posible al alumno y preferiblemente debería ser un caso real o que por lo menos lo pareciese.
4. Utilización y creación de material multimedia:
  - A través de estos tutores multimedia hemos conseguido atraer el interés de algún alumno que le cueste trabajar con libros o apuntes, y gracias al entorno visual y atractivo que presentan los tutores puede sentirse más atraído por los temas que presenta el curso (Villasevil y López, 1999, Villasevil, 2005).
  - También en este mismo entorno TIC, se han utilizado cámaras de televisión para grabar clases teóricas y corregir defectos del profesor.

### **3.10. Ejemplo de aplicación de la metodología con los multimedia**

Un ejemplo de cómo impartir una asignatura con nuestra metodología está reflejado en concreto en la figura 11.9, para las asignaturas SDI y CDIG. Para impartir la asignatura se han creado además los siguientes recursos:

- Colección de problemas.
- Tutores multimedia y plataforma virtual.
- Prácticas.

o Método de evaluación.

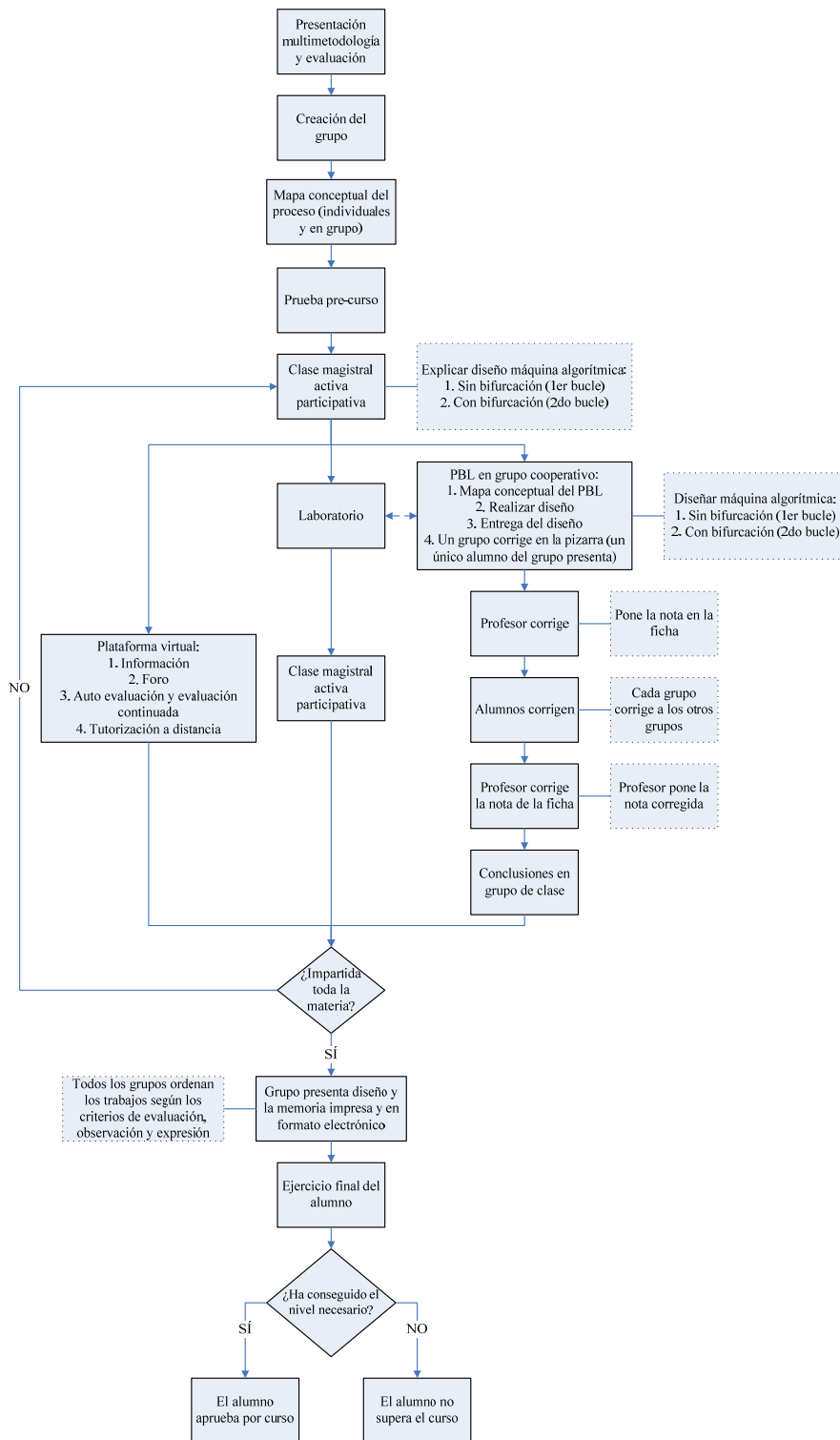


Figura 11.9. Ejemplo de planificación de una asignatura con nuestra metodología

3.10.1. Colección de problemas

Hemos pensado que deben ser problemas que ayuden al alumno a desarrollar lo que ha aprendido en las clases de teoría. En uno principio, el alumno tendrá que plantearse los objetivos que plantea el problema, y después, una vez estos objetivos están ya clarificados, establecer un planteamiento de la forma de resolución.

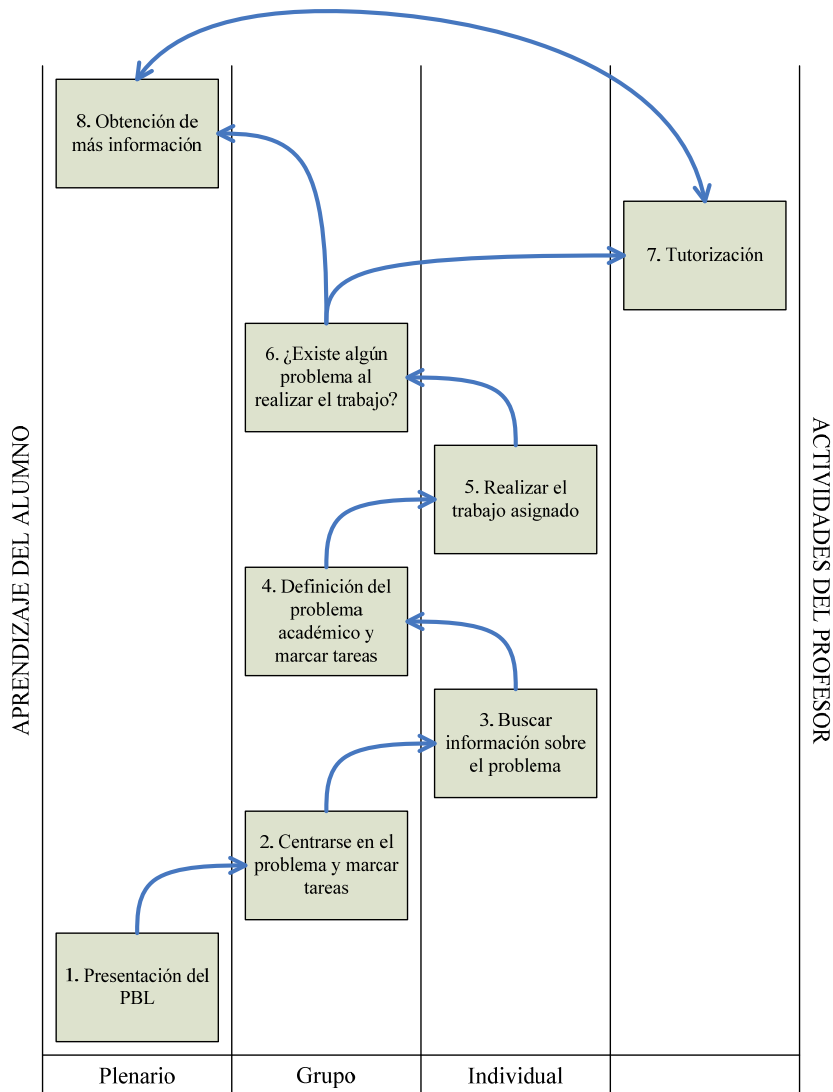


Figura 11.10. Proceso de aprendizaje del alumno en PBL



Tendremos que inculcar al alumno una metodología a la hora de resolver problemas de forma que lea detenidamente el enunciado y sepa qué se le está pidiendo. Una vez sepa el que se le está pidiendo, ha de establecer un criterio de resolución, a partir del tipo de razonamiento meta-cognoscitivo que se le ha inculcado en el curso.

Debe el alumno aplicar los conocimientos obtenidos del curso por realizar la resolución siguiendo el patrón propuesto: análisis de bloques funcionales, topologías y una vez determinados estos, proceder al análisis matemático y de teoría de circuitos que trae hasta la resolución empírica del problema.

Se tendrán que facilitar las colecciones de problemas de forma que los problemas sigan un método progresivo, es decir, vayan de menos además en dificultad y que al alumno no se le permita ir adelantando si no tiene soltura en la resolución de los problemas sencillos. Hay que mentalizar al alumno que tiene que poner toda la fuerza de voluntad en intentar resolver los problemas mediante sí mismo, y que si no consigue resolver un determinado problema, que lo intente repetidas veces y después pregunte, dado que si no lo intenta y se limita a preguntar para que alguien se lo resuelva, el aprovechamiento del recurso es limitado y el esfuerzo que se realiza al intentar resolver un problema aunque no lo consigas nunca, bajo ningún concepto, es un esfuerzo desperdiciado sino todo el contrario.

Deberemos de introducir en la colección de problemas, sobre todo cuándo se llegue a la altura que se ha de conseguir por superar el curso con buen nivel, problemas que puedan ilustrar casos reales que pueda encontrarse el alumno en su futura vida profesional. Esta será una buena forma de allanar el camino para obtener alumnos más expertos en un futuro de lo que lo son en estos momentos.

Llegado a este punto aplicaremos el aprendizaje basado en problemas (PBL) proponiendo casos reales con una especificación no académica, para que sea el propio alumno quien deba definirse las variables, buscar la información y encontrar una de las posibles soluciones, tal y como se ha mostrado en el punto 6.3.1 del marco teórico. A continuación se muestran una serie de problemas de ejemplo basados en PBL que se han utilizado en la implementación del método.

#### 3.10.1.1. Ejemplo I: resolución de un problema electrónico

En el método PBL el problema se presenta primeramente en el contexto del aprendizaje, y difícilmente se puede estructurar de una sola forma, ya que tiene múltiples soluciones.

Es como una situación desordenada, que puede cambiar al añadirse nuevas informaciones, no se resuelve aplicando fórmulas directamente y el camino elegido no tiene porqué ser el correcto.

##### **3.10.1.1.1. *Objetivos del problema***

Los objetivos del presente problema propuesto son los siguientes:

- Exposición del equipamiento y los conocimientos que no han sido vistos u obtenidos a priori de esta experiencia.
- Diseño de circuitos eléctricos.
- Desarrollo de las habilidades para la resolución de problemas.
- Utilización de Internet o de la biblioteca.
- Diseño de experimentos y procedimientos para obtener una solución al problema.

Para resolver estos problemas los estudiantes deben conocer el contenido y el programa de sus cursos. Los problemas serán elegidos cuidadosamente para que las soluciones de éstos se ciñan al contenido de los cursos y de los objetivos. El que se elige en este ejemplo es el siguiente:

*Diseñe un circuito que trabaje como interfaz de control entre el PC y otros circuitos electrónicos, teniendo en cuenta la optimización del tamaño de la placa de circuito impreso y la posible mejora del circuito.*

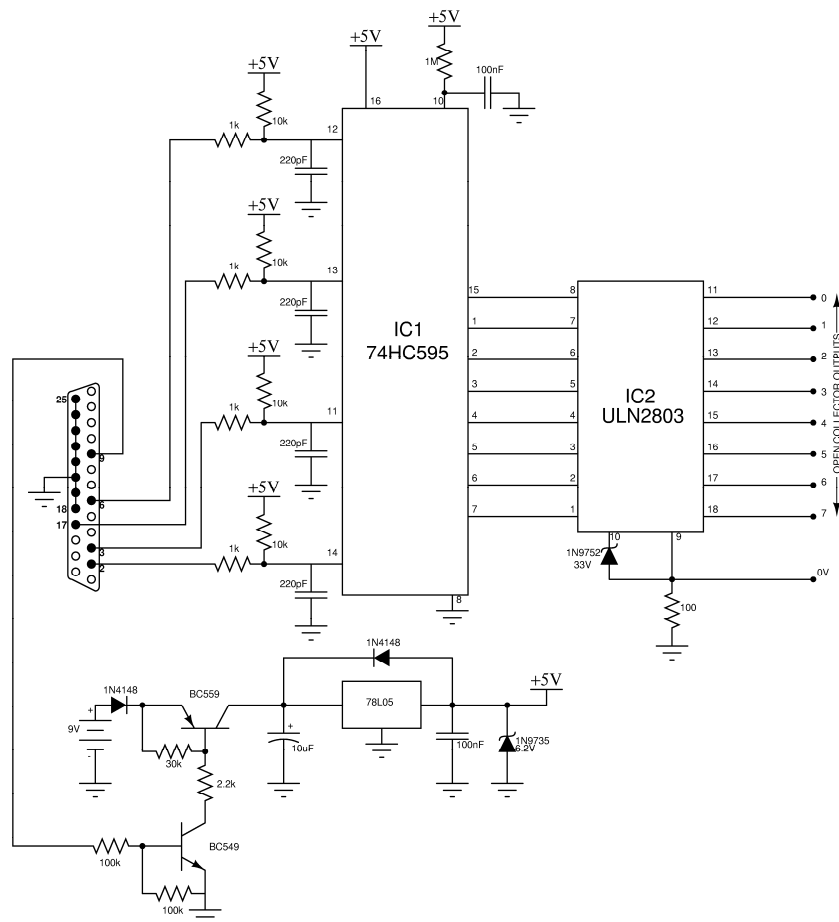


Figura 11.11. Posible diseño del circuito

### **3.10.1.1.2. Programación del trabajo**

Cuando se reúnen los alumnos por primera vez y se les presenta el problema sólo se les explica la primera parte: diseño de un circuito electrónico que se conecte al puerto paralelo del PC y que trabaje como interfaz de control entre otros circuitos y el PC. A partir de aquí el grupo comienza con la lluvia de ideas y sigue los pasos que se muestran en la figura 11.10:

- ¿Qué sabemos sobre el tema en cuestión?
- ¿Qué necesitamos saber?
- ¿Qué necesitamos para trabajar en este tema?

Después del primer encuentro y de marcar las diferentes tareas a realizar, los estudiantes necesitan buscar información en libros, bibliotecas, Internet, apuntes... para poder empezar el diseño y enfrentarse así al problema. Los encuentros semanales entre los grupos y el profesor son necesarios para poder resolver el problema, identificar los temas esenciales o específicos del trabajo y asignar nuevas tareas, al igual que la búsqueda de más información en el caso de que sea necesario. Cada estudiante contribuye con sus resultados a la investigación. Después de algunas semanas de trabajo los estudiantes han conseguido finalizar al menos su primer diseño, el cual será evaluado. A partir de aquí se asignarán nuevas tareas: simulación del circuito y reducción del tamaño del circuito. También se debe preparar una lista de componentes y material necesarios para la construcción del primer prototipo.

Cada encuentro semanal entre los estudiantes genera nueva información sobre el tema, nuevos diseños y nuevos problemas que solucionar. Al mismo tiempo los profesores controlan el aprendizaje,

preguntan sobre lo que opinan y evalúan los conocimientos de los estudiantes. Los profesores también controlan la dinámica del grupo y ajustan el nivel de aprendizaje en caso de que sea necesario.

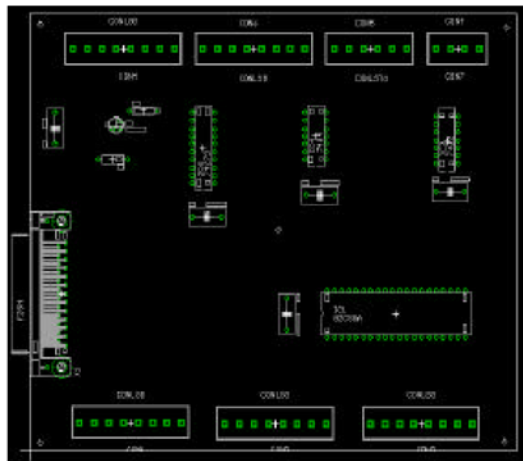


Figura 11.12. Posible layout del circuito

### 3.10.1.1.3. Resultados de la experimentación

Después de dos meses desde el comienzo del curso los buenos resultados se hacen visibles y los estudiantes están motivados y se involucran en el trabajo.

Han aprendido además a utilizar la máquina de impresión de circuitos para la fabricación de los mismos, obteniendo cuatro tipos de placas diseñadas, optimizadas y mejoradas por ellos mismos, las cuales funcionan perfectamente.

A partir de aquí se va a diseñar un nuevo prototipo, pero esta vez utilizando PAL's y/o GAL's (pudiendo obtener varias soluciones para el mismo problema) en vez de las placas con circuito impreso. De esta manera

se pretende concienciar de la necesidad de reducir el número de puertas combinatoriales de los circuitos.

Por otro lado, los estudiantes creen que el método les puede ayudar ya que aporta las siguientes características:

- Fomenta el compartir ideas con el resto del equipo antes de tomar una decisión.
- Mejora el trabajo en equipo.
- Optimiza el uso del material.
- Mejora la comunicación oral y escrita.

#### 3.10.1.2. Ejemplo II: aplicación del ABP a la enseñanza de la teoría de circuitos en la asignatura de Circuitos Digitales

El número de alumnos matriculados en la asignatura de Teoría de Circuitos está dividido en tres grupos de docencia: un testigo y dos experimentales. Cada grupo experimental se dividió en subgrupos de tres alumnos.

A la hora de hacer la selección de alumnos para cada subgrupo de trabajo se opta por alternar entre hacerlo de forma aleatoria durante unos años y por otro lado que sea elección del profesor que va a estar inmerso en la experiencia.

En el nuevo método los contenidos teóricos de la asignatura no fueron expuestos en clase magistral a los alumnos, sino que para cada tema se indicaban los objetivos específicos a conseguir y bibliografía de consulta para que a partir de ellos cada unidad de trabajo elaborara los contenidos de cada tema y los plasmara en un trabajo.

Así, el primer día lectivo del curso se presentó en clase un problema base de trabajo para fundamentar, mediante la reflexión, los contenidos teóricos a adquirir a lo largo del segundo cuatrimestre y se les dio a los alumnos un cronograma de trabajo.

En este cronograma se indicaban, de forma clara, los objetivos específicos a alcanzar para cada uno de los temas, las fechas de la presentación de los trabajos y de los mini exámenes.

Se dividieron las 4 horas de clase semanales en dos tipos bien diferenciados: la mitad de ellas centradas en la búsqueda, depuración, discusión y presentación de la información solicitada, a cada una de las unidades de trabajo que componen los subgrupos. La otra mitad era utilizada para resolver en la pizarra los problemas habituales de Teoría de Circuitos.

El material teórico que va obteniendo cada unidad de trabajo de un subgrupo es analizado y comparado con el presentado por el resto de unidades de dicho subgrupo. Tras un debate cada subgrupo emite informe teórico final que es presentado oralmente a toda la clase. La exposición de este material es juzgada por los otros subgrupos y se obtiene así una valoración del mismo, ponderada posteriormente por el profesor.

Además, con el fin de mantener el interés por el nuevo proceso se optó por la realización de tres mini exámenes o exámenes interparciales que evaluaran el grado de consecución de objetivos de cada tema del curso indicados en el cronograma de trabajo.

Finalmente los dos grupos experimentales se presentaron al examen parcial que realizaron todos los alumnos de la asignatura y la nota obtenida

en el mismo, junto con las notas de los trabajos y las de los exámenes parciales han permitido evaluar a cada uno de los alumnos.

La organización de esta experiencia piloto nos ha dado la posibilidad de comparar los resultados obtenidos por los alumnos que pertenecen a los grupos de docencia clásica y los que optaron por el nuevo método de enseñanza.

#### ***3.10.1.2.1. Objetivos del problema***

La idea básica de esta experiencia era el tratar de desplazar del eje de la enseñanza la figura del profesor, aplicando estrategias de aprendizaje centradas en los alumnos. Para ello se han mezclado técnicas de aprendizaje basado en problemas (ABP), trabajo cooperativo (TC) y apoyados con los multimedia “ad hoc”. Se ha tratado de lograr una enseñanza más dinámica, más atractiva y más autosuficiente para el alumnado. Ambas técnicas de aprendizaje, ABP y TC, tratan de desarrollar habilidades sociales, de comunicación, fundamentar conclusiones, mejorar la capacidad de análisis, deducción y fundamentación de conclusiones, así como la comunicación de las mismas para que ayuden a potenciar habilidades ingenieriles a los alumnos. A continuación se muestra un ejemplo de objetivos propuestos:

- Comprender conceptos: amplitud, frecuencia angular, periodo, ángulo de fase inicial, valor de pico, valor pico a pico.
- Saber representar gráficamente una función senoidal.
- Comprender conceptos: onda retrasada o adelantada respecto de una de referencia.
- Saber determinar valor medio y eficaz de una función y, en particular, de una función senoidal.
- Comprender el concepto de fador, transformación fasorial.



- Comprender conceptos:
  - Impedancia compleja de: resistencia, condensador, bobina.
  - Admitancia versus impedancia.
  - Conductancia.
- Observar la dualidad entre impedancia compleja e impedancia operacional.
- Observar la dualidad entre ley de Ohm compleja y operacional.

Tal y como se ha indicado a los alumnos, se les dio inicialmente un problema base de trabajo para el segundo parcial. Este problema debe de alentar a los alumnos a su resolución para lo cual se planteó una situación que puede aparecer en la vida real.

*Somos un grupo de estudiantes que viven en un piso y que no tienen lavadora. Después de mucho buscar encontramos una vieja lavadora fabricada hace 20 años que no había sido usada nunca. Cuando vamos a conectarla nos damos cuenta que en la placa de características indica: tensión = 125 V, 50 Hz, consumo 250 W y  $\cos j = 0.85$  inductivo. Resulta que los edificios donde vivimos son nuevos y la tensión de las tomas de corriente es de 220 V. Determinar el sistema más adecuado para poder utilizar la nevera justificándolo adecuadamente.*

Uno de los temores que se tenían ante este nuevo método de enseñanza era la posible dispersión en la búsqueda y recopilación de la información necesaria para lograr obtener el nivel mínimo de conocimientos. Para evitarlo, junto con el problema base, se les dio un cronograma de trabajo en el que aparecían los objetivos específicos docentes necesarios en cada uno de los temas de los que consta este segundo cuatrimestre y una temporización de los mismos. Además se recomendaron

problemas adecuados a resolver para poder comprobar si se adquieren los conocimientos mínimos deseables.

Siguiendo con el planteamiento inicial de la experiencia, se dividió a los alumnos en subgrupos de 3 personas y el profesor se reunió con ellos dos horas cada dos semanas en la sala de trabajo en grupo de la biblioteca del centro. Así se facilitó el acceso al material bibliográfico necesario y a las fuentes de información disponibles en la biblioteca.

Los resultados obtenidos por los alumnos a lo largo del proceso se pueden ver en el apartado de análisis estadístico del presente trabajo.

#### ***3.10.1.2.2. Resultados de las encuestas***

A final de curso se realizó una encuesta en la que se preguntaban una serie de cuestiones para valorar el método de trabajo. Algunos de los comentarios, transcritos literalmente, que los alumnos han indicado en la encuesta y que merece la pena sean reseñados son los siguientes:

- Los trabajos suponen un esfuerzo pero al final se notan sus frutos.
- La evaluación es correcta.
- Las clases tutorizadas, con tutores multimedia, sirven para profundizar los temas.

Si estudiamos los resultados de las encuestas nos ha sorprendido, que inicialmente todos los alumnos consideraban que este método requería un mayor esfuerzo y sin embargo su valoración equivalía a un esfuerzo ligeramente superior al del método tradicional.

Los alumnos tienen la percepción de que están bastante involucrados en el proceso de aprendizaje, que el método estimula su pensamiento crítico-creativo y de que su capacidad de trabajo en grupo ha mejorado ligeramente, así como su capacidad de comunicación y de hablar en público.

Es interesante destacar que los alumnos han cuantificado las horas de preparación de la asignatura entre 80-100 y que sumándoles las horas presenciales, las horas de los exámenes y las horas de prácticas obtendríamos un resultado entre 136-156 horas, considerando la unidad de medida utilizada en los ECTS es de 30 horas de trabajo del alumno por crédito, nos da entre 4.5 y 5 créditos por cuatrimestre, aproximadamente entre 9 y 10 anuales, si tenemos en cuenta que la asignatura tiene 8.1 créditos ECTS, parece que está ligeramente subvalorada respecto de los valores teóricos que podría tener en el espacio europeo de enseñanza superior.

Por otra parte podemos cuantificar el trabajo extra utilizado por el profesor que se ha dedicado al grupo especial de docencia.

- Preparación de objetivos y material complementario: 15 h.
- Preparación de problemas: 26 h.
- Clases tutorizadas: 28 h.
- Corrección de exámenes: 6 h.
- Corrección de trabajos: 10 h.
- Total: 75 h.

Si consideramos que un profesor que ha impartido esta asignatura más de 3 años utiliza una media de 1 hora de preparación da la clase por cada dos de pizarra y le sumamos las horas de corrección de exámenes nos da unas 45 h aproximadamente, tiempo inferior evidentemente al utilizado

por el profesor en la experiencia. Claro que estos tiempos se reducen a medida que el profesor tome experiencia en la misma.

### **3.10.1.2.3. Conclusiones**

La primera conclusión es que los alumnos *a priori* en su mayoría y por comodidad prefieren el sistema clásico de aprendizaje centrado en el profesor, pero a la vista de los resultados obtenidos el nuevo método es más favorable para ellos.

Las clases magistrales les permiten obtener las notas o apuntes necesarios para poder seguir y estudiar la asignatura con solo su asistencia y algo de atención. Por contra, este método, más centrado en el aprendizaje por parte del alumno, les requiere mucho más tiempo, lo que lleva a adecuar el programa de los cursos y además, a diseñar de una forma muy cuidadosa los objetivos de las asignaturas.

Por otra parte es interesante indicar que los alumnos que finalizaron la experiencia estaban muy motivados y aunque a alguno los resultados en los exámenes inter-parciales no les favorecían, seguían en la experiencia y les gustaba el método.

Al principio de la experiencia se cometió, quizás, el error de permitir abandonar el método después del segundo examen parcial. En los años siguientes se obligó al alumnado a ser evaluado de esta forma, con lo que su motivación se incrementó.

Otro problema ha podido ser el miedo inherente al cambio y el no haber realizado una aplicación “estricta” de aprendizaje basado en

problemas aplicado a Teoría de Circuitos, pero se pensó inicialmente que la mezcla podía ser interesante.

Se ha demostrado que con los resultados obtenidos en las encuestas se han mejorado aspectos como la capacidad de trabajo en equipo, capacidad de comunicación o de hablar en público, pero es muy difícil valorar estos objetivos propios del aprendizaje basado en problemas.

### 3.10.2. Programas tutores multimedia

Son programas en entorno multimedia, su misión es la de ofrecer al alumno una forma de aprendizaje y evaluación más amena y visual.

Recordemos que estos programas, no siempre los tendremos *online*; ya que por su extensión ofrecen dificultades de tratamiento a los alumnos con ADSL de bajas velocidades, como es el caso de muchas poblaciones. Es por ello que todos poseen un asistente de instalación en el mismo idioma del producto ofrecido, sea en soporte óptico (CD, DVD, *Blueray*), memoria (*pendrive*, SD, etc.) o descarga *online*.

Mediante ellos podemos conseguir levantar el interés de algún alumno al que le cueste trabajar con libros o apuntes, y que mediante el entorno visual y atractivo que presentan los tutores puede sentirse más atraído por los temas que le presenta el curso.

Fuera de lo que es el aspecto estético del tutor, nos centraremos en la funcionalidad del mismo. En los de aspecto evaluativo, que si están en red, servirán tanto a nosotros como al alumno por poder hacer su seguimiento *online* del aprendizaje y la progresión que el propio alumno manifiesta.

El alumno se conectará vía Internet con nuestra plataforma virtual, hasta un servidor de tutoriales. En este servidor se procurará tener un seguimiento de cada alumno de tal forma que se le irán ofreciendo diferentes tutoriales empezando desde el nivel más inferior y se irá aumentando de forma paulatina conforme vemos que está preparado por ir subiendo de nivel. Como no todos los alumnos disponen de buenas conexiones ADSL, también podemos suministrar dichos tutores en CD, o *pendriver*.

En la plataforma virtual, hay algunos tutores de tutorización y evaluación tal y como ya se ha expuesto en el capítulo 8. En el supuesto que veamos que el progreso del alumno está estancado y vemos que el propio alumno se desmotiva o no tiene interés por remediar esta situación de resultados adversos, podemos tomar las medidas correspondientes. En estos tutores se realizarán unos “ensayos”; de examen. El alumno dispondrá de un tiempo limitado para realizar el examen y si pasara este tiempo los resultados no son satisfactorios, es que el alumno no está lo suficientemente preparado y habrán de tomarse medidas para remediar esta situación.

En el grado final, se propondrán problemas reales que se habrán de resolver a partir de enunciados generales. En el enunciado, se pondrán unas condiciones mínimas a cumplir y el alumno dispondrá de los grados de libertad necesarios por conseguir la resolución satisfactoria del problema. Podemos observar ejemplos de pantallas de programas tutoriales:

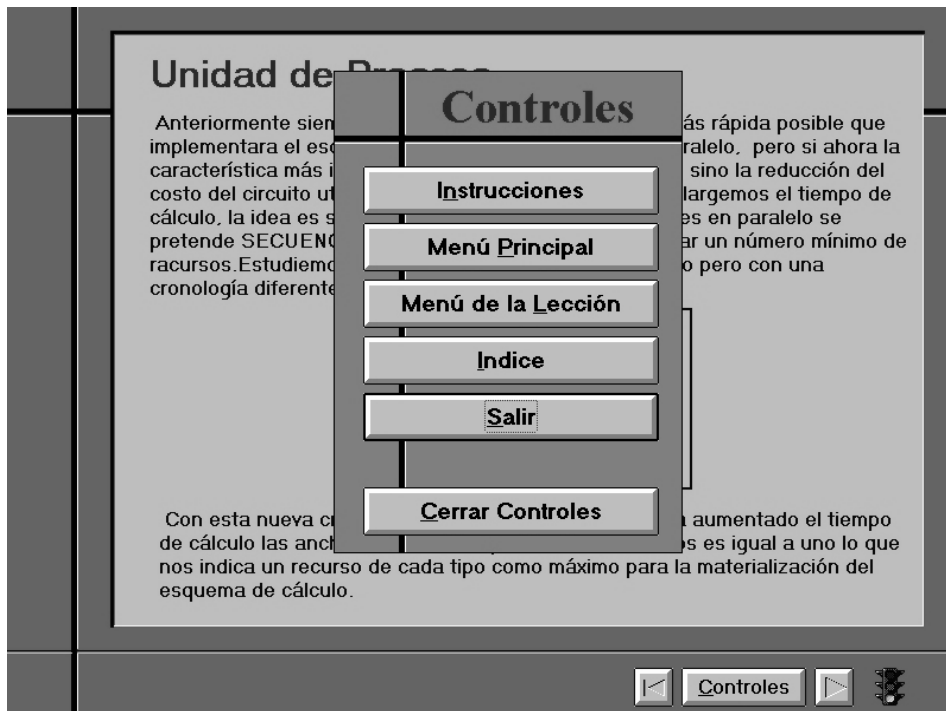


Figura 11.13. Pantalla principal del tutor

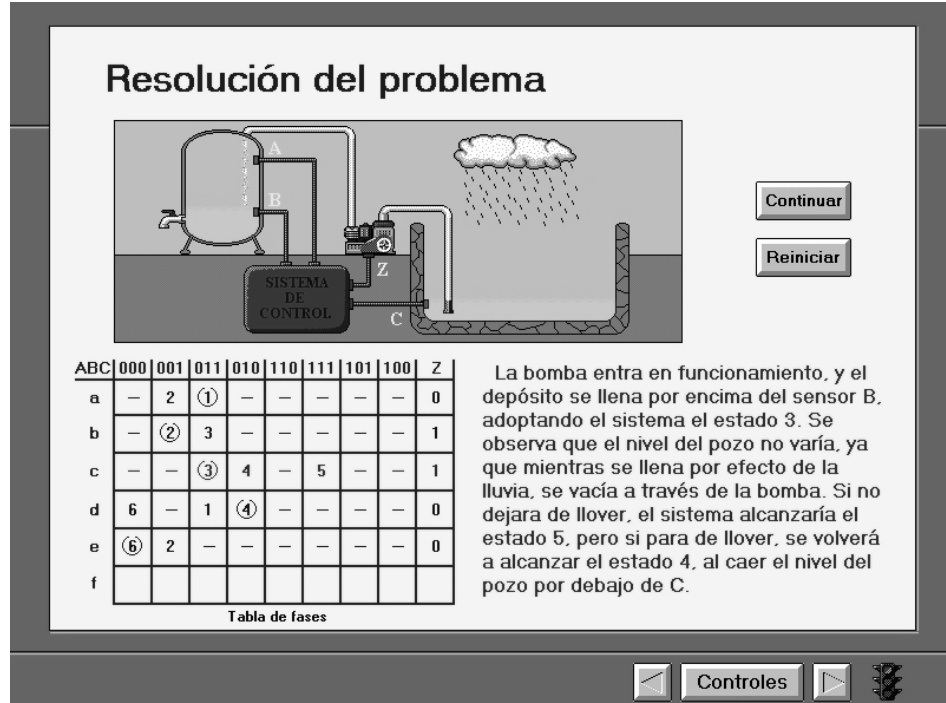
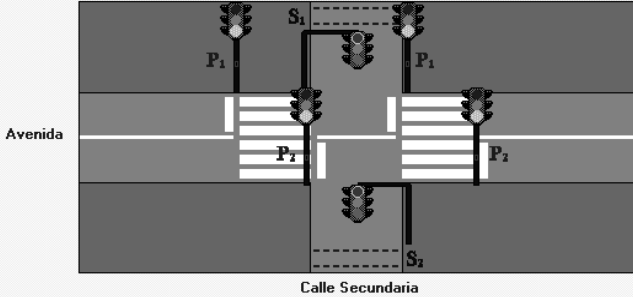


Figura 11.14. Aspecto de pantallas del tutor

### Enunciado del Problema

Diseñar un controlador de semáforos entre una avenida y una calle secundaria transversal. El semáforo estará en verde para la avenida, ya que la calle secundaria tiene poca circulación. Cuando los sensores S1 o S2 en la calle secundaria se activen, detecten la presencia de vehículos, ó los pulsadores P1 o P2 se aprieten, algun peatón quiere atravesar la avenida, el semáforo pasará a verde para la calle secundaria y rojo para la avenida. El efecto de activar un pulsador durará 60 segundos; las luces amarillas para el cambio de verde a rojo, durarán 10 segundos.



Avenida

Calle Secundaria

Controles

Figura 11.15. Muestra de pantalla con enunciado de problema

Estos tutores multimedia son una gran herramienta para potenciar la motivación del alumno. Ya que al tratarse de un entorno más visual y mucho más atractivo para el alumno siempre puede sentir más motivación hacia lo que estudia y aprende.

Parte importante será también nuestra plataforma virtual en ella los alumnos podrán hacer ejercicios mientras son cronometrados por la plataforma para simular como si de un examen se tratase, tal como se ha expuesto en el capítulo 8.

Según con Twigg y Miloff (1998), las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, de las empresas y de la sociedad se hallan en pleno cambio: la proporción de la población que demanda formación va en aumento; el



perfil demográfico y socioeconómico de los estudiantes es cada vez más disperso; se detecta un porcentaje creciente de estudiantes con dedicación parcial; se demanda mayor flexibilidad de horarios; se debe proporcionar formación continuada a lo largo de la vida de las personas; se concede mayor importancia relativa a la capacidad de aprender si la comparamos con los conocimientos ya adquiridos; se requiere incorporar las tecnologías de la información y la comunicación en la formación.

Recordemos que nuestra plataforma tiene dos partes bien diferenciadas:

- La plataforma del alumno
- La plataforma del profesor

Mediante la plataforma del profesor, éste introduce a la plataforma del alumno, nuevos temas, enlaces, foros ejercicios, test, para que el alumno profundice en el tema y desarrolle su conocimiento sobre el mismo y finalmente algún test, para que el alumno se pueda autoevaluar. Como cada alumno posee un usuario y una contraseña para acceder a la plataforma, también se puede llevar un control de quién la utiliza (es decir una referencia para evaluarlo). La plataforma tiene la siguiente estructura:

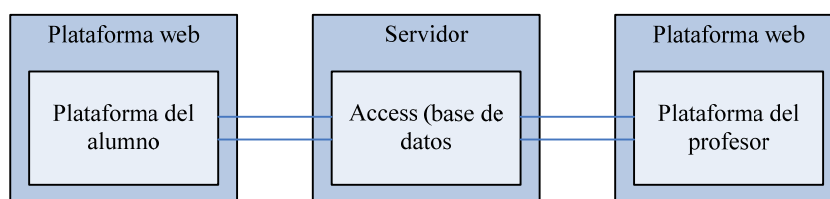


Figura 11.16. Estructura de la plataforma virtual

Ya hemos indicado que entendemos que tanto las herramientas TIC, como las TAC (Tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento), no nos

llevan a ninguna evolución positiva sin innovación pedagógica. Por tanto, las TIC solo son herramientas y deben estar al servicio de nuestra metodología; y es por ello que indicaremos como hemos usado la plataforma en el apoyo del sistema metodológico, que es lo realmente importante.

Vamos a explicar por separado cuáles son las partes y contenidos de los que están formados esta plataforma. Debemos tener en cuenta que todos los contenidos o casi todos los contenidos, que se podrán visualizar desde la plataforma del alumno, son modificados por el profesor.

Hay que tener en cuenta que, como ya se ha dicho, no todos los contenidos que utilizamos en una clase presencial debemos introducirlos en el medio de la red, ya que no todos los alumnos disponen de ADSL, ni con la velocidad eficiente.

Por ejemplo, no es necesario tener la teoría del curso en html, en dicha plataforma; ya que para esto ya existen los dispositivos de almacenamiento masivo, y por este mismo criterio no es necesario tampoco tener los auto-test de control de materia porque también pueden estar en estos dispositivos.

Aunque exista en este momento un medio mejor para tener la teoría y los auto-tests, no debemos girar la espalda a estos dos contenidos, con ello lo que se quiere decir es que si a mediados de curso, queremos sacar o publicar una documentación que no existía hasta ese momento, el medio más rápido para que llegue a nuestros alumnos será dicha plataforma.

Ya se ha reseñado en el capítulo 8 que los contenidos que implementaremos en dicha plataforma son:

- Foros.
- Links de interés.
- Chats.
- Comunicados.
- Tablón de anuncios.
- Preguntas y respuestas (FAQ's).
- Resolución de ejercicios.
- Alumnos.

### 3.10.3. Prácticas

Al inicio, todo siguiendo el esquema habitual de prácticas guiadas, se ofrecerá al alumno el guión de cada práctica y una metodología de realización.

Se tratará de implicar al alumno al máximo en la realización de las mismas. Dándole material y facilidades de acceso al laboratorio para que pueda trabajar con ellas el tiempo que él crea conveniente.

En una segunda fase, al igual que propusimos anteriormente con las colecciones de problemas, se intentará ilustrar las prácticas con casos reales que nos ayuden en la obtención de futuros ingenieros expertos.

Intentaremos, si las circunstancias lo permiten, que los grupos de prácticas sean de 3 personas.

El objetivo final, al acabar el curso, será la realización de una práctica casi libre. En ella se planteará un caso práctico real y una serie de condiciones a cumplir, y el alumno tendrá que aplicar los conocimientos adquiridos para solucionarla. Por supuesto, tendrá a su alcance el material

de apoyo preparado por la realización del curso y podrá realizar consultas al profesorado con toda la regularidad que él crea conveniente.

Si se cumplen los objetivos marcados, el alumno habrá pasado durante el curso de realizar prácticas guiadas a prácticas casi libres que se asemejarán a casos reales y con éxito.

Debemos indicar que debido a la evolución del Campus Virtual de la EPSEVG; hoy día, ya se adapta a nuestras necesidades metodológicas y es por ello que la utilizamos como herramienta a nuestra metodología.

#### *3.10.4. Método de evaluación*

Hay que tener presente que al inicio del curso se explica el modelo de evaluación que se va a seguir durante el curso, los objetivos marcados, los criterios de evaluación y el proceso que se va a seguir, pero independientemente de todo esto, siempre antes de realizar alguna prueba se explica y se da por escrito que y como se evaluará.

A la hora de evaluar el trabajo final nos fijamos en ciertos criterios. Estos criterios de evaluación se les proponen a los alumnos antes de empezar a desarrollar el trabajo final y puede llegar a incorporarse, si ellos creen que es necesario, algún criterio más (si el profesor lo considera adecuado), haciendo de esta forma participe al alumno en el proceso de evaluación. Los criterios podrían ser:

- Presentación.
- Nivel de profundidad del trabajo.
- Originalidad en el trabajo.
- Utilidad industrial.

- Estructuración de la memoria.
- Búsqueda del tipo y señales de las interfaces (sensores, actuadores de las señales que esperan).
- Implementación teórica de la unidad de control con PLS y de la unidad de proceso FPGA u otros.
- Realización de la priorización correcta, reducción de recursos y el tiempo, así como aspectos de fiabilidad económica, medio ambiente, etc.

Para evitar cualquier posible desviación no perceptible en el trabajo en grupo, se realiza un prueba individual tipo examen, verificando la fiabilidad de los trabajos realizados. Esta prueba es valorada por el profesor. También se evalúa el buen funcionamiento del grupo.

Para favorecer a los alumnos y mejorar sus fuentes de información, los mejores trabajos son incorporados a la plataforma virtual, pudiendo tenerlos como ejemplo para próximos cursos.

En todos los trabajos se comunica qué alumno realizará la exposición en público. Dicho alumno lo elige el profesor y generalmente es aquel que considera menos preparado, para de esta forma provocar la cooperación del resto de alumnos del grupo, ya que la nota obtenida será la misma para todos los integrantes del grupo.

La forma de evaluar las prácticas depende de la opción elegida. Si realizan la primera práctica y la mejoran pueden obtener de 6 a 6'5; en cambio si la realizan desde cero correctamente entonces la valoración puede llegar hasta 10. Esta evaluación y criterios marcados son siempre informados al alumno para que tenga presente como se le va a evaluar.

En las prácticas de laboratorio el profesor dispone de una ficha para cada alumno, y utiliza el modelo de evaluación propuesto para la parte teórica, es decir, preguntando a un alumno del grupo y poniendo la misma nota a todos los integrantes del grupo.

Legalmente todo alumno tiene derecho a un examen final. Como ningún alumno puede pasar por curso sino ha participado en todos los trabajos y por tanto no sea susceptible de una evaluación continua, tiene derecho a realizar un examen final y también todos aquellos que no hayan superado los trabajos y tareas realizadas durante el curso con una nota igual o superior a cinco. Este examen es difícil, no para castigar sino porque hay que asegurar los conocimientos reales de los alumnos.

La evaluación del meta-conocimiento la realiza el profesor encargando mapas conceptuales a cada alumno de los trabajos que realiza a lo largo del curso, observando así los progresos individuales de cada alumno, también evaluando su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos y sus habilidades estratégicas en la solución de problemas y prácticas.

Otro punto de evaluación más subjetivo es el obtenido a través de la tutorización y la evaluación a través de la plataforma virtual. Esta nota puede ayudar a aquellos alumnos que están justos para llegar al cinco (si el alumno es activo y participa a través de la plataforma virtual). La nota final se obtiene aplicando las siguientes fórmulas:

- Nota de los trabajos individuales  $TI$  (20%):

$$TI = \frac{\text{nota personal} + \text{nota corrector}}{2}$$

Siendo la nota personal la evaluación realizada por el profesor teniendo en cuenta la evaluación realizada por el resto de alumnos; y la nota corrector la evaluación que realiza sobre la tarea de corrección del resto de trabajos de sus compañeros.

- Conocimiento básico *CB* (30%).
- Trabajo final de la asignatura *TF* (40%):

$$TF = 0.5 \cdot \left( \frac{\text{nota alumnos} + \text{nota corrector}}{2} \right) + 0.5 \cdot \text{nota profesor}$$

Siendo la nota alumnos la evaluación realizada por el resto de alumnos; la nota corrector la evaluación que realiza sobre la tarea de corrección del resto de trabajos de sus compañeros; y la nota profesor la evaluación realizada por el profesor.

- Actitud y seguimiento durante el curso *AC* (10%).

La nota final *NF* de la asignatura se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$NF = 0.20 \cdot TI + 0.3 \cdot CB + 0.4 \cdot TF \pm 0.1 \cdot AC$$

Si la nota del curso es mayor o igual a cinco no es necesario que realice el examen final. Si es menor debe realizar el examen final para pasar de curso.

### 3.11. Cuadro – síntesis de la metodología propuesta

La metodología aquí expuesta utiliza diferentes herramientas educativas, como son los grupos cooperativos, aprendizaje basado en problemas reales PBL, tutores multimedia y clase magistral activa participativa.

A continuación tenemos una tabla en la que se puede observar de que manera están planteadas dos asignaturas impartidas en la EPSEVG, como son Sistemas Digitales I (SDI), Circuitos Digitales (CDIG) y Electrónica Digital (ETSEIAT) , siguiendo la estructura :

**Tabla 11.1. Planteamiento de las asignaturas impartidas en la EPSEVG**

<b>FASES DEL PROCESO METODOLÓGICO</b>	<b>FUNCIONES Y JUSTIFICACIÓN</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Presentación y orientación	Explicar Metodología y sus objetivos	Clase magistral activa participativa
Construcción grupo cooperativo	- Provocar intercambio - Madurar conceptos - Desestabilizar ideas propias	Crear grupo cooperativo
Mapa conceptual en grupo	Las mismas que en la construcción del grupo, además para detectar comprensión de la metodología y sus objetivos	Trabajo en grupo y entrega individual por escrito
Evaluación precurso	Detección conocimientos previos	Test o prueba
Interés de estas primeras fases	- Detectar ideas previas - Desestabilizar ideas previas - Producir insatisfacción - Generar conflictos cognitivos	
Teoría maquinas algorítmicas sin bifurcación	Explicar diseño maquinas algorítmicas sin bifurcación	Clase magistral activa participativa con apoyo multimedia



Transferir criterios de evaluación	Que los alumnos conozcan los criterios y objetivos de la evaluación	Puesta común en clase	
Enunciado maquinas algorítmicas sin bifurcación real	Aplicar diseño a situación real	Trabajar PBL grupo cooperativo con apoyo multimedia	
<b>PBL</b>	Mapa conceptual	- Entender planteamiento y objetivos del diseño	Trabajar PBL grupo cooperativo
	Diseño en grupo	- Provocar intercambio - Madurar conceptos - Desestabilizar ideas propias	Trabajar PBL grupo cooperativo
	Entregar memoria escrita única	Obligar a síntesis única a partir de un esfuerzo común	Trabajar PBL grupo cooperativo
	Corrección del diseño	Potenciar cooperación en grupo	Presenta un único alumno de un único grupo con multimedia
<b>Evaluar PBL</b>	Profesor corrige ejercicio	Detectar conocimientos y evolución Metodología	Poner nota en ficha, no en el examen
	Heteroevaluación	Aprender de los errores y aprender de otros posibles diseños	Alumnos corrigen otros ejercicios
	Profesor vuelve a corregir		Poner nota en examen, añade correcciones y puntúa a los correctores
Se trata de un bucle iterado tres veces, primero con máquinas algorítmicas sin bifurcación, segundo con bifurcación y tercero con un PBL definido por cada grupo, este es el más complejo con el cual el alumno da idea de lo que ha aprendido.			
Interés de estas fases	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar información sobre proceso de diseño</li> <li>- Sedimentar esta información</li> <li>- Diseñar circuitos de aplicación real</li> <li>- Potenciar meta-conocimiento , autoaprendizaje y capacidad de análisis</li> </ul>		
Presentación diseño final	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ver otros trabajos</li> <li>- Comparar su nivel</li> <li>- Expresión oral</li> <li>- Eficiencia comunicativa</li> </ul>	Exposición en clase con multimedia	

	- Estructuración trabajo - Profundidad - Aplicación real	Entrega de informe
	- Implementación idónea - Optimizar recursos - Optimizar costes - Optimizar tiempo	Diseño practico

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS DE TRABAJO**

El Ingeniero debe tener una serie de capacidades y aportar una serie de aptitudes tales como aplicar los conocimientos científicos necesarios a la invención, al perfeccionamiento o a la utilización de las técnicas en todas sus determinaciones en el campo industrial. Se ocupa también del aspecto técnico de la fabricación de mercaderías o del aprovisionamiento de servicios a la colectividad; todas estas relaciones siempre habían sido desarrolladas sobre el compromiso “función-precio”. Sin embargo pensamos que hoy en día se deben añadir nuevos compromisos tales como:

- Tecnología compatible con el medio ambiente.
- Tecnología ergonómica (para mejorar la calidad de vida del ser humano).
- Tecnología ajustada a las normativas dictadas por las leyes.

Es decir, el objetivo es formar un ingeniero capaz de desenvolverse en el marco de la Sociedad de la Información y del Conocimiento en la cual estamos inmersos, donde además debe dar respuestas a una tecnología cambiante.

Tradicionalmente el estudiante de ingeniería tenía un perfil de persona interesada en: manipular, construir, fabricar, proyectar, elaborar...

En la actualidad llegan a la universidad estudiantes sin este perfil, cuando es más necesario que el ingeniero sepa adaptarse rápidamente a un entorno de tecnologías cambiantes gracias a una gran capacidad de análisis de autoaprendizaje y de resolución de problemas.

En referencia a los multimedia apoyando la metodología podemos decir que ha sufrido un proceso de evolución. Viene evolucionando desde 2007 donde empezó a aplicarse en estudios de Ingeniería Electrónica y de Telecomunicación en la EPSEVG (Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú), la EPSC (Escola Politècnica Superior de Castelldefels) de la Universidad Politécnica de Cataluña, y en la ETSEIAT desde los años 2010 a 2014. También en la la Universidad de Barcelona - IUSC (International University Studies Center). En todos los centros se ha conseguido un aumento considerable en la participación de los alumnos, con la consecuente mejora en el rendimiento académico.

La idea principal es no solamente adaptar los conocimientos que el alumno adquiere en la Universidad al mundo profesional, sino también potenciar algo tan importante en todo ingeniero como es el proceso meta-cognitivo.

La realidad profesional hace que el ingeniero deba tomar decisiones en un corto espacio de tiempo por lo tanto debe tener muy bien estructurados sus procesos mentales.

Por tanto, es necesario que se creen unos nuevos métodos docentes con el objetivo de conseguir una enseñanza que dirija al alumno de Ingeniería lo más rápidamente posible hacia a un ingeniero experto.

Por este motivo pensamos que el futuro ingeniero ha de poseer una serie de características desglosadas en dos grandes pilares primordiales: conocimiento y meta-conocimiento.

#### **4.1. Planteamiento preciso del problema**

Teniendo en cuenta los objetivos expresados con anterioridad y el planteamiento general del problema de investigación, se han elaborado unos multimedia que aplicados con una metodología ya evaluada, favorecen el aprendizaje significativo, donde se ha puesto énfasis en la transferencia de criterios de evaluación al alumno, con el propósito de favorecer la metacognición y la autorregulación.

Aun cuando el modelo de investigación propuesto está bien fundamentado, desde el punto de vista teórico, y algunos aspectos están avalados por los resultados de otras investigaciones, debe llevarse a la práctica y constatar que cumple los objetivos planteados en su elaboración. Por consiguiente, el problema que ha de investigarse es de tipo práctico y se resume en la pregunta,

*¿Podemos elaborar una herramientas multimedia propias que apoyadas en una metodología (ya validada) para la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas técnicas en la ingeniería basada en la perspectiva constructivista del aprendizaje y estructurada sobre la clase magistral activa participativa, el trabajo en grupos cooperativos centrado en*

*la resolución de problemas reales (PBL) y apoyada en las nuevas tecnologías multimedia que favorezca el aprendizaje significativo, el rendimiento académico y el desarrollo del meta-conocimiento y la motivación de los alumnos?*

En el supuesto que estos multimedia con la metodología educativa sean capaces de mejorar el aprendizaje significativo y determinados aspectos de la meta-cognición, cabe preguntarse también si la mejora se da en todos los alumnos o, por el contrario, si no se da en casos en los que haya factores cognitivos, como el estilo cognitivo DIC (dependencia-independencia de campo de la percepción) y el nivel de razonamiento formal, que anulen el efecto beneficioso de las actividades de evaluación y transferencia de criterios propuesta. A priori se espera que todos los alumnos, tanto los dependientes de campo (de carácter más abierto y que conceden mucha importancia a las relaciones sociales) como los independientes de campo (más introvertidos y con mayor capacidad de reestructuración de las ideas por si solos) mejoren el aprendizaje y el desarrollo de aspectos meta-cognitivos. Lo mismo cabe decir de la capacidad de razonamiento formal, los alumnos mejoran el aprendizaje al aplicar la metodología educativa. Ahora, el problema lo planteamos mediante una pregunta que incorpora las características cognitivas de los alumnos.

*Los multimedia junto a la metodología activa participativa cooperativa, ¿favorecen la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas técnicas en la ingeniería basada en la perspectiva constructivista del aprendizaje y estructurada sobre la clase magistral activa participativa, el trabajo en grupos cooperativos centrado en la resolución de problemas reales (PBL) y apoyada en las nuevas tecnologías multimedia*

*de manera que favorezca el aprendizaje significativo, el rendimiento académico y el desarrollo del meta-conocimiento y la motivación de los alumnos, con independencia de factores psicológicos como el estilo cognitivo o la capacidad de razonamiento formal?*

La pregunta formulada aquí es todavía más compleja, y la respuesta, que se supone afirmativa, debe analizarse desglosándola en problemas simples, cuyas respuestas constituyen las hipótesis. Estas hipótesis dan la solución al problema planteado en forma de relación entre variables, que es preciso definir, dado que se necesita la verificación experimental del cumplimiento de dichas relaciones.

#### **4.2. Formulación de hipótesis**

Las hipótesis generales son conjeturas que sirven de apoyo conceptual y constituyen las respuestas afirmativas al problema general planteado (Bunge, 1983). En esta investigación formulamos la hipótesis:

##### **Hipótesis general**

*Los multimedia, junto a la metodología activa participativa cooperativa, propuestos para asignaturas técnicas en la ingeniería, además de establecer mejor el estado cognitivo, favorecen más el aprendizaje significativo, el desarrollo de la meta-cognición y motivación, con independencia de características cognitivas o psicológicas de los alumnos.*

Las conjeturas de la hipótesis general no pueden verificarse experimentalmente de forma directa, por la complejidad de la aseveración. Por ello, es necesario desglosarla en hipótesis cuyos enunciados contengan una proposición causal entre variables, que sea comprobable experimentalmente. Esto es, se necesita deducir las hipótesis operativas o de trabajo. Para ello analizaremos los términos de la hipótesis general en forma coherente con la fundamentación teórica que hemos expuesto con anterioridad. Y a tal fin es preciso delimitar y/o revisar qué se entiende por estado cognitivo, aprendizaje significativo, desarrollo meta-cognitivo y motivación. Además se ha desarrollado la investigación en varias etapas y fases; para cada una de las cuales se han propuesto las diferentes hipótesis. Ej. Etapa 1 – Fases I y II:

### **Hipótesis I**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorecen el aprendizaje significativo del alumno frente a los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra metodología.*

Esta hipótesis es muy general dado que la puesta en práctica de la metodología activa participativa cooperativa propuesta para que favorezca el aprendizaje significativo, se refiere tanto al aprendizaje declarativo como el procedimental. Y del aprendizaje declarativo, aquellos aspectos que tienen relación con los esquemas conceptuales de los alumnos, no con los aspectos de carácter memorístico.

Se trata de verificar que se produce el cambio conceptual o el cambio en las concepciones. Lo que se traduce en una disminución de las ideas alternativas erróneas de los estudiantes y sus esquemas conceptuales.

### **Hipótesis I<sub>1</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otras metodologías. La disminución de ideas alternativas erróneas se produce con independencia de factores psicológicos, como el estilo cognitivo o la capacidad de razonamiento formal.*

Esta hipótesis relaciona el cambio conceptual con el modelo de evaluación seguido, y alude también a la posible influencia de dos variables o factores psicológicos. Por esto la desglosamos en otras tres hipótesis operativas, que denominamos I<sub>1,1</sub>, I<sub>1,2</sub>, y I<sub>1,3</sub> respectivamente.

### **Hipótesis I<sub>1,1</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas y una potenciación de sus esquemas conceptuales, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otras metodologías.*



### **Hipótesis I<sub>1,2</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia del estilo cognitivo DIC, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otras metodologías.*

### **Hipótesis I<sub>1,3</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia de la capacidad de razonamiento formal, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otras metodologías.*

Pero el aprendizaje significativo, como se ha señalado, se refiere tanto al aprendizaje conceptual como al aprendizaje procedimental. Este está relacionado con la aplicación de procedimientos, coherentes con la metodología científica, dirigidos a la interpretación de situaciones problemáticas y a la aplicación de estrategias de resolución.

Los argumentos que exponen los alumnos cuando se les pide la justificación de una respuesta, o de la explicación de una situación, se basan más en sus preconcepciones que en los modelos de la Ciencia (Sardá y Sanmartí, 2000). Por otro lado, los alumnos imitan, en parte, la forma de proceder de los profesores en la resolución de problemas (Gil y Ramírez,

1989) y, por encima de todo, suelen considerar que los ejemplos de problemas resueltos en los libros de texto son un referente explícito del procedimiento a seguir en la resolución de problemas (Concari y Giorgi, 2000).

El hecho de trabajar los problemas en grupos cooperativos, y las discusiones entre alumnos (con la intervención del profesor) favorece el cambio metodológico, y se refleja en las memorias de los trabajos (Villasevil 2006). La evaluación de las memorias por parte del profesor y alumnos haciendo hincapié en los procedimientos utilizados por el alumno, ayudará al alumno a reconocer los aspectos adecuados e inadecuados de su metodología y en suma, a autorregularse. En consecuencia, los multimedia con la metodología educativa favorecerán el cambio metodológico deseado. Lo que nos lleva a plantear otra hipótesis. También para la Etapa 1- Fases I y II.

### **Hipótesis I<sub>2</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen el cambio procedimental de los alumnos de ingeniería respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otras metodologías.*

En el planteamiento del problema se alude a la meta-cognición. Es razonable suponer que la realización de actividades de autorregulación, en las que el alumno ha de ser capaz de realizar procesos de control de su propia actividad cognitiva, debe favorecer la meta-cognición. La cuestión es establecer qué aspectos de la meta-cognición se favorecen y, de ellos, cuáles son contrastables o puede confirmarse experimentalmente.

En consecuencia, buscamos algún indicador que permita tener idea si el alumno distingue lo que sabe de lo que no sabe. Un indicador sencillo es la comparación entre las expectativas de acierto ante situaciones problemáticas, como las que se proponen en los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas. Por ello enunciamos la hipótesis: (Para todas las Etapas y Fases).

### **Hipótesis II**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto y capacidad de enfrentarse a problemas nuevos.*

### **Hipótesis II<sub>1</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto.*

### **Hipótesis II<sub>2</sub>**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorece la meta-cognición de tal modo que pueda solucionar nuevos problemas.*

Es evidente que si conseguimos favorecer el cambio conceptual y procedimental de los alumnos así como su potencial meta-cognitivo además de aumentar la motivación, conseguiremos mejorar el rendimiento académico por ello enunciarnos la siguiente hipótesis: (Para Etapa 1-Fases I y II).

### **Hipótesis III**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen el rendimiento académico de manera muy significativa frente a la aplicación de clase magistral tradicional u otras metodologías.*

Lo que resulta obvio es que una alta capacidad de trabajo y rendimiento, correlaciona positivamente con un mayor nivel de motivación por parte del alumno. La motivación puede ser de dos tipos intrínseca o extrínseca. La motivación intrínseca hace que el alumno se motive por el mismo, mientras que la extrínseca viene provocado por un agente externo. (Etapa 1 – Fases I y II)

### **Hipótesis IV**

*Los multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa, favorecen la motivación de los alumnos hacia la asignatura, respecto de los alumnos a los que se les ha aplicado la clase magistral tradicional u otras metodologías.*

## **5. RECAPITULACIÓN Y CONCLUSIONES**

El problema central de este trabajo lo constituye la posibilidad de elaborar unos multimedia de elaboración propia apoyando a la metodología activa participativa cooperativa metodología docente, destinada a la ingeniería, coherente con la perspectiva constructivista del aprendizaje, cuyas características se han expuesto en el capítulo anterior.

En las líneas generales tanto los multimedia como la metodología docente se responde a las hipótesis planteadas en el capítulo. También cabe resaltar que los multimedia y la metodología docente están integrados en el proceso de E/A, y es una tarea en la que el alumno participa.

Una vez expuesta la metodología así como las herramientas multimedia, se ha de replantear el problema de forma genérica pero a la vez de forma más precisa, lo que nos ha llevado a emitir la hipótesis general de la investigación. En ella se sostiene que el modelo de evaluación afecta favorablemente al aprendizaje, a la meta-cognición, al rendimiento académico y a la motivación. A partir de la hipótesis general se han deducido las hipótesis operativas, que deben ser verificadas mediante la experimentación.



## CAPÍTULO 12

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

---

---

#### RESUMEN

En este capítulo se muestra como realizamos la investigación experimental mediante la cual podamos verificar las hipótesis expuestas sobre la validez de nuestra metodología. Para ello utilizaremos una serie de instrumentos, variables y pruebas mediante los cuales intentaremos constatar el aumento de algunos indicadores como el aprendizaje significativo, el meta-conocimiento, la motivación y el rendimiento académico.

---

---





## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>631</b>
<b>2. Diseño experimental de la investigación .....</b>	<b>633</b>
2.1. Población .....	633
2.2. Variables .....	634
2.2.1. Variables dependientes.....	635
2.2.2. Variables independientes.....	637
2.3. Procedimiento e instrumentos de medida.....	638
2.3.1. Introducción .....	638
2.3.2. Procedimiento .....	644
2.3.3. Instrumentos de medida .....	658
<b>3. Conclusiones .....</b>	<b>663</b>



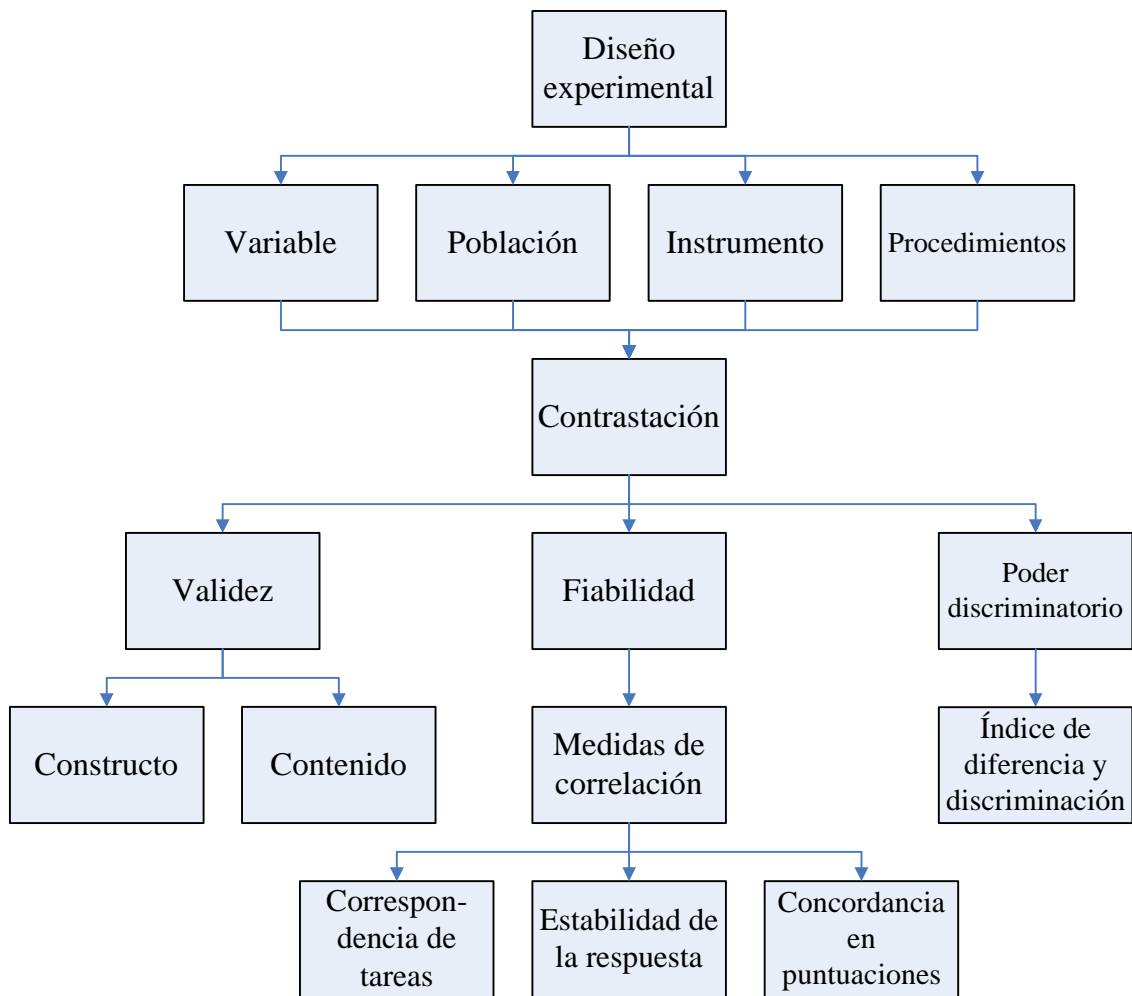


Figura 12.1. Diagrama descriptivo del capítulo 12



## 1. INTRODUCCIÓN

Con anterioridad hemos planteado una pregunta sobre una metodología experimental a la que respondemos con una serie de hipótesis.

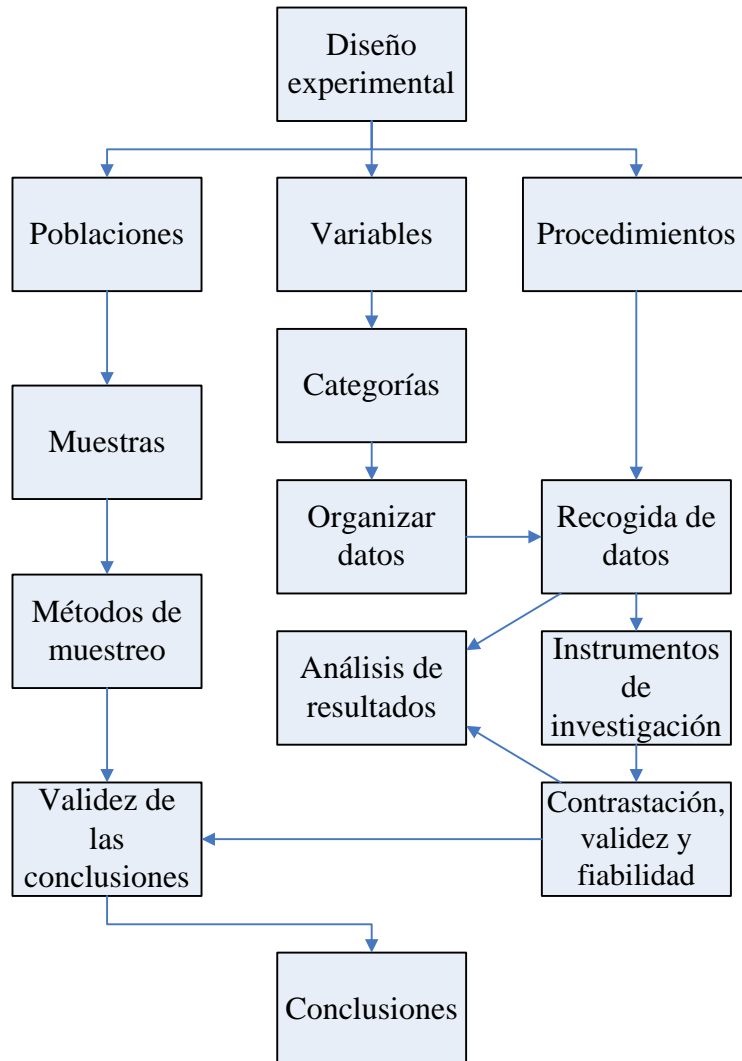


Figura 12.2. Elementos del diseño experimental

Pero las hipótesis sólo son predicciones de los resultados de un estudio, que deben ser verificados o confirmados por medio de la

experimentación (Bunge, 1983). De ahí la necesidad de diseñar los procedimientos que se van a seguir en la contrastación de las hipótesis, los cuales constituyen el diseño experimental. Los elementos del diseño experimental dependen de la metodología de investigación adoptada, y tienen en común una serie de fases, que se muestran en el diagrama de la figura 12.2. Especial atención merecen tres puntos en el estudio científico de esta investigación experimental:

- Definir los sujetos de investigación: es decir, la población que se pretende estudiar. Dentro de esta población se definen los individuos representativos de esta. Así las personas que constituyen la población objeto de estudio diremos que son las muestras del estudio.
- Planificar la recogida de datos: tendremos que planificar con antelación las variables a utilizar y la organización de los datos para evitar errores y facilitar el posterior análisis.
- Definición de variables: hay que tener presente en la definición de las variables como se realizarán las medidas experimentales, contrastando la validez y fiabilidad de los instrumentos de medida.

Es nuestra intención en el presente capítulo ocuparnos del diseño experimental, destinado a verificar si la aplicación de nuestro modelo metodológico, apoyado en las nuevas tecnologías y basado en la metodología activa-participativa y cooperativa, favorece al aprendizaje significativo y la meta-cognición. Para verificar esto utilizamos instrumentos que permitan establecer si se ha producido dicho aprendizaje, constatando que se ha producido un cambio conceptual y metodológico significativo.

El estudio de la validez y fiabilidad de una prueba requiere el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos. Y el análisis estadístico se realiza hoy mediante paquetes estadísticos informáticos. En consecuencia, se hace una descripción breve de un paquete estadístico (el SPSS) y los principales estadígrafos, pruebas de hipótesis (paramétricas y no paramétricas) y estudio de correlaciones que se utilizan en el análisis de los datos obtenidos mediante cuestionarios y otros instrumentos de medida.

## **2. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Población**

La metodología se ha aplicado a unos 6000 estudiantes en diferentes generaciones (cursos académicos) del ámbito de la Ingeniería pertenecientes a universidades de España, como la EPSEVG (Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú), la EPSC (Escola Politècnica Superior de Castelldefels) de la Universidad Politécnica de Cataluña y la ETSEIAT (Escola Tècnica Superior Enginyeries Industrial i Aeronàutica), ó la Universidad de Barcelona - IUSC (*International University Study Center*). Esta investigación también ha precisado de la colaboración de profesores universitarios.

Se han planificado y realizado investigaciones paralelas en cada uno de los centros mencionados para detectar posibles diferencias en el comportamiento de la metodología. Así pues, se ha analizado el comportamiento de los multimedia con la metodología en cada uno de estos tres centros en los que se aplicó en determinadas asignaturas de su currículo, siendo el investigador principal Francesc Xavier Villasevil Marco, del

Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña. En el caso concreto de la EPSEVG, que es el mostrado detalladamente en el apartado de resultados, se inició la 1ª experimentación en 1991 y se aplicó sistemáticamente desde 2002, y esta 2ª des de 2007 hasta el momento actual en Sistemas Digitales I (SDI) y Circuitos Digitales (CDIG). Denominaremos *grupo de control o testigo* al grupo de alumnos al que se aplicó la metodología sin herramientas multimedia, o con herramientas multimedia no propios. Denominaremos *grupo experimental* al grupo de alumnos que siguió la metodología expuesta con los multimedia adecuados y que seguían una evaluación continuada y tutorizada con apoyo multimedia. Los grupos experimentales y de control son grupos homogéneos, tienen un número de alumnos similar, pero no idéntico, y la misma cantidad de repetidores, siendo la designación como grupo experimental o de control al azar, sin evaluación o valoración previa de los alumnos de cada grupo-clase.

Para verificar las hipótesis formuladas se han realizado diferentes investigaciones desde 1991, comparando las respuestas del grupo experimental, con las de un grupo control, a los que impartía clase el mismo profesor y aplicando la metodología tradicional y también se compararon los resultados del grupo experimental con otro grupo del mismo centro al que impartía clase otro profesor diferente y aplicando la metodología tradicional con apoyo de las nuevas tecnologías. Los resultados objeto de estudio han sido procesados con el paquete informático SPSS.

## **2.2. Variables**

Las variables se pueden clasificar según la función que desempeñan. Distinguiremos entre variables dependientes e independientes.



### 2.2.1. Variables dependientes

Las variables dependientes, que recogen medidas correspondientes a aspectos cognitivos y meta-cognitivos, son aquellas que se modifican como consecuencia de los procesos de enseñanza/aprendizaje. En nuestra investigación hay una parte tipo proceso-producto, donde la variable dependiente es el rendimiento académico o aprendizaje producido, y también, dado que son múltiples los aspectos que se modifican como consecuencia de la aplicación de nuestro modelo de enseñanza/aprendizaje y evaluación, consideramos los aspectos que se han controlado que son variables de tipo constitutivo.

En nuestro caso la investigación tendrá presente las variables que se refieren a aspectos observables. Tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

- *Existencia de ideas previas*: las ideas previas se tienen antes del aprendizaje, pero se trata de unas variables que cambian con el aprendizaje. El grado de cambio conceptual se determina mediante la comparación de las ideas alternativas previas erróneas y las ideas alternativas erróneas en el transcurso del aprendizaje y al final.
- *Nivel o grado de conocimiento declarativo y procedimental*: se mide por medio de las puntuaciones obtenidas, en las respuestas a los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas y en pruebas de valoración de estrategias y procedimientos, al inicio y al final del proceso de aprendizaje. Después se realiza un análisis cualitativo de las respuestas, clasificando los tipos de

ideas alternativas erróneas detectadas y la metodología usada en la elaboración de las repuestas.

- *Grado de cambio conceptual*: se mide por el aumento de aciertos en las respuestas de los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas, comparando los test, ejercicios y trabajos realizados al principio y al final, después de haber pasado por el proceso de aprendizaje.
- *Grado de cambio metodológico*: los indicadores de los cambios metodológicos se obtienen del análisis de las respuestas de los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas, de las respuestas a cuestiones problemáticas, problemas y ejercicios, propuestos en el cuestionario de diagnosis, tanto en el grupo experimental como en el de control, considerando el antes y el después del proceso de aprendizaje.
- *Posibilidades de acierto*: se mide mediante las puntuaciones que esperan obtener los estudiantes en cada pregunta de una prueba, y que son anotadas en el cuestionario en el mismo momento en que responden por escrito a las preguntas de la prueba. Esta variable de tipo ordinal es una valoración que da el alumno sobre el grado de seguridad que tiene en acertar esa respuesta. La valoración se realiza mediante una escala del 1 al 10, que se corresponde con una expectativa de seguridad nula (0) hasta estar completamente seguro (10).
- *Rendimiento académico*: con la constatación de los demás puntos concluiremos el aumento o no del rendimiento académico. La influencia de los aspectos mencionados anteriormente serán importantes en la variación del rendimiento académico y el proceso meta-cognitivo, como veremos en la aplicación experimental.

- *Motivación del alumno respecto a la materia y al proceso de aprendizaje:* la motivación es uno de los factores o variable de máximo interés en el proceso de aprendizaje. Utilizaremos diversos instrumentos para el control de la motivación como el cuestionario MAPE-II, las fichas objetivas del profesor tras observar el número de consultas recibidas, el trabajo realizado dentro del grupo, la participación en los chats...

### 2.2.2. Variables independientes

Las variables independientes están relacionadas con características ambientales o del contexto que influyen en el aprendizaje, o en situaciones y programas de aprendizaje que el investigador manipula a voluntad. En la educación existen infinidad de variables para controlar. Como no es posible controlarlas todas, intentaremos hacerlo con el mayor número posible de ellas. Destacaremos varios métodos:

- *De igualar variables:* es decir, condiciones lo más parecidas posibles, por ejemplo, número de alumnos por aula, nivel de conocimientos previos de los alumnos.
- *De mantenerlas constantes:* es decir, condiciones o circunstancias iguales, manteniendo el mismo tipo de aula y una franja horaria parecida.
- *Eliminarlas:* tratando al grupo de control como un grupo experimental más, a fin de evitar el efecto *pigmalión*.

Algunas variables controladas de los alumnos, tanto del grupo experimental como de control, son:

- *Indicadores de conocimientos previos*: calificaciones obtenidas en cursos anteriores.
- *Variables naturales*: curso, sexo y edad.
- *Variables de apareamiento*: mismo número de alumnos repetidores y nuevos en los tres grupos.

Para las variables controladas de la estrategia didáctica propuesta a los grupos experimentales es la metodología activa-participativa-cooperativa junto a los multimedia “Ad hoc”. Las variables que intervienen son:

- Profesores.
- Materias.

### **2.3. Procedimiento e instrumentos de medida**

#### *2.3.1. Introducción*

Nuestra investigación se inició en el año 2007, de manera que los multimedia diseñados para cada asignatura y aplicados junto a la metodología activa-participativa-cooperativa y que deseamos aplicar y evaluar; para validar la investigación se han aplicado metódicamente para asegurar un correcto diseño y unas constataciones de hipótesis formuladas.

Con el fin de verificar las hipótesis formuladas, las investigaciones se llevaron a cabo comparando los resultados de los dos grupos experimentales, constituidos por el grupo-clase en el que se llevó a cabo la aplicación de los multimedia junto con la metodología expuesta en capítulos anteriores, y con las del grupo testigo o de control, constituido por los alumnos de otro grupo-clase, a los que impartía clase el mismo profesor

pero utilizando el método tradicional, primero y luego con multimedia genéricos. Durante estos años de investigación se han ido rotando los profesores asignados a las metodologías experimentales y de control. El motivo es que se podría pensar que la motivación del profesor respecto a una determinada metodología podría hacer variar los resultados. Quedó demostrado experimentalmente que esto no sucedía, comparando en la mencionada rotación de profesores los resultados del grupo experimental con otro grupo del mismo centro al que impartía clase otro profesor diferente.

Para hacernos una idea de la evolución seguida por el proceso podemos observar el siguiente esquema de la figura 12.3.

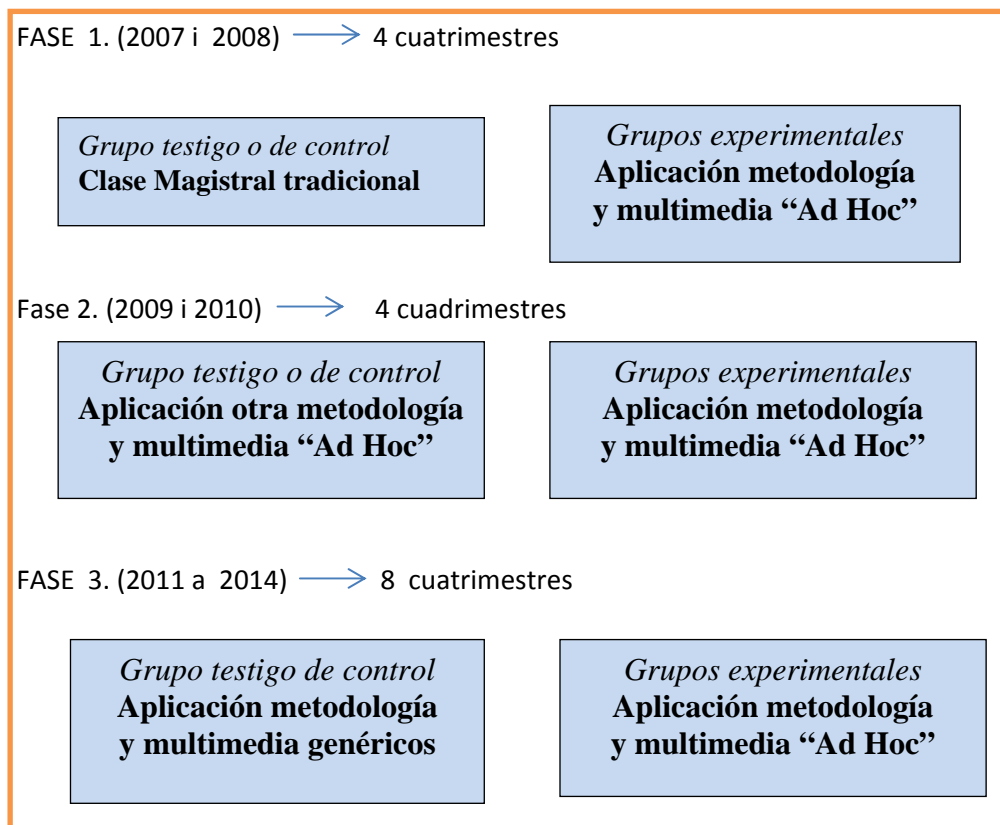


Figura 12.3. Fases de la experimentación

#### 2.3.1.1. Etapa 1. Fase I (2007)

La investigación se experimentó en dos cursos cuatrimestrales. Las hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería la aplicación de los multimedia “Ad Hoc” junto con la metodología, frente a la clase magistral tradicional mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.

Se pudo detectar un aumento en el rendimiento académico, una mejora del aprendizaje significativo y del meta-conocimiento. Se realizó una rotación del profesorado en los dos cursos que formaron parte de la investigación a fin y efecto de hacer el estudio independiente de la variable “profesor”.

#### 2.3.1.2. Etapa 2. Fase I (2008)

La investigación se experimentó en dos cursos cuatrimestrales. Para reafirmar la investigación La hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de los multimedia “Ad Hoc” junto con la metodología, frente a la clase magistral tradicional mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.
- La motivación.

Como es lógico pensar, estas experiencias se realizaron con el mismo sistema de rotación de los profesores reseñado anteriormente. Tras analizar los resultados, se demostró un aumento del rendimiento académico

y de la motivación, un aumento del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo.

#### 2.3.1.3. Fase 2. (2009-2010)

La investigación se experimentó en cuatro cursos cuatrimestrales. Las hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de los multimedia “Ad Hoc” junto con la metodología, frente a la clase con otra metodología y multimedia “Ad Hoc”, mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.
- La motivación.

Realizando, como en la fase precedente, la lógica rotación del profesorado docente, se obtuvieron los resultados gratamente esperados. Se constató un evidente aumento en la motivación y el rendimiento académico, siendo notable el aumento del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo.

#### 2.3.1.4. Fase 3. (2010-2014)

La investigación se experimentó en ocho cursos cuatrimestrales. Las hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de los multimedia “Ad Hoc” junto con la metodología, frente a la clase con la metodología pero con multimedia no “genéricos”, mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.
- La motivación.

Realizando, como en la fase precedente, la lógica rotación del profesorado docente, se obtuvieron los resultados gratamente esperados. Se constató un evidente aumento en la motivación y el rendimiento académico, siendo notable

Como vemos, nos hemos asegurado la correcta aplicación de la investigación; así como de la evaluación para la validación de la misma.

Se han dedicado a la investigación dieciséis cursos cuatrimestrales. La investigación se ha desarrollado en tres Escuelas de la UPC: La EPSEVG (Escola Politècnica Superior Enginyeria de Vilanova i la Geltrú), la EPSC (Escola Politècnica Superior de Castelldefels) i la ETSEIAT (Escola Tècnica Superior de les Enginyeries Industrials i Aeronàutica de Terrassa).

Y también se ha aplicado en la Universidad de Barcelona - IUSC (*International University Study Center*).

Además cabe resaltar el esfuerzo de 18 profesores universitarios en la UPC y en la UB.

Se ha seguido el mismo hilo argumental y de investigación usado en la investigación anterior; es decir, en el diseño, aplicación, toma de datos, resultados estadísticos y conclusiones; para la validación de la metodología que mereció en 1998 el 1<sup>er</sup> Premio a la Excelencia en la Docencia Universitaria, concedido por el Consejo Social de la Universitat Politècnica de Catalunya.

También cabe reseñar que esta investigación se experimentó en grupos de la European Project Semester en la EPSEVG, así como en la Educación Secundaria (rama tecnológica), campos en los que se piensa



seguir investigando en años venideros. La experimentación externa viene secundada por la Generalitat de Catalunya y la UNIFF de la Universidad Politécnica de Cataluña, bajo la dirección del experimentador principal.

En estos últimos casos la hipótesis que se planteó era observar las grandes diferencias existentes entre los alumnos de Ingeniería que reciben una metodología activa-participativa-cooperativa con apoyo de tecnologías multimedia y orientada a la resolución de problemas (PBL) y los que reciben una metodología basada en la clase magistral tradicional.

Ahora bien, dichas aplicaciones no son presentadas en la investigación actual, por no estar suficientemente evaluadas.

#### 2.3.1.5. Fase de divulgación

Del 2009 a la actualidad se han realizado diferentes charlas y conferencias, se ha realizado el análisis de los resultados y se han mejorado algunos aspectos tales como:

- El estudio del comportamiento de los grupos cooperativos.
- El estudio de la motivación respecto a problemas reales en la Ingeniería.
- La influencia de los diferentes profesores implicados en la multimetodología.
- Se han realizado debates internos y externos sobre el método.
- Se ha aplicado el método con ligeras variantes en las clases de Tecnología y Electrotecnia en Institutos de secundaria.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se realizó una rotación del profesorado en todos los cursos que formaron parte de la investigación a

fin y efecto de hacer el estudio independiente de la variable profesor. Esta fase demuestra científicamente la gran diferencia existente entre los resultados obtenidos por unos y otros, resultados que están presentes en la actual investigación.

Nosotros pretendemos construir una investigación y una metodología basada en el constructivismo y en la cual partimos de una información previa. Hacemos fluir nueva información y provocamos un conflicto con la existente. Esta información va sedimentando en el alumno a medida que este la trabaja y domina, produciendo un salto cualitativo y asequible en sus conocimientos. En la figura 12.4 podemos observar la representación esquemática de lo dicho anteriormente:

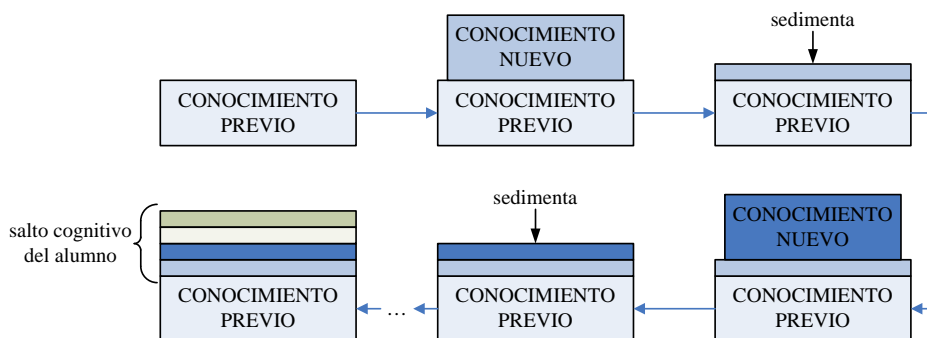


Figura 12.4. Sedimentación del conocimiento

### 2.3.2. Procedimiento

Como se ha reseñado anteriormente, la investigación se inició en 2007, aplicándose en dos fases hasta la actualidad. Como todas las fases siguen un proceso similar, pasamos a describir la última fase, motivo de esta memoria, de una manera más exhaustiva.

El investigador principal se reunió con todos los profesores de todos los centros para explicar detalladamente la metodología y ponerla en cuestión, llegando a un consenso en la metodología final a aplicar. Esta metodología se aplicó a todos los centros por igual, aunque a distintos niveles del proceso educativo, es decir, en distintos cursos de Ingeniería.

El proceso aplicado en el aula comienza al recibir a los alumnos de cada grupo-clase, tanto experimental como de control, se les explica la metodología a la que serán sometidos para conseguir una motivación que nos permita obtener de ellos un compromiso, actitud y atención. Se explica a los alumnos que serán motivo de estudio y que tendrán diferentes metodologías docentes, siendo todas ellas importantes, de forma que ningún grupo se pueda sentir marginado.

Se realizarán prácticas en el laboratorio y deberán ser superadas para aprobar el curso. Se realizan dos exámenes, uno parcial, pasado un cuatrimestre y que sirve para eliminar temario, y otro final con todo el temario del curso si se suspendió el parcial. La nota final será la del examen final, ayudada por la del laboratorio, o bien la media entre la de los dos exámenes y también ayudada por la del laboratorio. En el caso de los grupos experimentales el proceso es bastante más complejo y lo explicaremos seguidamente. Después de explicarles la metodología se les hace realizar un mapa conceptual (individual) de la metodología (para ver lo que han entendido ellos) que se entregará al profesor y que servirá como herramienta para medir su capacidad de síntesis y comprensión.

Seguidamente se crean los grupos. Estos estarán formados por tres alumnos, aceptando en algunos casos excepcionales grupos de dos o de cuatro alumnos, aunque deberíamos evitarlo porque en un grupo de dos siempre hay uno con tendencia a dominar y en el de cuatro se tiende a crear

dos grupos de dos alumnos, teniendo el problema anterior. Estos grupos serán en los que se trabajará el aprendizaje cooperativo. Los alumnos rellenan una ficha personal y otra por grupo que entregarán al profesor para poder realizar el seguimiento durante el curso. La ficha personal intenta ser un archivo individual de cada alumno en el que recoger datos referentes a las clases o actividades en que participe el alumno. La ficha personal, que podemos ver en la figura 12.5, consta de diversos apartados. Los modelos de fichas utilizados son los siguientes:

**UPC** Departamento de Ingeniería Electrónica-E.U.P.V.G.  
 Área de Electrónica, Sistemas y Microelectrónica Digital  
 Asignatura : .....

GRUPO .....

## FICHA PERSONAL



NOMBRE Y APELLIDOS .....

SALIR PIZARRA																					
VOLUNTARIAMENTE											FORZADAMENTE										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

CONTESTACION A PREGUNTAS																					
VOLUNTARIAMENTE											FORZADAMENTE										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

UTILIZA EL HORARIO DE CONSULTA											PREGUNTA EN CLASE												
1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª	← QUINZENAS →		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	10ª	11ª
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
											NUNCA POCO A MENUDO												

CALIFICACION COMO PORTAVOZ
<input type="text"/>

TRABAJOS OBLIGATORIOS								
TRABAJO 1			TRABAJO 2			TRABAJO 3		
TITULO.....	<input type="checkbox"/>		TITULO.....	<input type="checkbox"/>		TITULO.....	<input type="checkbox"/>	
PRESENTACION	<input type="checkbox"/>		PRESENTACION	<input type="checkbox"/>		PRESENTACION	<input type="checkbox"/>	
NOMENCLATURA	<input type="checkbox"/>		NOMENCLATURA	<input type="checkbox"/>		NOMENCLATURA	<input type="checkbox"/>	
VOCABULARIO TECNICO	<input type="checkbox"/>		VOCABULARIO TECNICO	<input type="checkbox"/>		VOCABULARIO TECNICO	<input type="checkbox"/>	
ESTRUCTURA DEL CONTENIDO	<input type="checkbox"/>		ESTRUCTURA DEL CONTENIDO	<input type="checkbox"/>		ESTRUCTURA DEL CONTENIDO	<input type="checkbox"/>	
<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<input type="checkbox"/>		<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<input type="checkbox"/>		<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<input type="checkbox"/>	

TRABAJOS VOLUNTARIOS								
TRABAJO 1			TRABAJO 2			TRABAJO 3		
TITULO.....	<input type="checkbox"/>		TITULO.....	<input type="checkbox"/>		TITULO.....	<input type="checkbox"/>	
PRESENTACION	<input type="checkbox"/>		PRESENTACION	<input type="checkbox"/>		PRESENTACION	<input type="checkbox"/>	
NOMENCLATURA	<input type="checkbox"/>		NOMENCLATURA	<input type="checkbox"/>		NOMENCLATURA	<input type="checkbox"/>	
VOCABULARIO TECNICO	<input type="checkbox"/>		VOCABULARIO TECNICO	<input type="checkbox"/>		VOCABULARIO TECNICO	<input type="checkbox"/>	
ESTRUCTURA DEL CONTENIDO	<input type="checkbox"/>		ESTRUCTURA DEL CONTENIDO	<input type="checkbox"/>		ESTRUCTURA DEL CONTENIDO	<input type="checkbox"/>	
<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<input type="checkbox"/>		<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<input type="checkbox"/>		<b>CALIFICACION TOTAL</b>	<input type="checkbox"/>	

Figura 12.5. Ficha personal del alumno

- *Datos personales*: incluirá el nombre completo y una fotografía actual.
- *Salir a la pizarra*: como su nombre indica, este apartado nos sirve para controlar sus salidas a la pizarra para realizar ejercicios. Esto nos servirá para evaluar la iniciativa, el interés, la motivación y la colaboración hacia la asignatura, así como posibles problemas. Se rellena mediante una casilla quincenal (ya que los grupos-clase son numerosos y no todos los alumnos pueden salir a la pizarra con la asiduidad deseada).
- *Respuesta a preguntas*: trata de controlar si el alumno contesta a preguntas formuladas en clase y si lo hace voluntariamente o bien obligado. Como en el apartado anterior, esta información nos servirá para evaluar la iniciativa, el interés, la motivación y la colaboración hacia la asignatura, así como posibles problemas. Se rellena mediante una casilla quincenal.
- *Utiliza el horario de consulta*: en este apartado se intenta medir la participación del alumno en el proceso de aprendizaje. Está organizado por quincenas y se rellena poniendo una X o bien una calificación (A, B o C, según sea el interés de la consulta) después de la consulta.
- *Pregunta en clase*: aquí también se pretende conocer el grado de participación del alumno en su proceso de aprendizaje. Está organizado por quincenas y la forma de rellenarlo es idéntica a la del apartado anterior.
- *Calificación como portavoz*: este apartado se refiere a la valoración que otorga el profesor al alumno durante una sesión de grupo en la que este actúe como portavoz. La forma de rellenarla es libre.

- *Trabajos obligatorios y trabajos voluntarios*: este apartado está dividido en dos partes iguales, una para los trabajos obligatorios y otra para los voluntarios. Cada una de estas partes está a su vez dividida en tres casillas. En cada casilla pondremos el título del trabajo y tendremos una serie de aspectos orientadores a valorar para tener una idea más precisa del trabajo pasado cierto tiempo.

Estos son:

- Presentación.
- Nomenclatura.
- Vocabulario técnico.
- Estructura del contenido.

La casilla existente de calificación global se rellenará con la nota final del trabajo, después de valorar los anteriores orientadores. Por otro lado tendremos la ficha de trabajo en grupo y que sirve para dos grupos. Su función es evaluar, organizar y controlar las sesiones de grupo. Está formada por dos bloques (uno para cada grupo) entre los que hay unos códigos de abreviaturas para rellenar cada columna. La forma de rellenar la ficha es sencilla, gracias a su fácil comprensión, y dinámica, ya que se pueden tener los grupos preparados o hacerlo sobre la marcha. También es rápida gracias a las abreviaturas utilizadas a la hora de rellenarla. La ficha de grupo la podemos observar en la figura 12.6. Estos grupos son formados al libre albedrío por los propios alumnos aunque, pasado un tiempo, pueden ser modificados, bien por el profesor (para equilibrar desigualdades notorias) o bien por alguna petición justificada de los alumnos. Una vez establecidos los grupos, estos realizan su primer trabajo en grupos cooperativos, consistente en un mapa conceptual de la metodología que habían realizado anteriormente de forma individual. De esta forma favorecemos la comunicación y comprensión, rompemos esquemas preestablecidos por contraste de opiniones e ideas y potenciamos el





El siguiente paso es la realización de las pruebas precursora para medir ideas alternativas erróneas, motivación inicial, capacidad conceptual y procedimental. Consideraremos válidos los grupos-clase si en las pruebas se obtienen unos resultados similares, para así poder partir desde un mismo punto. De no ser así se reorganizan los grupos-clase o los cooperativos.

Seguidamente se inicia el curso propiamente dicho con una clase magistral activa-participativa para dar información que después será madurada en los trabajos individuales y de grupo a realizar. En esta clase se dialoga e interroga a los alumnos, o dicho de otro modo se les hace participar durante la exposición de la clase, potenciando una comunicación multidireccional entre (potencialmente) todas las personas existentes en la clase. Los alumnos empiezan a trabajar esta información siguiendo diferentes vías:

- En su casa a través de la Plataforma Virtual.
- En el laboratorio.
- En el aula y fuera de ella, trabajando en grupos cooperativos el aprendizaje basado en problemas (PBL), centrando el trabajo en un caso de Ingeniería real.

Estas tres vías se aplicarán de la siguiente manera:

***Plataforma Virtual:*** su función básica es tutorizar y evaluar al alumno por parte del profesor, ya que se recoge información de los foros, preguntas, resolución de ejercicios y exámenes, así como de su participación. Toda esta información queda registrada y almacenada en el historial personal del alumno en la plataforma virtual, al cual solamente tiene acceso el profesor tutor y el profesor responsable de la investigación.

El alumno dispone de una serie de ejercicios resueltos paso a paso para tener un modelo del procedimiento a seguir.

# FICHA LABORATORIO

PARTIDA MARCA		LECTURAS EJERCICIOS	ESQUEMA CIRCUITOS EJERCICIOS	INCLUIR	ALISTAR EJERCICIOS	FECHA	GRUPO NOMBRE
							<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center; padding: 10px;">FOTO</div> <p>.....</p> <p>.....</p>
							<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center; padding: 10px;">FOTO</div> <p>.....</p>
							<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 100px; margin: 0 auto; text-align: center; padding: 10px;">FOTO</div> <p>.....</p>

Figura 12.7. Estructura de la ficha de un grupo (3 alumnos)

Posteriormente, si existen problemas a solucionar, el tutor le corregirá y le indicará tanto los fallos encontrados como la necesidad de repasar algunos conceptos o apartados. Si el alumno va superando estos problemas, con un nivel de dificultad creciente, llegará a un problema o serie de problemas con una dificultad similar a la que se encontraría en el examen final. Para este examen tendremos en el tutor un reloj para que controle el tiempo empleado, al igual que sucedería en el examen final.

Una vez resuelto el examen, el tutor nos indicará los errores o correcciones pertinentes, simulando la puntuación del profesor y penalizando el exceso de tiempo empleado descotando de la puntuación. También es destacable reseñar que, como el profesor puede seguir los pasos de los alumnos en los tutores (tiempo de utilización, resultados, situación del nivel de este respecto a la asignatura...), existe una ventana del tutor en la que el profesor puede comunicarse con el alumno para indicarle determinadas actuaciones a corregir y animarle en su esfuerzo.

Como es lógico, los alumnos también pueden realizar consultas al profesor. Como se dispone de una base de datos (Excel) con multitud de problemas, aunque un alumno pase diferentes veces por la misma parte o nivel y gracias a que quedan reflejados todos los problemas que ha realizado el alumno, los alumnos no repiten los problemas (a no ser que se pase muchas veces por la misma parte).

Todo esto nos sirve para evaluar al alumno mediante los registros de la plataforma, a que el alumno se autoevalúe, para seguir su nivel de sedimentación...

***El laboratorio:*** comienzan las prácticas de laboratorio con una clase magistral activa-participativa específica para cuestiones relacionadas con el

laboratorio, trabajándose siempre a nivel práctico los conocimientos expuestos en la teoría.

Para poder observar la evolución de los alumnos desarrollando trabajos prácticos, se colocaron durante todo el curso cámaras de filmación. Se dejaron durante todo el año para evitar el efecto distorsionador que podría suponer el sentirse observado, ya que al estar la cámara siempre el alumno se acaba acostumbrando a su presencia y llega a olvidarse que está, actuando con toda naturalidad.

Tendremos una ficha de cada grupo de forma que podremos hacer un seguimiento individual de cada alumno en algunos aspectos que normalmente no son valorados y también a nivel de grupo. La ficha está dividida en tres bloques, uno por cada integrante del grupo de prácticas. El bloque de cada alumno está a su vez dividido en dos partes referentes a:

La identificación del alumno, situada a la derecha y en la que consta su foto, grupo, horario y nombre completo. Lo vemos con mayor detalle en la figura 12.7. La evaluación del alumno, que se subdivide en siete apartados y que podemos observar en la figura 12.8.

Los siete apartados de los que consta la anterior ficha son los siguientes:

- *Participación*: está dividida en dos partes, la de montaje y la de lectura de aparatos. Su función es la de evitar que alguna persona del grupo se “especialice” en el manejo de los aparatos, permitiendo que las tareas se distribuyan y que cada alumno vaya variando la función que desempeña. Se marcará con una X a quién realice la tarea.



La actividad consta de dos trabajos, paralelos a los procesos teóricos iterativos, un trabajo final y un test individual final. De cada trabajo, todos los grupos entregan una memoria escrita. Con todo ello analizaremos la evaluación conceptual y procedimental.

***Enseñanza con grupos cooperativos y PBL:*** sirve para trabajar la información recibida por el alumno. Siempre se trabaja en base a problemas de Ingeniería real, dando una definición no académica a los problemas para que los alumnos tengan que definir sus propias variables y definir el problema de forma académica. Para ello siguen el siguiente proceso:

- Mapa conceptual del problema.
- Realizar un diseño o solución del problema, siendo el mismo para todos los grupos.
- Todos entregan su diseño por escrito al profesor.
- Sale un alumno de un grupo a exponer su solución al problema. La nota obtenida por este alumno es la misma para el resto de componentes del grupo, obligando así a la cooperación entre los integrantes del grupo.
- El profesor corrige las memorias (sin hacer observaciones en ellas) anotando las observaciones que considere necesarias y las notas en las fichas de cada grupo.
- El profesor reparte una memoria a cada grupo (no la realizada por ellos) para que la corrijan, sabiendo de antemano que serán evaluados por la corrección realizada. Dentro de la metodología esto cumple la función de madurar tanto observando errores ajenos como con la visión de otras soluciones diferentes a la propia.
- Se recogen las memorias nuevamente para que el profesor evalúe al grupo corregido y al grupo corrector.

- Se realiza una puesta en común en clase, donde se hacen observaciones, comentarios sobre errores y soluciones, a modo de conclusiones.

Durante el cuatrimestre se pasa otra vez por todo este proceso, pero con nueva información, avanzando en el curso.

Una vez finalizada la segunda iteración se pasa a la fase final, donde el alumno puede demostrar mucho más precisamente su avance respecto al aprendizaje profundo o significativo y su meta-conocimiento.

Realizan un trabajo o diseño en grupo, diferente para cada grupo. Todos los grupos deben elaborar una memoria escrita (en soporte escrito y electrónico) y entregarla al profesor.

Todos los grupos deben exponer de forma oral en clase su trabajo, con apoyo de soporte electrónico que también entregarán al profesor. En estas sesiones es especialmente obligatoria la asistencia a clase, siendo penalizada la ausencia no justificada.

Los grupos valoran los trabajos expuestos (excepto el propio), ordenándose los trabajos según unos criterios de evaluación consensuados previamente en clase:

- Presentación.
- Nivel de profundidad del trabajo.
- Originalidad del trabajo.
- Utilidad industrial.
- Estructuración de la memoria.

- Búsqueda del tipo de señales de los interfacios (sensores, actuadores de las señales que esperan).
- Implementación teórica de la unidad de control con PLS y de la unidad de proceso FPGA u otros.
- Realización de la priorización correcta, reducción de recursos y tiempo, así como fiabilidad económica, medioambiental...

Cada grupo debe incluir en la memoria una autonota grupal, justificando el porqué de la misma. Las memorias deben incluir un mapa conceptual de la misma. Posteriormente todos los alumnos pasan un ejercicio individual final. También se pasan baterías de test para observar el avance del meta-conocimiento y el aprendizaje significativo, aunque también son evaluados mediante los ejercicios, mapas conceptuales, observaciones de las cámaras y fichas del profesor. Asimismo hay una encuesta abierta sobre el profesor y la metodología empleada. La nota del curso se calculo según lo estipulado en el apartado 3.10.4 del marco práctico del presente trabajo.

### 2.3.3. Instrumentos de medida

Distinguimos entre instrumentos de medida dirigidos a la recogida de datos cuantitativos y cualitativos, los destinados a datos cuantitativos y los que sólo registran datos cualitativos. Entre los primeros, figuran los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas, los cuales no sólo permiten cuantificar, mediante puntuación, el nivel cognitivo de los alumnos en un área determinada, sino clasificar las respuestas en categorías, de modo que se obtenga una idea aproximada de los esquemas mentales de los alumnos. Los instrumentos de medida puramente cuantitativos no permiten realizar interpretaciones, sino que miden, mediante las puntuaciones asignadas según el grado de acierto en las respuestas, algún rasgo



observable. Por ejemplo, el nivel de razonamiento formal, la Dependencia-Independencia de Campo (DIC), etc.

Los instrumentos que registran datos cualitativos están orientados a la interpretación de las actitudes, formas de razonar, uso de recursos meta-cognitivos por parte de los alumnos, relaciones sociales en el aula, etc. En esta sección se recogen sólo aquellos que interesan en nuestra investigación.

En las siguientes tablas se muestran los instrumentos de recogida de datos cualitativos y cuantitativos (cuestionarios o pruebas escritas), en el que figura el contenido, momento en que se recogieron los datos y la finalidad de los mismos:

- Rendimiento académico.
- Meta-conocimiento.
- Aprendizaje significativo.
- Motivación.

#### 2.3.3.1. Rendimiento académico

Para medir el rendimiento académico y realizar el seguimiento de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

**Tabla 12.1. Instrumentos utilizados para cuantificar el rendimiento académico**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Exámenes	Problemas de nivel que implican dominar la asignatura	En la mitad y al final del curso	Valorar el rendimiento académico en dos momentos puntuales
Ejercicios y problemas	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua del rendimiento

			académico
Carpeta (trabajos – proyecto)	Todos los trabajos que acompañan al trabajo – proyecto	Durante todo el curso que dura el trabajo – proyecto	Evaluación continua del rendimiento académico
Plataforma Virtual	Registro, base de datos, soluciones de ejercicios y exámenes	Durante todo el curso	Evaluación continua del rendimiento académico

### 2.3.3.2. Meta-conocimiento

Para medir el meta-conocimiento se han utilizado los instrumentos:

**Tabla 12.2. Instrumentos utilizados para cuantificar el meta-conocimiento**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Carpeta (mapas conceptuales)	Mapas conceptuales	Se recogen durante todo el curso	Evalúan el progreso en la evolución de los mapas conceptuales
Problemas guiados y trabajo en el laboratorio	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua de las ideas previas erróneas y de los esquemas conceptuales
Test de razonamiento lógico para adultos	12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación	Inicio y fin de curso	Evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución a largo del curso
Test de <i>figuras enmascaradas para grupos</i> de Witkin (GEFT)	18 ítems gráficos con figuras geométricas que deben ser descubiertas dentro de otras más complejas	Inicio y fin del curso	Diagnóstico del estilo cognitivo DIC (dependencia – independencia de campo)
Proyectos reales	Planteamiento de Problemas / Proyectos reales	Durante todo lo que dura el problema / proyecto	Capacidad de enfrentarse y solucionar problemas nuevos
Fichas de observación	Ficha de Alumno Ficha de Grupo Ficha de laboratorio	Durante todo el curso	Visión global y síntesis evolutiva
Plataforma Virtual	Base datos de comunicaciones	Durante todo el curso	Para medir la evolución del meta-conocimiento

2.3.3.3. Aprendizaje significativo

Para medir el aprendizaje significativo se han utilizado los instrumentos que muestra la siguiente tabla:

**Tabla 12.3. Instrumentos utilizados para cuantificar el aprendizaje significativo**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Cuestionario de detección de ideas alternativas erróneas en Ingeniería electrónica	Una serie de 10 ítems de respuesta múltiple con explicación	Pre-test al comienzo del curso y post-test después del aprendizaje	Diagnóstico de ideas previas e ideas alternativas erróneas
Problemas guiados y trabajo en el laboratorio	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua de las ideas previas erróneas y de los esquemas conceptuales
Carpeta proyecto	Trabajos de los alumnos	Durante todo el curso	Evolución del aprendizaje y de estrategias
Fichas de Observación	Ficha del alumno Ficha de grupo Ficha de laboratorio	Durante todo el curso	Visión global y síntesis del aprendizaje significativo, estrategias y procedimientos
Prácticas estratégica en el laboratorio	Prácticas con placas de circuito impreso (averiadas y no averiadas)	Durante todo el curso	Evaluación del meta-conocimiento y el aprendizaje significativo
Plataforma Virtual	Base de datos de ejercicios y problemas, con control de tiempos	Durante todo el curso	Evaluación continua del Aprendizaje Significativo
Trabajo – Proyecto final	Memoria: escrito y presentación electrónica	Final de curso	Evaluación del aprendizaje significativo

2.3.3.4. Motivación

Para medir la motivación se han utilizado los instrumentos que muestra la siguiente tabla:

**Tabla 12.4. Instrumentos utilizados para cuantificar la motivación**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Cuestionario de MAPE-II	74 preguntas	Al principio del curso	Medición de la motivación inicial y final
Fichas de observación	Ficha del alumno Ficha de grupo Ficha de laboratorio	Anotaciones en clase y en el despacho el mismo día	Control de la praxis
Entrevista a los alumnos	Entrevista abierta	Durante el aprendizaje (en horario de tutoría)	Evaluación de la motivación y recogida de opinión sobre la metodología
Base de datos de la plataforma	Registro de conexiones y actividades	Durante las conexiones	Participación, interés e iniciativas

2.3.3.5. Otros aspectos

**Tabla 12.5. Instrumentos utilizados para cuantificar otros aspectos significativos**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Cuestionario de auto-análisis del grupo (CAG)	13 cuestiones sobre el funcionamiento del grupo	Al mes de funcionamiento	Análisis del funcionamiento del grupo
Cuestionario de evaluación y auto-evaluación de los compañeros (CEAC)	6 cuestiones para analizar y auto-evaluación del grupo	Al final o en cualquier momento que se detecten disfunciones.	Análisis y Auto-coevaluación del grupo
Cuestionario de opinión sobre la metodología	Cuestionario de auto-administración de 19 ítems	Final del curso	Opinión sobre la metodología

(COM)	(escalas ordinales de 1 a 5)			
Plantilla de observación	Formulario con escalas Lickert sobre la actuación del profesor, disposición de la clase, participación de los alumnos y relaciones sociales en el aula	Observador externo (mediante la filmación y la observación directa en clase de otros profesores y alumnos becarios	Durante la clase	Establecer diferencias en la metodología utilizada en el aula con los grupos experimental y de control

### 3. CONCLUSIONES

- Dada la complejidad ha sido necesario un largo periodo de investigación (2007 – 2014) para contrastar las hipótesis de una forma fiable.
- En este capítulo se ha expuesto el diseño experimental de la investigación:
  - Se han mostrado las fases de la investigación.
  - Se han detallado las herramientas utilizadas y su metodología de aplicación.
  - Se han mostrado algunas de estas herramientas utilizadas en la investigación, estando las demás en el apéndice documental.

## **MARCO PRÁCTICO**

ANÁLISIS DE DATOS, CONCLUSIONES,  
PERSPECTIVAS Y RESULTADOS DE LA

TESIS: “INFLUENCIA DE LOS

MULTIMEDIA

(TIC-TAC)

EN EL PROCESO

ENSEÑANZA /APRENDIZAJE”



## CAPÍTULO 13

### ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

---

---

#### RESUMEN

En investigación educativa, el análisis de los datos es siempre una tarea estadística compleja. Por esto se recurre a la estadística gestionada por ordenador. Las herramientas estadísticas informáticas se conocen como paquetes estadísticos. En la presente investigación se ha utilizado el paquete estadístico SPSS (*Statistics Package for Social Sciences*).

En este capítulo se muestran los resultados estadísticos obtenidos a lo largo de los años de utilización del nuevo método (2007-2014) en la EPSEVG, y su posterior análisis. Aunque la investigación se ha realizado también en la EPSC y la ETSEIAT; y también en otros centros, por la extensión sólo dedicaremos este capítulo a la EPSEVG y ETSEIAT; y además enseñando las estadísticas de alguna Etapa y Fase, ya que los resultados obtenidos en las diferentes Escuelas son absolutamente paralelos. También se resume por la extensión.

---

---

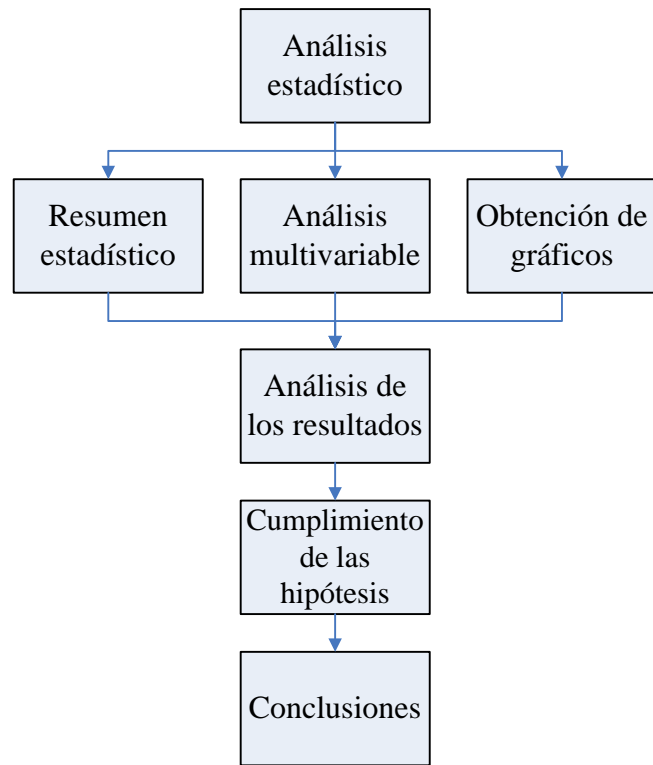




## ÍNDICE

<b>1. Introducción .....</b>	<b>671</b>
<b>2. El paquete estadístico SPSS .....</b>	<b>671</b>
2.1. Operaciones previas al análisis estadístico.....	674
2.2. El análisis estadístico .....	677
<b>3. Estudio estadístico.....</b>	<b>681</b>
<b>4. Resultados obtenidos.....</b>	<b>684</b>
4.1. Etapa 1 - Fase I (2007).....	684
4.2. Etapa 2 - Fase I (2008).....	715
4.3. Etapa 1 - Fase II (2009).....	750
4.4. Etapa 2 - Fase II (2010).....	785
4.5. Etapa 1 - Fase III (2011-2012).....	820
4.6. Etapa 2 - Fase III (2012-2014).....	856
<b>5. Análisis de resultados, cumplimiento de hipótesis y conclusiones</b>	<b>891</b>
5.1. Cumplimiento de la hipótesis $I_1$ .....	891
5.2. Cumplimiento de la hipótesis $I_2$ .....	900
5.3. Cumplimiento de la hipótesis $II_1$ .....	906
5.4. Cumplimiento de la hipótesis $II_2$ .....	911
5.5. Cumplimiento de la hipótesis III.....	918
5.6. Cumplimiento de la hipótesis IV.....	921
<b>6. Evaluación específica de los multimedia.....</b>	<b>934</b>





*Figura 13.1. Diagrama descriptivo del capítulo 13*



## 1. INTRODUCCIÓN

En investigación educativa, el análisis de los datos es siempre una tarea estadística compleja. Por esto se recurre a la estadística gestionada por ordenador. Las herramientas estadísticas informáticas se conocen como paquetes estadísticos.

En la presente investigación se ha utilizado el paquete estadístico SPSS (*Statistics Package for Social Sciences*), en su versión 15 para Windows XP y Windows Vista. Con el fin de mostrar las características esenciales de esta potente herramienta de análisis, se describen con brevedad sus características y las fases seguidas en la codificación y análisis de los datos.

## 2. EL PAQUETE ESTADÍSTICO SPSS

El SPSS es un paquete estadístico aparecido al final de la década de los 70, orientado al ámbito de aplicación de las Ciencias Sociales, que se ha ido ampliando y adaptando a las características de los ordenadores cada vez más potentes. Al principio se trataba de versiones destinadas a grandes sistemas informáticos, después se generalizó su uso y se hicieron versiones para DOS.

En la actualidad está disponible la versión 15 para Windows XP y Windows Vista, y requiere ordenadores con procesadores de 64 Mb de RAM (como mínimo) y disco duro de varios Gb. El SPSS, aun cuando funciona en el entorno Windows, está organizado de modo que ejecuta comandos de forma secuencial, lo que permite programar series de sentencias generales y de aplicaciones estadísticas como elementos de un

lenguaje (Camacho, 2005). La ventaja del empleo del SPSS, el paquete más usado por los investigadores de Ciencias Sociales (Díaz de Rada, 2007), radica en la potencia de la aplicación y en la sencillez de su manejo (gracias a los recursos icónicos, a los intuitivos cuadros de diálogo ya la explicación que acompaña las opciones de los menús e iconos del entorno Windows).

El SPSS es un paquete modular, lo que significa que está dividido en partes o módulos, que se adquieren e instalan de forma separada. Los módulos que constituyen el paquete completo son (Díaz de Rada 2007; Camacho, 2005; Landau y Everitt, 2005):

- *Básico*: contiene el sistema de gestión de ficheros, el de generación de gráficos de alta resolución, el sistema editor de datos, gráficos y textos, y el análisis estadístico básico: exploratorio, comparación de medias, tablas de contingencia, análisis univariable y bivariante (correlación, análisis de la varianza, regresión lineal y análisis no paramétrico).
- *Estadística profesional*: incluye análisis múltiple de la varianza, análisis de proximidad, análisis de matrices (análisis factorial), análisis *longilineal*, tablas de mortalidad, análisis de escalamiento multidimensional y análisis de fiabilidad.
- *Tablas*: está diseñado para generar informes complejos y tablas de gran poder de resolución (análisis de pruebas exactas).
- *Estadística avanzada*: destinados a realizar análisis de regresión múltiple, análisis de la varianza multivariable (MANOVA), regresiones no lineales, regresión logística, regresión no lineal, análisis de fiabilidad, análisis de supervivencia y otras.
- *Tendencias*: su finalidad es realizar análisis predictivos de la tendencia que muestran los datos en series temporales (análisis causales).

- *Categoría*: se ocupa de técnicas para variables con varias categorías (análisis de correspondencias y análisis de conjuntos).
- *LISREL*: se llama así a un módulo estadístico que se ocupa de la estimación de parámetros en modelos causal es (*Linear Structural RELationships by the Method of Maximun Likelihood*).
- *CHAID*: bajo este nombre se incluye Chi-cuadrado y test no paramétricos orientados al análisis de variables ordinales y nominales.

En las versiones actuales del paquete estadístico SPSS, al cargar el programa se presenta una ventana del menú principal con el formato de un fichero, similar al de una hoja de cálculo o a las bases de datos relacionales, constituido por filas, y columnas. Las filas corresponden a los casos y las columnas a las variables.

A diferencia de las hojas de cálculo (por ejemplo, la Excel), es indispensable la definición previa de las variables, lo que limita el tipo de datos que se recogen en cada columna al tipo de variable definida con anterioridad. En la parte superior de la ventana del menú principal está la línea de menús (se trata de menús desplegables) (Landau y Everitt, 2005): *Archivo, Edición, Ver, Datos, Transformar, Analizar, Gráficos, Utilidades, Ventana y Ayuda*. Si no disponemos de los datos en un fichero guardado con anterioridad, es preciso definir las variables necesarias para recoger los datos.

El SPSS dispone también de un lenguaje de control, constituido por un conjunto de instrucciones y mandatos, que permite la programación y almacenamiento de una aplicación estadística, ejecutable cuando se desee.



Algunas de las acciones o mandatos sólo se realizan al ejecutar el programa, dado que no se encuentran en los menús del editor del SPSS.

## 2.1. Operaciones previas al análisis estadístico

Las operaciones básicas, desde el registro de datos hasta el análisis estadístico de los mismos, después de cargar el programa se resumen en:

- Definir las variables en la ventana del menú principal del SPSS. La definición de variables se efectúa seleccionando con el ratón el menú Datos, la opción definir variable.
- Escribir los datos de los casos (filas) correspondiente a cada una de las variables (columnas). Después se guardan los datos.
- Ejecutar el análisis estadístico exploratorio, con objeto de realizar una depuración de los datos.

Veamos con más detalle las operaciones previstas en el análisis de datos. En la investigación que nos ocupa, en el caso de los instrumentos de medida con datos cualitativos y cuantitativos, como es el caso de los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas y en el caso de la prueba de valoración de estrategias y procedimientos, consideramos conveniente definir dos variables por cada ítem, una cuantitativa (continua) y otra cualitativa (nominal), y otras variables independientes nominales orientadas a recoger datos de interés, por ejemplo, centro al que pertenece el alumno, curso y grupo, tipo de grupo (experimental o de control), etc.

La variable cuantitativa para cada ítem está destinada a registrar la puntuación obtenida por el alumno y la variable cualitativa sirve para consignar las distintas categorías de las respuestas dadas por los alumnos en dicho ítem. Mientras las variables cuantitativas, por ser variables de

intervalo, permiten un análisis estadístico completo, que incluye el cálculo de las medidas de tendencia central (media, mediana, etc.) y de dispersión (desviación típica, error estándar de la media, etc.), y pruebas de hipótesis (paramétricas), comparación de medias, medidas de correlación, etc., las variables nominales sólo permiten un análisis estadístico limitado basado en las frecuencias.

Sin embargo, son imprescindibles en inferencias estadísticas y capaces de dar información que no se puede cuantificar, por ejemplo, la interpretación de los esquemas mentales de los alumnos, la descripción de la metodología que utilizan en la resolución de situaciones problemáticas, etc.

Las variables se definen al seleccionar la opción Definir variables de la ventana desplegable del menú Datos, que se muestra en la pantalla al cargar el programa. Al añadir una variable, el SPSS la denomina *Var00001*, *Var00002*, etc., y la toma por defecto como variable numérica, de dos decimales y una anchura de 8 caracteres. Si se desea nombrar la variable de otra manera y definir sus atributos, se selecciona la opción Definir variable del menú Datos. Aparece un cuadro de diálogo en el que, además del nombre de la variable, se define el tipo de variable (numérica, ordinal, cadena de caracteres o nominal, fecha, etc.), las etiquetas que identifican los distintos valores de una variable ordinal o nominal, su anchura y valores perdidos.

Una vez definidas las variables se procede a escribir los datos. Cada fila corresponde a un caso (un alumno). Con el propósito de evitar errores en la introducción de los datos, es conveniente la utilización de plantillas. También se evitan errores en la asignación de datos mediante la codificación automática. Cuando el valor de una variable nominal se relaciona con otra numérica, se asigna el valor correspondiente de la numérica de forma

automática. Por ejemplo, supongamos que se recogen las 5 respuestas posibles de un ítem de opción múltiple, codificándolas con letras (a, b, c, d y e). La variable numérica destinada a consignar la puntuación adquiere los valores 1 ó 0, según se trate de la respuesta correcta o incorrecta.

Si la respuesta correcta es la “a”, creamos una variable numérica y se asigna de forma automática el número 1, sólo cuando el valor de la variable nominal es “a”. Para realizar esta codificación automática, se accede a la opción Recodificar del menú Transformar. También se utiliza esta elección en la asignación de las puntuaciones totales o parciales (por ejemplo, la suma de las puntuaciones de cada ítem, con el fin de obtener la puntuación total de una prueba, se realiza de forma automática con esta opción).

Después de introducir los datos de las respuestas, se guarda en un archivo, al que el SPSS le asigna la extensión *.sav*. Antes de proceder al análisis estadístico se realiza una depuración de los datos. Tiene como propósito evaluar y verificar si existen errores en los datos, a fin de aumentar la fiabilidad de éstos. La estrategia que suele seguirse en la depuración, se fija en cuatro aspectos (Camacho, 2005):

- *Comprobar que los valores de las variables están dentro del recorrido esperado para dicha variable.* Por ejemplo, si la puntuación de un ítem está comprendido entre 0 y 1, es evidente que un valor 10 está fuera de ese recorrido, por lo que es necesario corregirlo. La localización del valor erróneo es fácil, dado que en el menú Edición, existe la opción Buscar, que permite localizar un caso determinado.
- *Comparar el número de respuestas en las preguntas filtro y en las filtradas.* Es el caso de preguntas anidadas. Por ejemplo, imaginemos una encuesta en la que el alumno debe responder si

resuelve ejercicios con datos literales en vez de numéricos y debe completar la respuesta, indicando la frecuencia con que lo hace, sólo en caso de ser afirmativa. En este caso, el número total de respuestas a la segunda cuestión debe corresponderse con el de respuestas afirmativas.

- *Verificar que existe consistencia lógica en los valores de las variables que están relacionadas.* Por ejemplo, en uno de los cuestionarios propuestos, la variable c5 que recoge la respuesta cualitativa del ítem número 5 tiene 5 alternativas (a, b, c, d y e). La respuesta d es la correcta, por lo que el valor de la variable cuantitativa que recoge la puntuación (nc5) debe ser 1 punto en caso de que  $c5 = "d"$ , mientras que  $nc5 = 0$ , si  $c5 \neq "d"$ .
- *Existe representatividad de las respuestas.* Es decir, el número de casos perdidos no es tan grande que obligue a desestimar los datos que se han obtenido.

## 2.2. El análisis estadístico

La fase siguiente a la depuración de los datos consiste en realizar el análisis estadístico, el cual depende de los objetivos de la investigación y de las hipótesis que se desean verificar. En general, suele comprender las fases siguientes:

- Realizar el análisis estadístico univariable y bivariante (resumen estadístico: frecuencias, medidas de tendencia central y de dispersión, relaciones entre variables, diferencias entre subpoblaciones, pruebas de hipótesis, análisis de la varianza de un factor, análisis multivariante, etc.).

- Análisis multivariable. Permite analizar el efecto de varias variables independientes o factores sobre la variable dependiente por separado. Suele realizarse el análisis factorial de la varianza (ANOVA de más de un factor) y el análisis factorial multivariante (MANOVA).
- Obtención de gráficos.
- Impresión de resultados y gráficos y guardar resultados del análisis estadístico.

Se comienza por el análisis exploratorio y, dentro de él, por el análisis estadístico descriptivo. Consiste en realizar un resumen de los estadísticos más frecuentes: frecuencias (para variables nominales, ordinales y continuas), valores de tendencia central (media, mediana, etc.) y medidas de dispersión (desviación típica, varianza, etc.) y medidas de distribución (cuartiles, percentiles) y asimetría y curtosis.

La distribución de frecuencias da una idea del comportamiento de las variables y precede al análisis univariable, ya que se necesita conocer si las variables se distribuyen atendiendo a la curva normal o no, lo cual determinará el tipo de análisis que debe efectuarse y la prueba idónea a la que se van a someter los datos de una variable (pruebas paramétricas, o no paramétricas).

Los estadísticos que se obtienen dependen del tipo de variable. En el caso de las variables nominales sólo tiene sentido la distribución de frecuencias, en cambio, en las variables continuas se obtiene el valor máximo, mínimo, cuartiles, puntos de corte para grupos iguales, percentiles, moda, mediana, media, error estándar de la media, varianza, suma, media ponderada, desviación típica, amplitud, curtosis y asimetría. También se decide el formato de los estadígrafos obtenidos y su presentación: valores

ascendentes o descendentes, formato de página condensada, etc. Los gráficos que se pueden seleccionar están limitados a gráficos de barras e histogramas (con/sin curva normal), dado que los recursos gráficos corresponden al menú Gráficas de la barra de menús. Antes de proceder a las pruebas de hipótesis, es necesario conocer las características de una variable y el comportamiento de la muestra, en relación con la población a la que pertenece. El examen rápido de ciertas gráficas, y algunas pruebas de interés como las pruebas de normalidad, proporciona una primera visión general de la tendencia y características de los resultados.

Las gráficas se obtienen por selección del menú Gráficas de la línea de menús. Se despliega una ventana con numerosas opciones: diagramas de Barras, Líneas, Áreas, Sectores, Histograma, Cajas, Dispersión, Pareto (mezcla de histograma y gráfica de líneas acumuladas), gráficas correspondientes a pruebas de normalidad (Q-Q y P-P). Las pruebas de normalidad habituales son, Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), para variables nominales, y Kolmogorov-Smirnov (K-S), para variables continuas o de intervalo (Camacho, 2005).

Si en el contraste de Chi-cuadrado la probabilidad (significancia asintótica) es mayor que un valor prefijado ( $p > 0.05$ , si se adopta el nivel de significación del 5 %), se concluye que la distribución de frecuencias sigue la distribución normal. En caso contrario, no se acepta que la variable tenga comportamiento normal o uniforme. En el caso de la prueba K-S, si la Z de Kolmogorov (probabilidad del estadístico de esta prueba) es superior a 0.05 (para el nivel de significación del 5 %), la variable sigue la distribución normal.

Una forma de comprobar visualmente si una variable continua sigue la distribución normal es la obtención del gráfico P-P (Probabilidad

acumulada esperada – Probabilidad acumulada observada). En el caso de las nominales, se recurre a las gráficas Q-Q, basadas en Chi-cuadrado. Si se obtiene una distribución de puntos sobre la diagonal del diagrama, o en tomo a ella, estamos seguros de que sigue dicha distribución.

El análisis bivariante se realiza seleccionando en el menú Análisis del SPSS, la opción Resumen, la cual permite obtener Tablas de contingencia. Son tablas de doble entrada (*Crosstabs*), definidas por dos variables tratadas como cualitativas (nominales). Las tablas de contingencia deben tener pocas filas y columnas para que la inspección visual permita ver la distribución de frecuencias de dos variables a la vez.

Además, el procesamiento de las variables se efectúa siempre de dos en dos. Se emplean en el contraste de hipótesis mediante pruebas no paramétricas. Al seleccionar la opción Tablas de contingencia, aparece un cuadro de diálogo en el que se han de especificar las filas y columnas. En la fila se coloca una variable nominal (o más de una, si se desean efectuar varios análisis sucesivos) y en la columna otra variable nominal, con objeto de hallar la fuerza de la asociación entre las variables (determinar si están o no relacionadas, y cuál es la potencia de dicha asociación).

Si estamos interesados en saber la asociación entre variables, según los valores que adquiera otra de las variables, es preciso especificarla en el apartado “variable de control” del cuadro de diálogo de las tablas de contingencia. Por ejemplo, si queremos establecer la correlación entre las respuestas de dos ítems de respuesta múltiple, de forma separada para los diferentes cursos, esta variable que recoge el curso sería la variable de control. Las tablas de contingencia permiten realizar pruebas estadísticas (opción Estadísticos). La de Chi-cuadrado está destinada a las variables nominales (que es el caso que nos ocupa), mientras que las Correlaciones

son propias de variables continuas (coeficientes de correlación de Spearman y Pearson). Las Kappa corresponden a tablas cuadradas en las que existen las mismas categorías (no corresponden al caso en que nos ocupa). Riesgo se usa para tablas de 2x2, relacionadas con estudios prospectivos. En variables nominales suele interesar la obtención de los estadísticos para variables nominales: Coeficiente de contingencia, Phi y V de Cramer y Lambda (Landau y Everitt, 2005).

El análisis multivariable se utiliza cuando se desea estudiar más de dos variables en una muestra de observaciones de forma simultánea. Dicho análisis requiere el cálculo matricial, de ahí que sea imprescindible el empleo de paquetes estadísticos. El análisis multivariable más simple lo constituye el análisis de tres variables.

Mientras en el análisis bivariado se estudia la relación entre la variable dependiente  $Y$  y la independiente  $X$  (sin tener en cuenta otras consideraciones), en el multivariable se introduce otra variable  $Z$  cuya función es la de controlar la relación entre  $X$  e  $Y$ . Se le denomina variable de control y la asociación entre variables está condicionada ahora por los valores de la variable de control (Landau y Everitt, 2005).

### **3. ESTUDIO ESTADÍSTICO**

Mediante SPSS se ha realizado el estudio estadístico de los resultados obtenidos con los instrumentos descritos en el capítulo 12 de la presente tesis para las diferentes fases de la investigación (2007 - 2008, 2009- 2010 y 2011 - 2014).



Estos instrumentos son el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el test de razonamiento lógico para adultos, el test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin, las estrategias en la solución de problemas, la práctica estratégica en el laboratorio, el cuestionario MAPE-II, el cuestionario de auto-análisis del grupo, el cuestionario de evaluación y auto-evaluación y los cuestionarios de opinión sobre la metodología. Mediante estos cuestionarios y/o pruebas escritas se han podido medir los siguientes aspectos:

- Rendimiento académico.
- Meta-conocimiento.
- Aprendizaje significativo.
- Motivación.

Con el fin de verificar las hipótesis formuladas, la investigación se ha llevado a cabo comparando los resultados de los dos grupos experimentales, constituidos por el grupo-clase con el que se ha llevado a cabo la metodología con los multimedia explicada en el capítulo 11, con las del grupo testigo o de control, constituido por los alumnos de otro grupo-clase, a los que impartía clase el mismo profesor pero utilizando el método tradicional.

Durante estos años de investigación se han ido rotando los profesores asignados a las metodologías experimentales y de control. El motivo es evitar la variable profesor, ya que la motivación de éste respecto a una determinada metodología podría hacer variar los resultados.

Quedó demostrado experimentalmente que esto no sucedía, comparando en la mencionada rotación de profesores los resultados del

grupo experimental con otro grupo del mismo centro al que impartía clase otro profesor diferente.

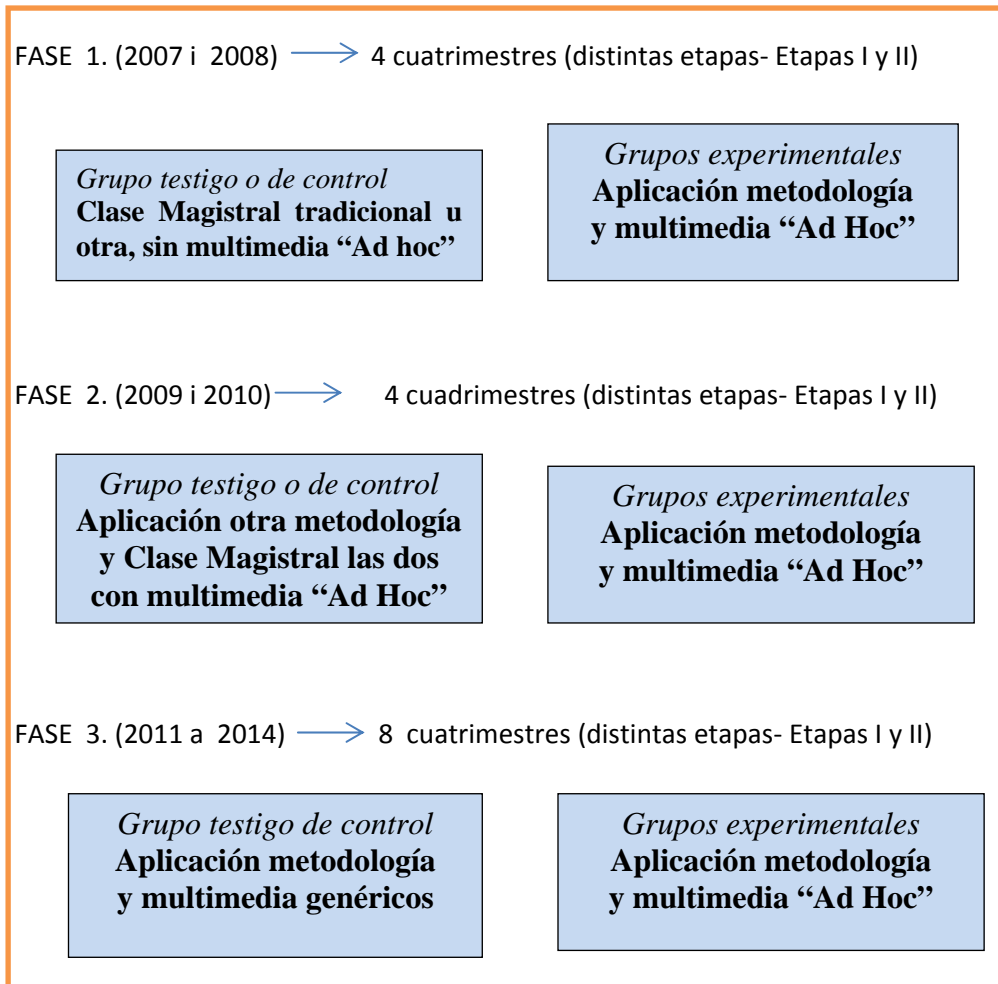


Figura 13.2. Fases de la experimentación

Para hacernos una idea de la evolución seguida por el proceso podemos observar el esquema de la figura 13.2.

En ella se observa el proceso y como se ha actuado; comparando siempre los grupos experimentales (aplicando la metodología junto con los multimedia “Ad hoc”) y comparándolos con diferentes grupos testigo

correspondientes a las diferentes fases de la investigación, para ir descartando posibilidades.

Como se puede observar la investigación:

- Se inicia en 2007 durante los cuatrimestres de primavera y otoño.
- Se cierra en 2014 aplicada también durante los cuatrimestres de primavera y otoño.

Por lo tanto, tenemos un total de 16 cuatrimestres, lo que corresponde a 8 años de investigación. Se debe señalar que para cada etapa de la correspondiente fase se ha seguido la misma técnica de toma de datos con las mismas herramientas y tipo de análisis.

#### **4. RESULTADOS OBTENIDOS**

La población en este caso está formada por un total de unos 4000 alumnos de la EPSEVG y ETSEIAT a los que se aplicó la metodología en determinadas asignaturas de su currículo, concretamente en Sistemas Digitales I (SDI) y Circuitos Digitales (CDIG); iniciándose la experimentación en 2007 y mostrándose los resultados obtenidos en el 2014.

##### **4.1. Etapa 1 - Fase I (2007)**

Esta primera etapa de la fase I de la investigación, se desarrolló en dos cursos cuatrimestrales. La hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de los multimedia “Ad hoc” junto con la metodología ya experimentada y validada en una investigación previa, frente a la clase magistral tradicional mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.

Para medir el efecto de los multimedia junto con la metodología sobre el rendimiento académico y realizar un seguimiento continuo de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Exámenes (en la mitad y al final del curso).
- Ejercicios y problemas (durante todo el curso).
- Trabajos propuestos (durante todo el curso).

Para cuantificar el efecto de la metodología y los multimedia sobre el nivel de meta-conocimiento de los alumnos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Carpeta de mapas conceptuales (durante todo el curso).
- Test de razonamiento para adultos (al inicio y final del curso).
- Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (al inicio y final del curso).
- Estrategias en la solución de problemas (al inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Proyectos y/o problemas reales, mediante los cuales el alumno aumenta su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos.

Para medir el efecto de la metodología sobre el aprendizaje significativo se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (al inicio y al final del curso).
- Proyecto (trabajos de los alumnos) (durante todo el curso).
- Estrategias en la solución de problemas (inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Trabajo – proyecto final (final de curso).

#### 4.1.1. Examen parcial

Con los exámenes parciales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la mitad de cada uno de los 4 cursos de esta primera fase, para constatar el efecto de la metodología. En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 4 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.1 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

**Tabla 13.1. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	201	96,6%	7	3,4%	208	100,0%
Nota Grupo experimental 2	208	100,0%	0	,0%	208	100,0%
Grupo testigo	187	89,9%	21	10,1%	208	100,0%

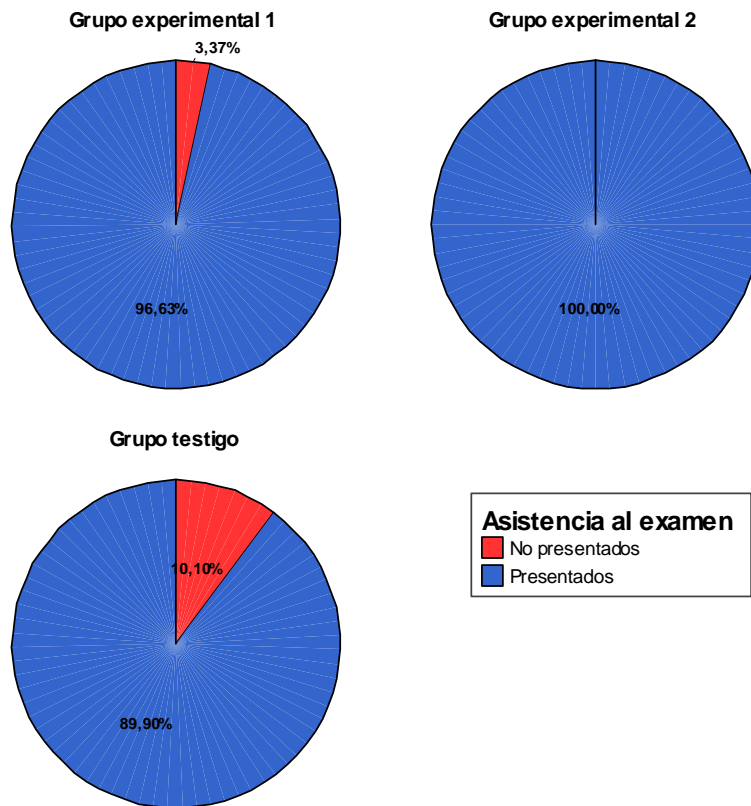


Figura 13.3. Asistencia de los alumnos al examen parcial

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 21 alumnos (un 10.1 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 4 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 han habido 7 alumnos que no se han presentado (un 3.4 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 no ha habido alumnos no presentados. En la figura anterior podemos ver de forma gráfica lo expuesto anteriormente.

En la tabla 13.2 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta primera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la

del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.2 a 9.5, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.1 a 9.5, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.3 y 8.3.

**Tabla 13.2. Descriptivos (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	5.719	.1368	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.522	
		Límite superior	5.917	
	Media recortada al 5%	5.814		
	Mediana	6.200		
	Varianza	3,759		
	Desv. típ.	1.9388		
	Mínimo	.2		
	Máximo	9.5		
	Rango	9.3		
	Amplitud intercuartil	2.1		
	Asimetría	-,831	,172	
	Curtosis	,532	,341	
	Grupo experimental 2	Media	5.849	.1379
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	5.650	
		Límite superior	6.048	
Media recortada al 5%		5.945		
Mediana		6.300		
Varianza		3,955		
Desv. típ.		1.9887		
Mínimo		.1		
Máximo		9.5		
Rango		9.4		
Amplitud intercuartil		1.9		
Asimetría		-,809	,169	
Curtosis		,644	,336	
Grupo testigo		Media	4.854	.1475
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.641	
		Límite superior	5.067	
	Media recortada al 5%	4.893		
	Mediana	5.400		
	Varianza	4,066		

Desv. típ.	2.0165	
Mínimo	.3	
Máximo	8.3	
Rango	8.0	
Amplitud intercuartil	3.3	
Asimetría	-,362	,178
Curtosis	-,829	,354

A través de los percentiles (tabla 13.3) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales donde se aplica la nueva metodología.

**Tabla 13.3. Percentiles (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Nota							
	Grupo experimental 1	1.420	2.920	4.800	6.200	6.900	7.800	8.500
	Grupo experimental 2	1.400	2.900	4.900	6.300	6.800	8.230	8.700
	Grupo testigo	1.100	2.000	3.200	5.400	6.500	7.600	7.900
Bisagras de Tukey	Nota							
	Grupo experimental 1			4.800	6.200	6.900		
	Grupo experimental 2			4.900	6.300	6.800		
	Grupo testigo			3.300	5.400	6.500		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.



En el diagrama de tallo y hojas se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

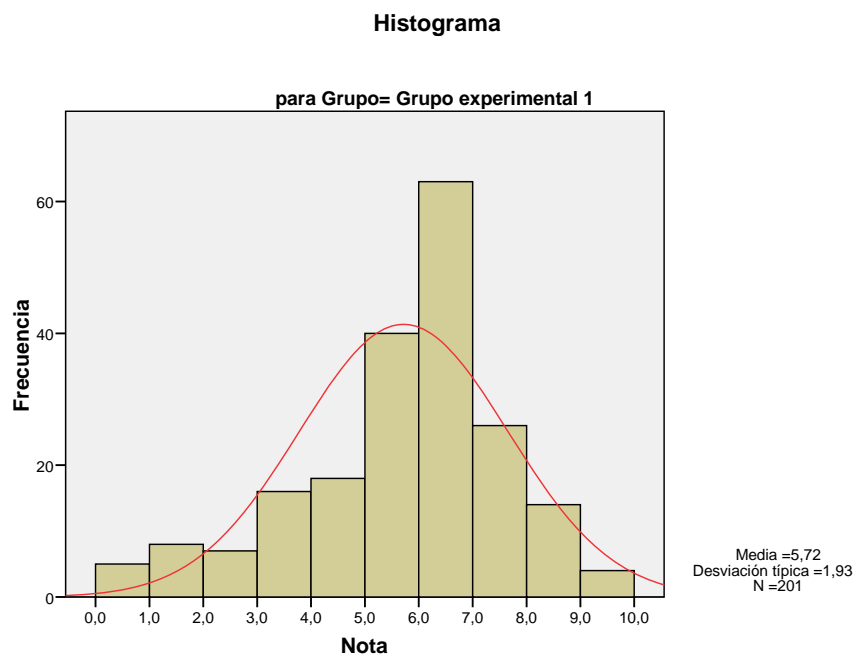


Figura 13.4. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

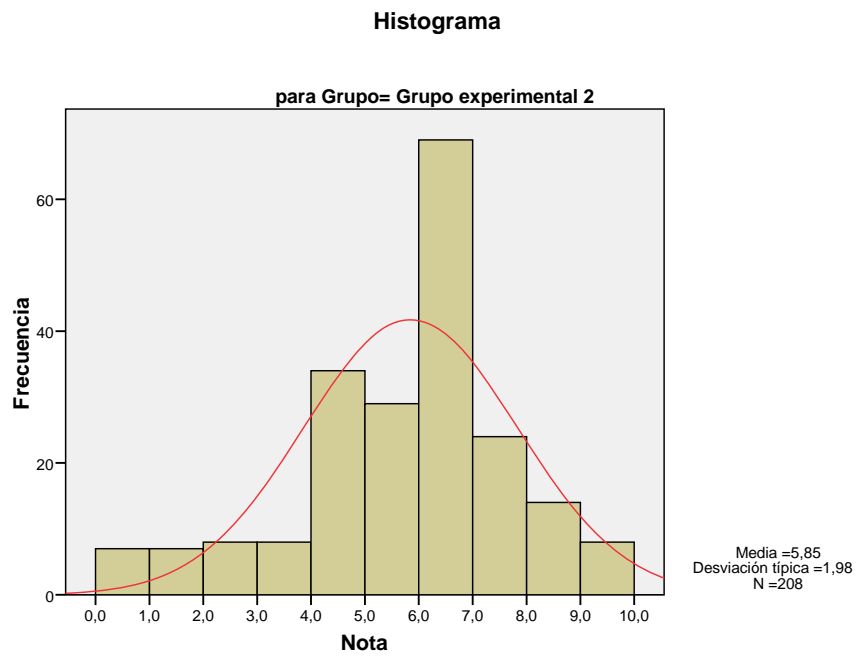


Figura 13.5. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

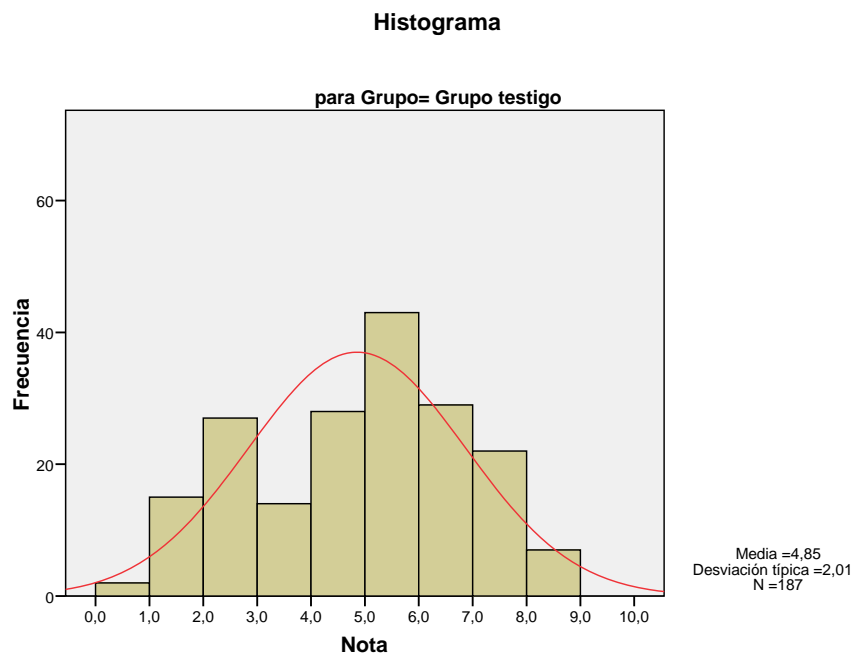


Figura 13.6. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

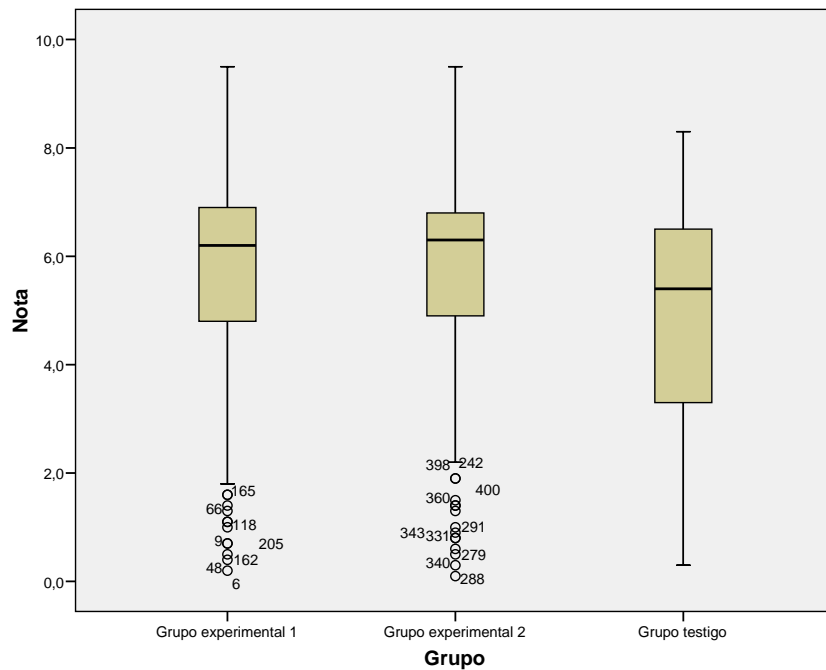


Figura 13.7. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

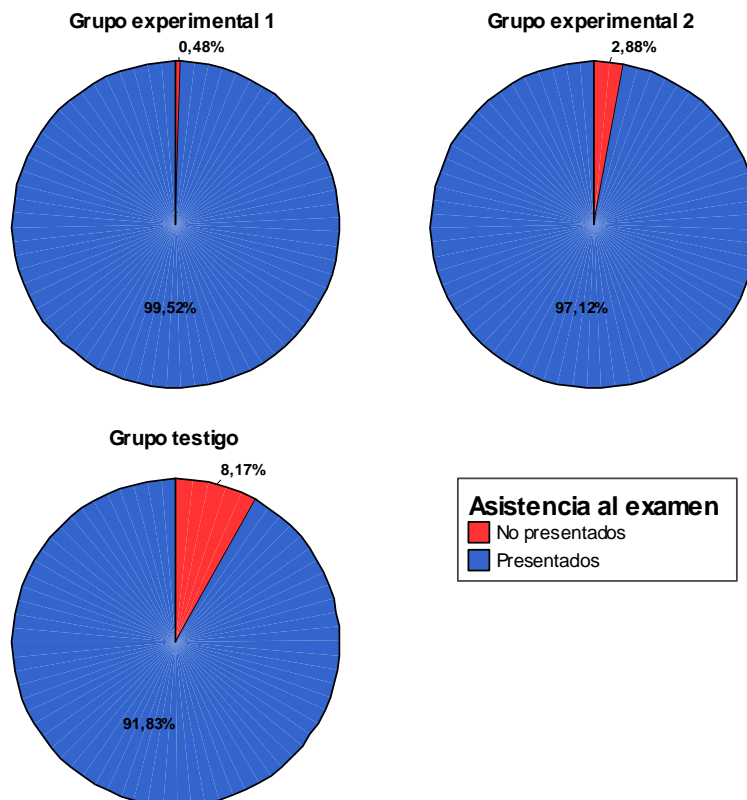
#### 4.1.2. Examen final

Con los exámenes finales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la parte final de cada uno de los 2 cursos de esta primera etapa de la fase I. En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta etapa de la investigación. En la tabla 13.4 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron. Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 17 alumnos (un 8.2 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 4 cuatrimestres, mientras que en el

grupo experimental 1 sólo ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.5 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 han habido 6 alumnos no presentados (un 2.9 % del total del grupo experimental 2). En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica lo expuesto anteriormente.

**Tabla 13.4. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	207	99,5%	1	,5%	208	100,0%
Nota Grupo experimental 2	202	97,1%	6	2,9%	208	100,0%
Grupo testigo	191	91,8%	17	8,2%	208	100,0%



*Figura 13.8. Asistencia de los alumnos al examen final*

En la tabla 13.5 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.1 a 10.0, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.5 a 10.0, y las del grupo testigo están entre 0.2 y 8.0.

**Tabla 13.5. Descriptivos (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.018	.1483	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.804	
		Límite superior	6.233	
	Media recortada al 5%	6.104		
	Mediana	6.400		
	Varianza	4,549		
	Desv. típ.	2.1329		
	Mínimo	.1		
	Máximo	10.0		
	Rango	9.9		
	Amplitud intercuartil	2.0		
	Asimetría	-,773	,169	
	Curtosis	,799	,337	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.111	.1400
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	5.909	
		Límite superior	6.313	
Media recortada al 5%		6.220		
Mediana		6.700		
Varianza		3,959		
Desv. típ.		1.9898		
Mínimo		.5		
Máximo		9.1		
Rango		8.6		
Amplitud intercuartil		2.2		
Asimetría		-,836	,171	
Curtosis		,250	,341	
Grupo testigo		Media	4.767	.1518
	Intervalo de confianza Límite inferior	4.548		

para la media al 85%	Límite superior	4.986	
Media recortada al 5%		4.817	
Mediana		5.400	
Varianza		4,404	
Desv. típ.		2.0985	
Mínimo		.2	
Máximo		8.0	
Rango		7.8	
Amplitud intercuartil		3.6	
Asimetría		-,387	,176
Curtosis		-,944	,350

A través de los percentiles (tabla 13.6) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.6. Percentiles (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo	Percentiles								
	5	10	25	50	75	90	95		
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	1.140	2.900	5.100	6.400	7.100	8.240	9.560
		Grupo experimental 2	1.915	3.330	5.000	6.700	7.225	8.550	8.985
		Grupo testigo	1.100	1.120	2.900	5.400	6.500	7.580	7.700
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.100	6.400	7.100		
		Grupo experimental 2			5.000	6.700	7.200		
		Grupo testigo			2.900	5.400	6.500		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos.

Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente

entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas (figura 13.9) se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno.

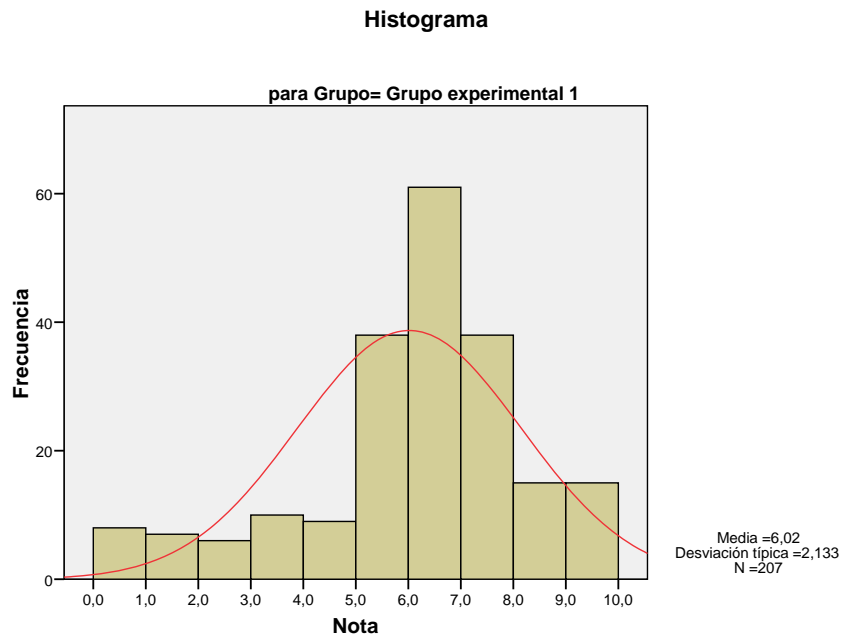


Figura 13.9. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

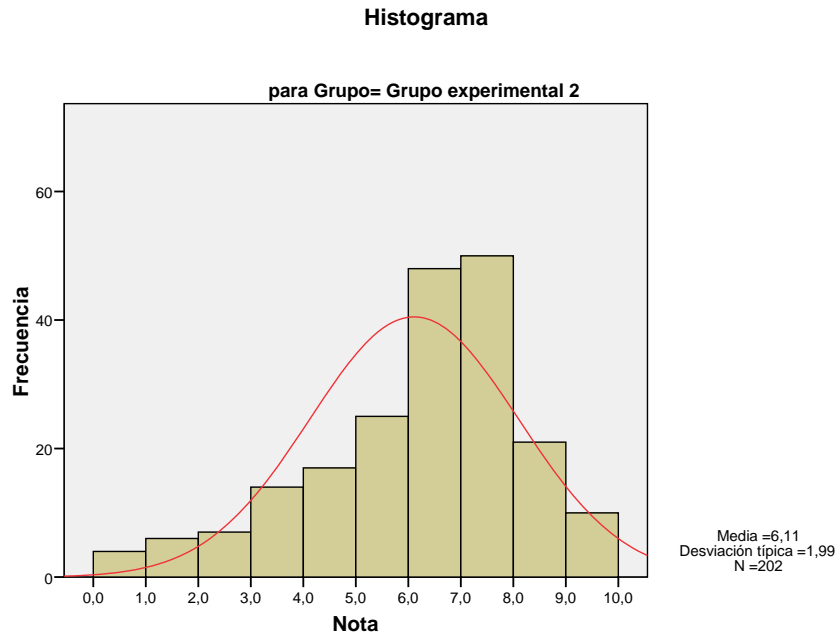


Figura 13.10. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

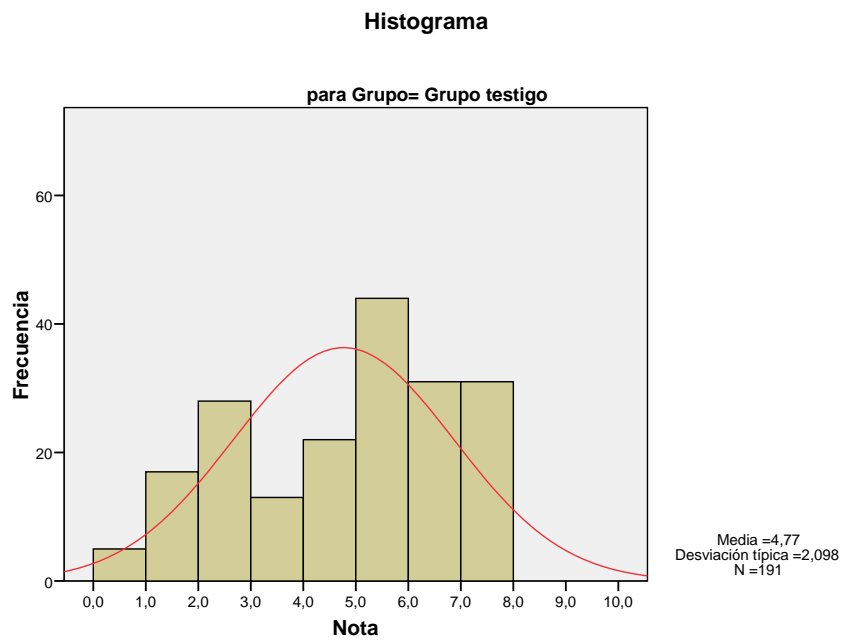


Figura 13.11. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)



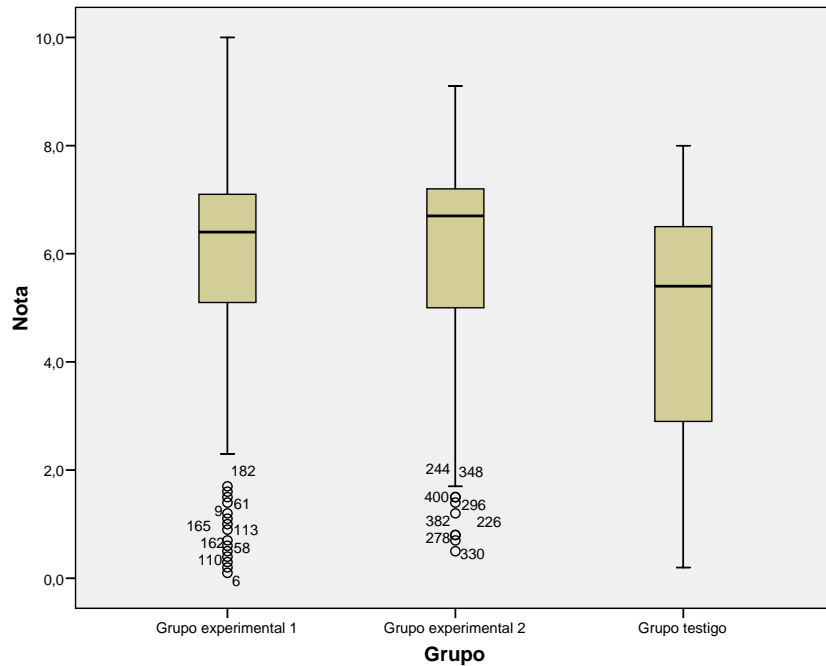


Figura 13.12. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

#### 4.1.3. Ejercicios, problemas y trabajos propuestos

Con los ejercicios, problemas y trabajos propuestos también se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes durante toda esta fase de la experimentación. A continuación se muestran los valores descriptivos de las notas obtenidas por los alumnos.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las notas medias obtenidas por los grupos experimentales son ligeramente superiores a la nota media obtenida por el grupo testigo. La nota media del grupo experimental 1 es 6.024, y su rango está comprendido entre 4 y 8.1. La nota media del grupo experimental 2 es 5.985, y su rango está comprendido entre 3.9 y 8. Por último, el grupo experimental tiene una nota media de 5.533 y su rango está comprendido entre 3.8 y 7.

**Tabla 13.7. Descriptivos (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.024	.0980	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.883	
		Límite superior	6.166	
	Media recortada al 5%	6.027		
	Mediana	6.000		
	Varianza	1,997		
	Desv. típ.	1.4132		
	Mínimo	4.0		
	Máximo	8.1		
	Rango	4.1		
	Amplitud intercuartil	2.0		
	Asimetría	-,011	,169	
	Curtosis	-1,313	,336	
	Nota Grupo experimental 2	Media	5.985	.0968
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	5.845	
		Límite superior	6.125	
Media recortada al 5%		5.984		
Mediana		6.000		
Varianza		1,950		
Desv. típ.		1.3964		
Mínimo		3.9		
Máximo		8.0		
Rango		4.2		
Amplitud intercuartil		2.0		
Asimetría		-,008	,169	
Curtosis		-1,239	,336	
Grupo testigo		Media	5.533	.0787
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.419	
		Límite superior	5.646	
	Media recortada al 5%	5.537		
	Mediana	6.000		
	Varianza	1,288		
	Desv. típ.	1.1348		
	Mínimo	3.8		
	Máximo	7.0		
	Rango	3.2		
	Amplitud intercuartil	2.8		
	Asimetría	-,057	,169	
	Curtosis	-1,387	,336	

#### 4.1.4. Carpeta de mapas conceptuales

Mediante los mapas conceptuales se ha pretendido evaluar la comprensión y/o diagnosticar la incomprensión por parte de los alumnos en una materia determinada; fomentar el aprendizaje significativo para mejorar el éxito de los estudiantes y medir la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre una materia, en nuestro caso referente a la técnica.

Para valorar lo expuesto anteriormente se ha cuantificado con una nota numérica los mapas conceptuales que han realizado los alumnos de los diferentes grupos a lo largo del curso. En la siguiente figura se muestran las notas medias de los alumnos de los dos grupos experimentales y del grupo testigo o piloto.

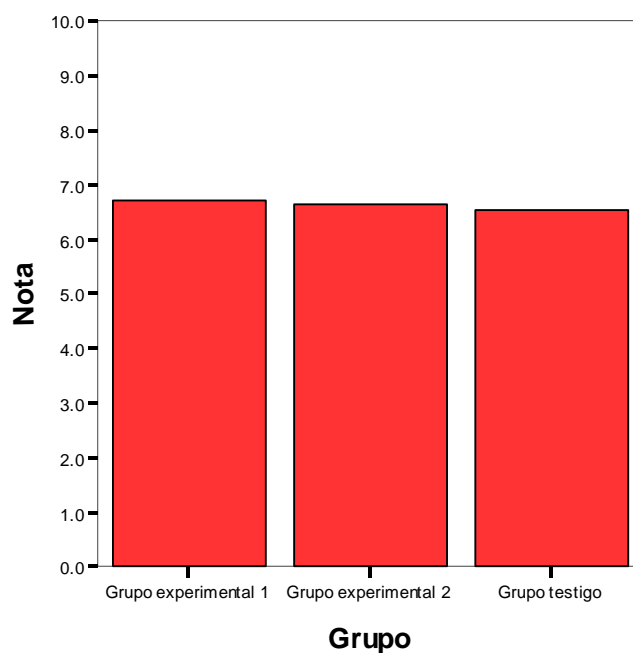


Figura 13.13. Notas medias de los alumnos en los mapas conceptuales

Como podemos observar en la figura anterior, la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior a la nota media del grupo testigo o piloto.

#### *4.1.5. Test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)*

Mediante el test de razonamiento lógico para adultos se ha pretendido evaluar la influencia de la aplicación del método en el nivel de razonamiento lógico y su evolución durante el curso.

Este test consta de 12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación, tal y como se puede observar en el apéndice documental (anexo III) de la presente tesis. A continuación podemos ver el análisis de los aciertos de los alumnos en el test de razonamiento lógico durante los cuatrimestres que forman esta fase.

El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 38.2 al 68.7 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 37.1 al 65.1 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 36.5 al 65.3 %.

En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos es prácticamente igual.

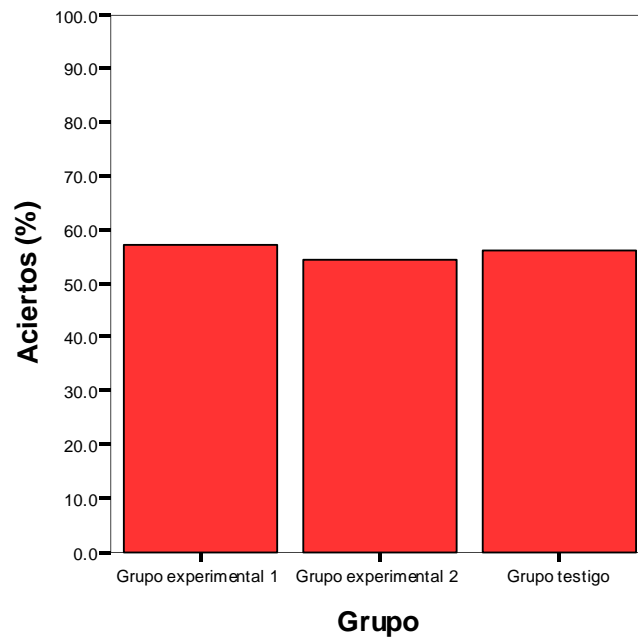


Figura 13.14. Media del % de aciertos de los tres grupos (inicio del curso)

#### 4.1.6. Test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se ha vuelto a realizar el test de razonamiento lógico para adultos, para cuantificar de nuevo el nivel de meta-conocimiento de los alumnos. Los aciertos medios de los alumnos que pertenecen a los grupos experimentales han aumentado respecto a los alumnos que siguen la clase magistral tradicional.

El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 54.1 al 67.9 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 55.1 al 70.4 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 50.6 al 64.9 %.

En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos de los grupos experimentales es mayor que la del grupo testigo.

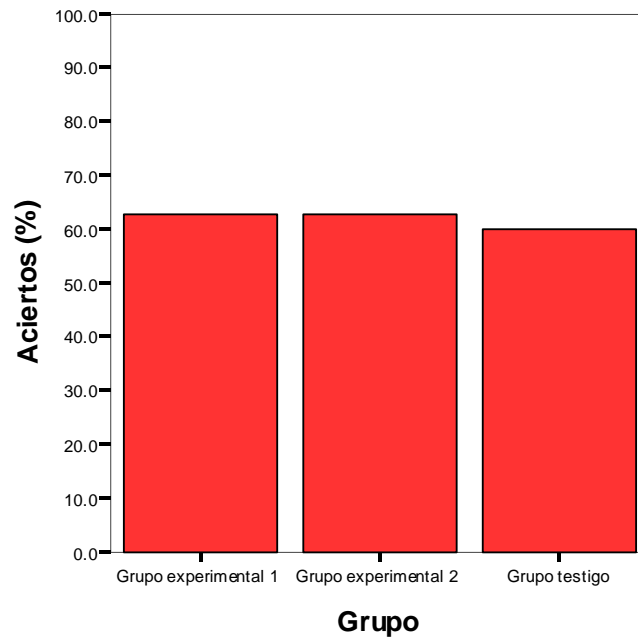


Figura 13.15. Media del % de aciertos de los tres grupos (final del curso)

#### 4.1.7. Test de figuras enmascaradas de Witkin (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el test de figuras enmascaradas en su forma colectiva (GEFT), el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 18 elementos, y su validación y desarrollo se muestra en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la

investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.8. Percentiles obtenidos al inicio del curso (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	7.000	7.000	8.000	10.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo experimental 2	7.000	7.000	8.000	10.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo testigo	7.000	7.000	8.000	10.000	12.000	13.000	13.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			8.000	10.000	12.000		
		Grupo experimental 2			8.000	10.000	12.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso. Era necesario observar si la aplicación de la metodología era decisiva.

*4.1.8. Test de figuras enmascaradas de Witkin (final del curso)*

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el test de figuras enmascaradas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.9. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	8.000	8.000	9.000	11.000	12.750	14.000	14.000
		Grupo experimental 2	8.000	8.000	9.000	11.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo testigo	7.000	7.000	8.000	10.000	12.000	13.000	13.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			9.000	11.000	12.500		
		Grupo experimental 2			9.000	11.000	13.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### *4.1.9. Estrategias en la solución de problemas (inicio del curso)*

En este punto se ha pretendido valorar como el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir una solución al problema expuesto, y observar como influye en ello la metodología junto con los multimedia.

Al inicio del curso se plantearon a los alumnos de los dos grupos experimentales y testigo una serie de problemas los cuales ya deberían saber resolver, y fueron evaluados en función de si se habían planteado y resuelto de forma correcta, regular o incorrecta.

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo. Además, estos problemas incluían el diseño de algoritmos por parte de los alumnos. Con ello pretendíamos evaluar la evolución de la meta-cognición, lo que se conseguía evaluando el grado de optimización en la construcción de dichos algoritmos.

A continuación se muestra la valoración en tanto por ciento de los problemas propuestos a los estudiantes de los grupos experimentales y testigo, pudiendo observar como la evaluación de los problemas es bastante parecida en los tres grupos al inicio del curso. Era necesario observar si la metodología influía en la evolución de los algoritmos construidos por los alumnos.



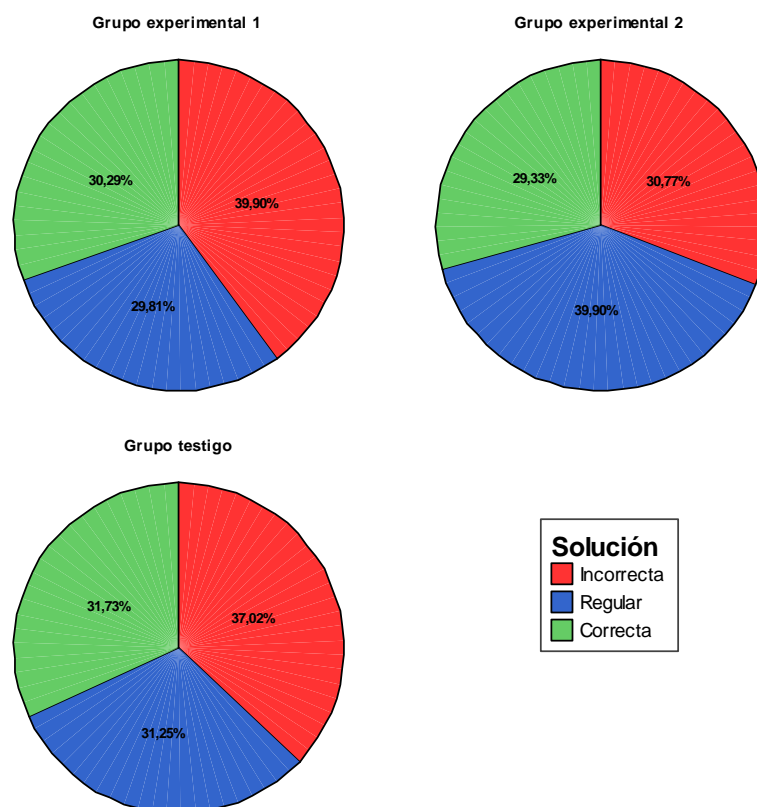


Figura 13.16. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al inicio del curso

#### 4.1.10. Estrategias en la solución de problemas (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se volvió a evaluar de nuevo el meta-conocimiento mediante el sistema descrito en el punto anterior. Se fueron introduciendo problemas con conceptos nuevos, además de los que el alumno supuestamente ya debería saber resolver. A medida que avanzaba el curso se dejaba al alumno que tomara las decisiones por si mismo, hasta que al final no contó con el profesor como guía.

En la siguiente figura podemos ver el tanto por ciento correspondiente a los problemas propuestos en la parte final de cada

cuatrimestre. Como podemos ver, en los grupos experimentales han disminuido las soluciones incorrectas respecto al grupo testigo.

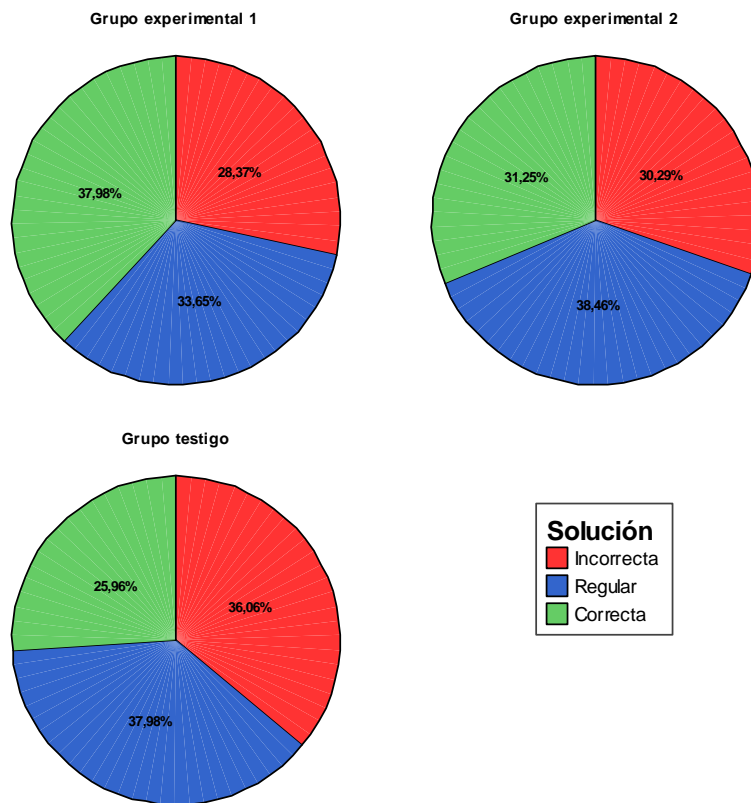


Figura 13.17. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al final del curso

#### 4.1.11. Práctica estratégica en el laboratorio (inicio del curso)

Para observar la evolución en las estrategias del alumno con la aplicación de la metodología i los multimedia, en las prácticas de las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I, se desarrollaron unas placas de circuito impreso. En primer lugar, los alumnos debían realizar las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran

los esperados. En sesiones posteriores, el profesor provocó averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta.

El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos en la reparación de las placas en las sesiones correspondientes al inicio del curso. Como podemos ver, el tiempo medio empleado por los grupos experimentales y testigo son bastante parecidos, al igual que la calificación media obtenida. Así pues, era necesario ver la influencia de la metodología en la evolución de las estrategias de los alumnos.

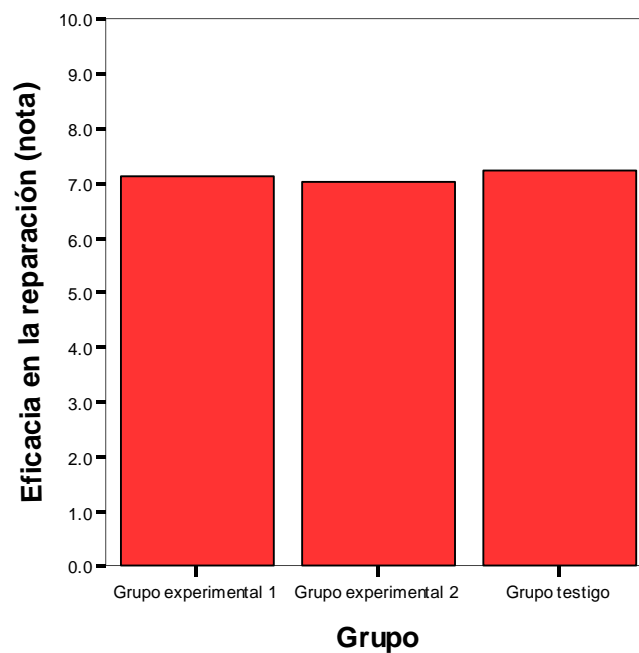


Figura 13.18. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso

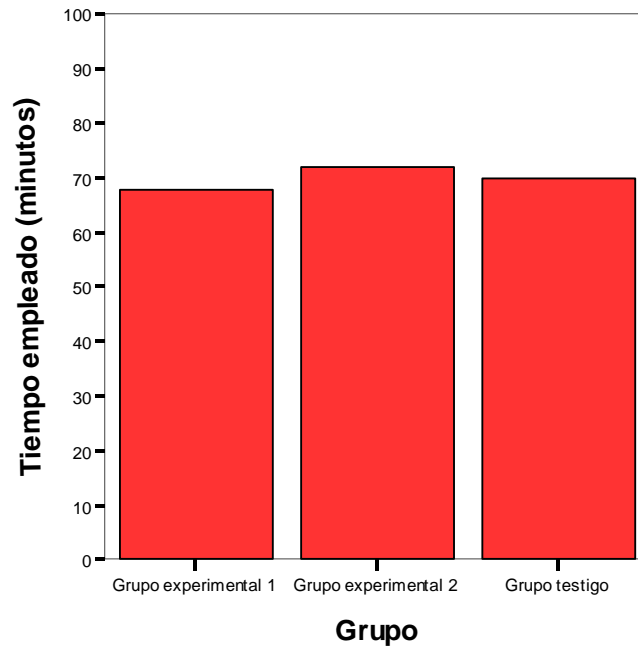


Figura 13.19. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso

#### 4.1.12. Práctica estratégica en el laboratorio (final del curso)

En la siguiente figura podemos observar como al final del curso los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Se puede apreciar un aumento de la calificación obtenida en la práctica, así como una disminución del tiempo de reparación consumido por los alumnos en las prácticas, lo cual significa una clara evolución en las estrategias de los alumnos en la detección y arreglo de las disfunciones de los circuitos. En consecuencia se observa una evolución meta-cognitiva, y su reflejo en las habilidades de los alumnos a los que se ha aplicado la metodología.

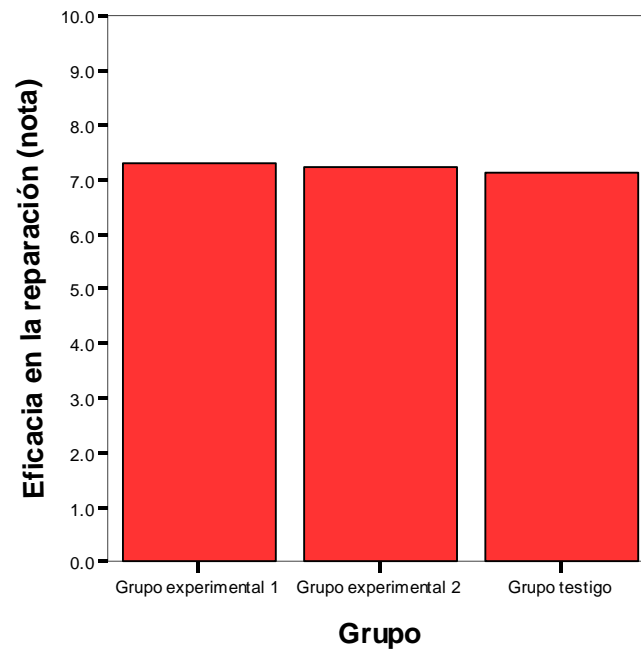


Figura 13.20. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso

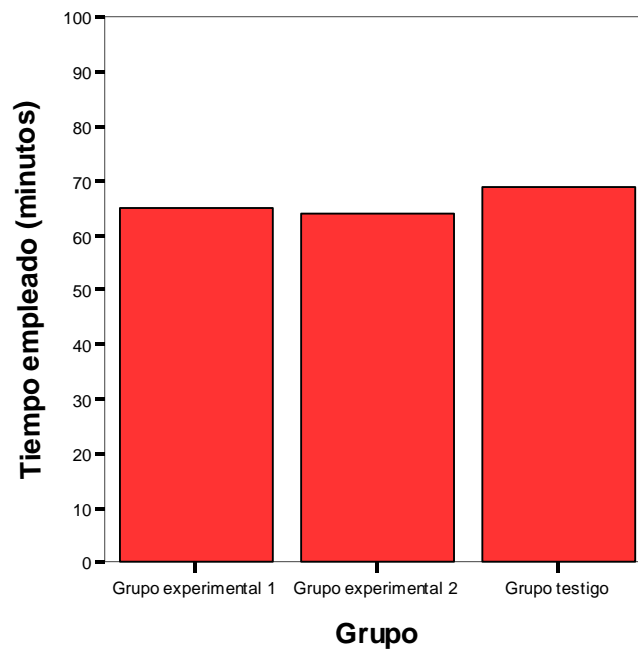


Figura 13.21. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al final del curso

#### 4.1.13. Proyectos y/o problemas reales

Otra de las estrategias metodológicas fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos en el caso de los grupos donde se aplicó la nueva metodología. En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de valorar el trabajo de los alumnos.

En la siguiente figura podemos observar los resultados obtenidos (nota media numérica) por los diferentes grupos en esta fase de la investigación. Como se puede observar, las notas obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales son ligeramente superiores a la obtenida por los alumnos del grupo testigo o de control.

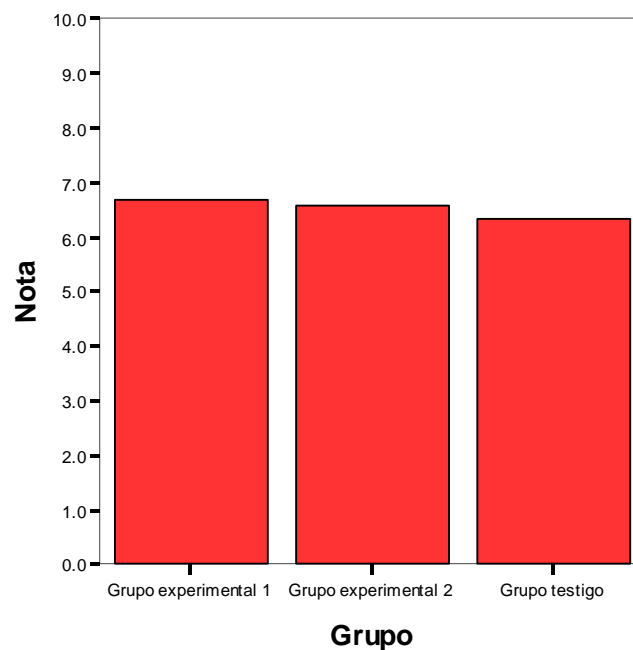


Figura 13.22. Nota media obtenida por los tres grupos en los problemas y proyectos reales propuestos

4.1.14. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.10. Percentiles (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.000
		Grupo experimental 2	3.000	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	6.000
		Grupo testigo	3.000	3.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			4.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			3.000	4.000	5.000		
		Grupo testigo			4.000	4.000	5.000		

Como se puede observar en la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso, y se quería detectar si los multimedia junto a la metodología contribuía a la mejora de corrección en estas ideas.

#### 4.1.15. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el cuestionario de ideas previas erróneas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.11. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 1 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	3.000	3.000	3.000	5.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo experimental 2	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo testigo	3.000	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	6.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			3.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			4.000	5.000	6.000		
		Grupo testigo			3.000	4.000	5.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental, corroborando la influencia de los multimedia junto a la metodología.

#### 4.1.16. Trabajo – proyecto final

Este trabajo o proyecto final en grupo se entregaba al final de cada cuatrimestre, teniendo un peso importante en la nota final del alumno. El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos.



A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se dejaba a los estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

A continuación se muestra la valoración del profesor (nota media numérica) en función de los aspectos comentados más arriba. Como se puede observar, las notas medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales fueron ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos del grupo testigo.

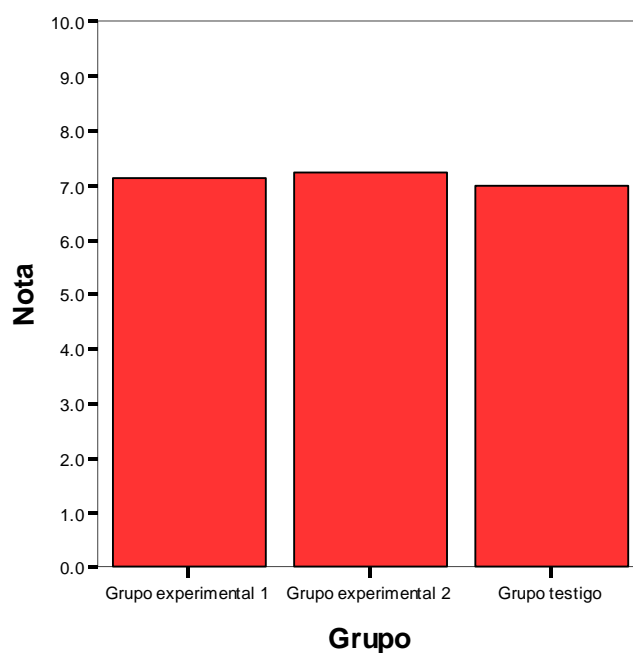


Figura 13.23. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final

Se podía deducir una influencia positiva de la aplicación del nuevo modelo metodológico; aunque era necesario seguir trabajando en la metodología para lograr mejores resultados.

#### 4.2. Etapa 2 - Fase I (2008)

Esta segunda etapa de la fase I de la investigación, se desarrolló en dos cursos cuatrimestrales. La hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de los multimedia “Ad hoc” junto con la metodología ya experimentada y validada en una investigación previa, frente a la clase con otra metodología docente mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.
- La motivación.

Estas experiencias se han realizado con el mismo sistema de rotación de los profesores reseñado en el punto anterior. Para medir el rendimiento académico y realizar un seguimiento continuo de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Exámenes (en la mitad y al final del curso).
- Ejercicios y problemas (durante todo el curso).
- Trabajos propuestos (durante todo el curso).

Para cuantificar el nivel de meta-conocimiento de los alumnos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Carpeta de mapas conceptuales (durante todo el curso).
- Test de razonamiento para adultos (al inicio y final del curso).
- Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (al inicio y final del curso).
- Estrategias en la solución de problemas (al inicio y final del curso).

- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Proyectos y/o problemas reales, mediante los cuales el alumno aumenta su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos.

Para medir los efectos de la metodología sobre el aprendizaje significativo se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (al inicio y al final del curso).
- Proyecto (trabajos de los alumnos) (durante todo el curso).
- Estrategias en la solución de problemas (inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Trabajo – proyecto final (final de curso).

Para medir los efectos de los multimedia junto a la metodología sobre la motivación se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario MAPE-II (al inicio y final del curso).
- Fichas de observación (anotaciones durante las clases).
- Entrevista a los alumnos (durante el horario de tutoría).
- Base de datos de la plataforma (durante las conexiones).

#### 4.2.1. Examen parcial

Al igual que en la fase anterior, con los exámenes parciales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la mitad de cada uno de los 2 cursos de esta segunda fase. En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.12 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

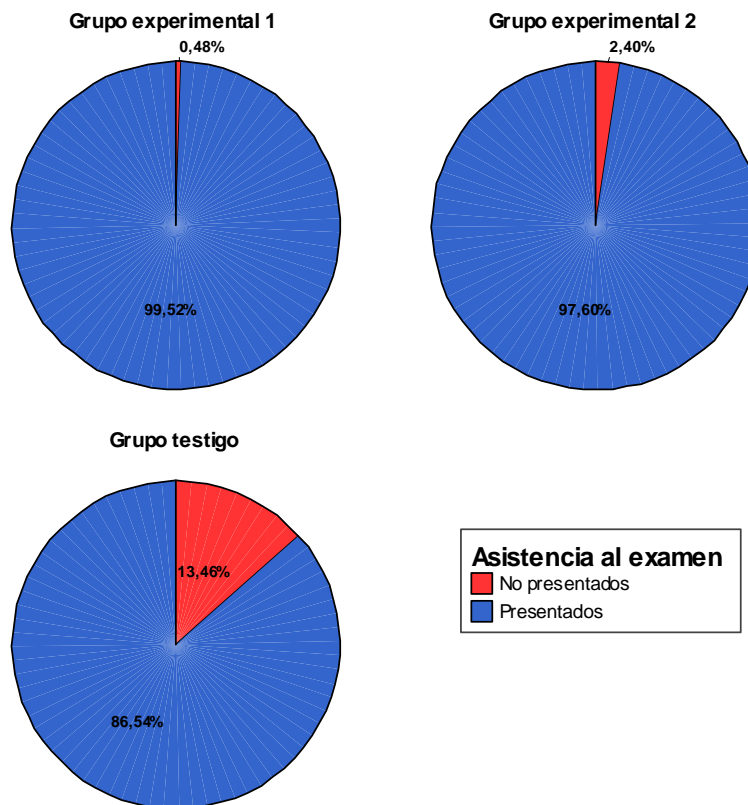


Figura 13.24. Asistencia de los alumnos al examen parcial

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 28 alumnos (un 13.5 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 4 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 sólo ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.5 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 no se presentaron 5 alumnos (lo que supone un 2.4 % del total de los alumnos del

grupo experimental 2). En la figura siguiente podemos ver lo expuesto anteriormente de forma gráfica.

**Tabla 13.12. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	207	99,5%	1	,5%	208	100,0%
Nota Grupo experimental 2	203	97,6%	5	2,4%	208	100,0%
Grupo testigo	180	86,5%	28	13,5%	208	100,0%

En la tabla 13.13 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta primera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto.

El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.3 a 9.8, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.4 a 9.8, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 7.8.

**Tabla 13.13. Descriptivos (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo	Estadístico	Error típ.	
Nota Grupo experimental 1	Media	6.064	
	Límite inferior	5.888	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite superior	6.240
	Media recortada al 5%	6.129	
	Mediana	6.400	
	Varianza	3,076	
	Desv. típ.	1.7537	
	Mínimo	.3	
	Máximo	9.8	
	Rango	9.5	
	Amplitud intercuartil	2.1	
	Asimetría	-,634	,169
	Curtosis	,782	,337

Grupo experimental 2	Media	6.002	.1337	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.809	
		Límite superior	6.196	
	Media recortada al 5%	6.091		
	Mediana	6.200		
	Varianza	3,628		
	Desv. típ.	1.9047		
	Mínimo	.4		
	Máximo	9.8		
	Rango	9.4		
	Amplitud intercuartil	1.9		
	Asimetría	-,703	,171	
	Curtosis	,763	,340	
	Grupo testigo	Media	4.786	.1496
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	4.569	
		Límite superior	5.002	
Media recortada al 5%		4.888		
Mediana		5.500		
Varianza		4,029		
Desv. típ.		2.0073		
Mínimo		.1		
Máximo		7.8		
Rango		7.7		
Amplitud intercuartil		2.9		
Asimetría		-,799	,181	
Curtosis		-,147	,360	

A través de los percentiles (tabla 13.14) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales, en los que ha influido la metodología.

**Tabla 13.14. Percentiles (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Nota	Grupo exp. 1	2.720	3.600	4.900	6.400	7.000	7.920	8.800
		Grupo exp. 2	1.660	3.440	5.000	6.200	6.900	8.460	8.900
		Grupo testigo	.200	1.910	3.525	5.500	6.400	7.180	7.400
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			4.900	6.400	7.000		
		Grupo experimental 2			5.000	6.200	6.900		
		Grupo testigo			3.550	5.500	6.400		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8. Es decir; que la metodología junto a los multimedia muestran su bondad e influencia también en los alumnos que sacan mejores notas, sobre los cuales se podía suponer *a priori* que no influiría tan directamente el nuevo modelo metodológico junto a los multimedia.

En el diagrama de tallo y hojas se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

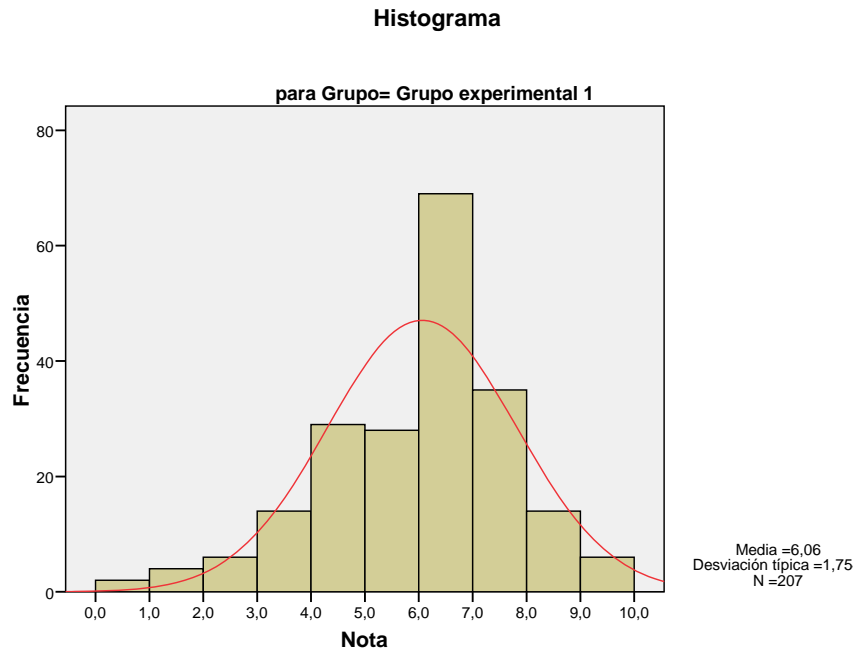


Figura 13.25. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

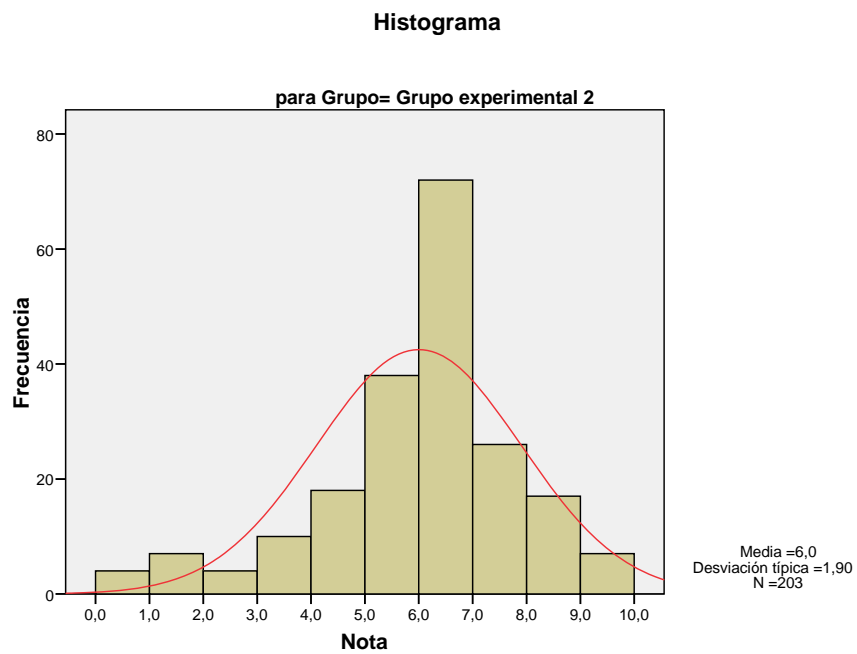


Figura 13.26. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)



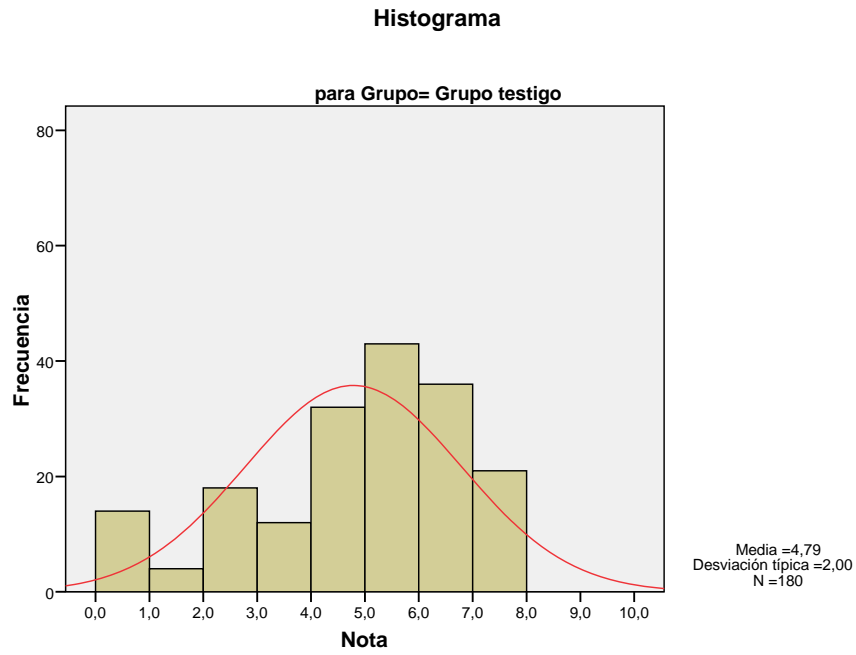


Figura 13.27. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

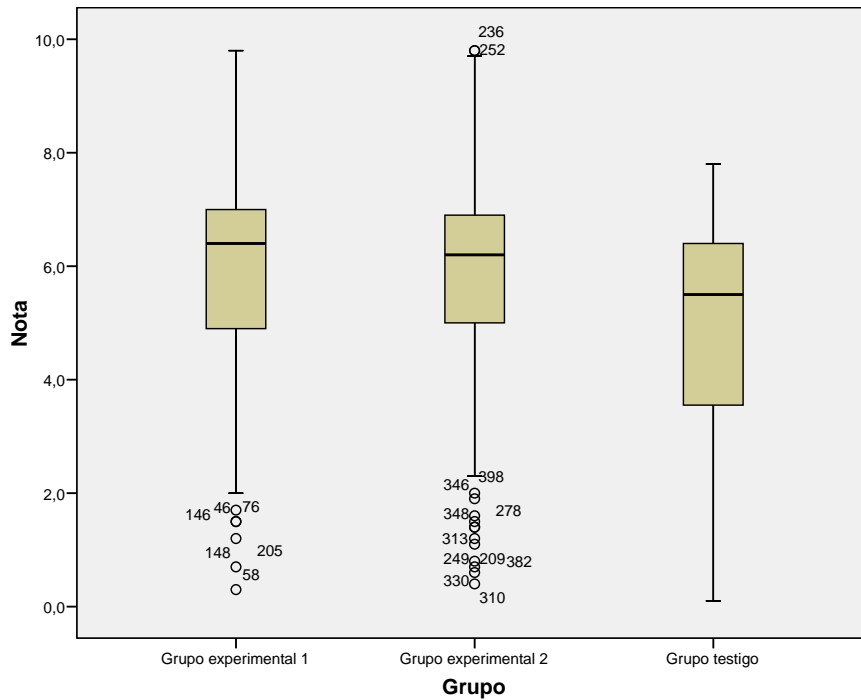


Figura 13.28. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

#### 4.2.2. Examen final

Al igual que en la fase anterior, con los exámenes finales se ha pretendido valorar los efectos de la metodología y multimedia sobre el rendimiento académico de los estudiantes en la parte final de los dos cursos de los que consta esta segunda etapa de la segunda fase.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta segunda fase de la investigación.

En la tabla 13.15 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron. Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 18 alumnos (un 8.7 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 4 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 han habido 4 alumnos que no se han presentado (un 1.9 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 han habido 2 alumnos no presentados (un 1 % del total del grupo experimental 2). En la figura siguiente podemos ver de una forma gráfica lo expuesto anteriormente.

**Tabla 13.15. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	204	98,1%	4	1,9%	208	100,0%
Nota Grupo experimental 2	206	99,0%	2	1,0%	208	100,0%
Grupo testigo	190	91,3%	18	8,7%	208	100,0%

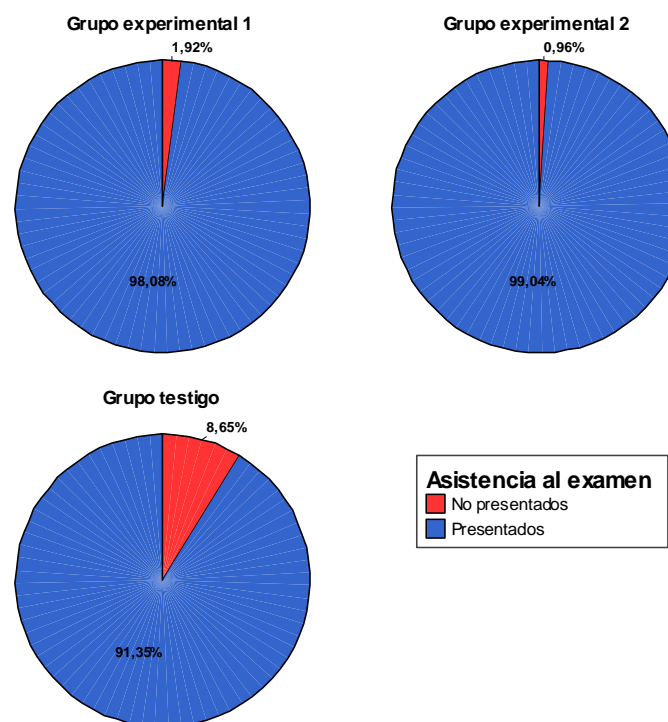


Figura 13.29. Asistencia de los alumnos al examen final

En la tabla 13.16 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta etapa 2 de la fase I, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.7 a 10.0, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.3 a 10.0, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 8.0. Del mismo modo que en la fase anterior se observa que el cambio de metodología junto con los multimedia influyen también en el grupo de alumnos con mejores notas, no solamente sobre los de nivel más bajo.

Tabla 13.16. Descriptivos (Etapa 2 - Fase I)

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.256	.1299	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.068	
		Límite superior	6.444	
	Media recortada al 5%	6.350		
	Mediana	6.700		
	Varianza	3,445		
	Desv. típ.	1.8560		
	Mínimo	.7		
	Máximo	10.0		
	Rango	9.3		
	Amplitud intercuartil	2.3		
	Asimetría	-,749	,170	
	Curtosis	,552	,339	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.116	.1325
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	5.924	
		Límite superior	6.307	
Media recortada al 5%		6.191		
Mediana		6.250		
Varianza		3,618		
Desv. típ.		1.9022		
Mínimo		.3		
Máximo		10.0		
Rango		9.7		
Amplitud intercuartil		2.0		
Asimetría		-,642	,169	
Curtosis		,993	,337	
Grupo testigo		Media	4.957	.1456
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.746	
		Límite superior	5.167	
	Media recortada al 5%	5.052		
	Mediana	5.300		
	Varianza	4,026		
	Desv. típ.	2.0064		
	Mínimo	.1		
	Máximo	8.0		
	Rango	7.9		
	Amplitud intercuartil	2.7		
	Asimetría	-,755	,176	
	Curtosis	-,138	,351	

A través de los percentiles (tabla 13.17) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.17. Percentiles (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	2.325	3.700	5.025	6.700	7.275	8.700	9.000
		Grupo experimental 2	2.140	3.670	5.100	6.250	7.100	8.200	9.165
		Grupo testigo	.400	2.100	3.775	5.300	6.500	7.000	7.845
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.050	6.700	7.250		
		Grupo experimental 2			5.100	6.250	7.100		
		Grupo testigo			3.800	5.300	6.500		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

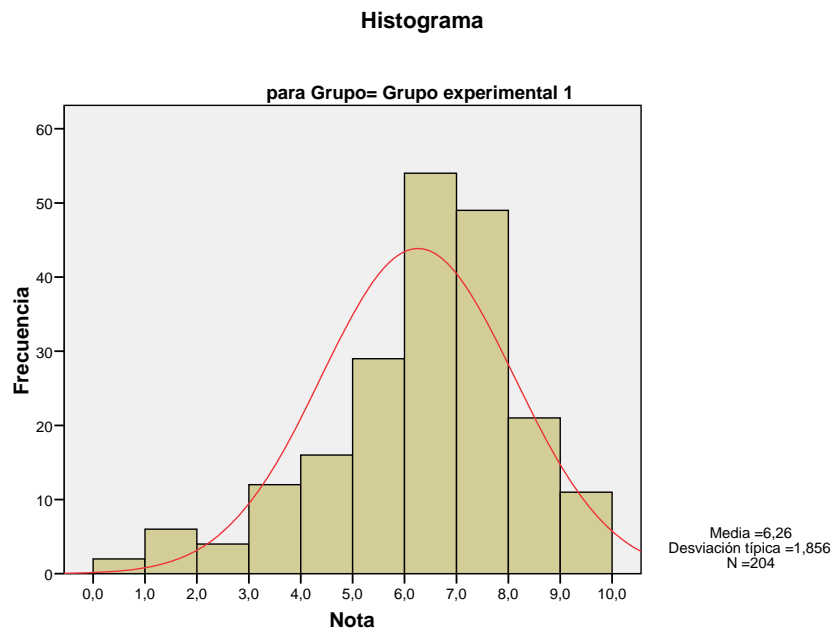


Figura 13.30. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

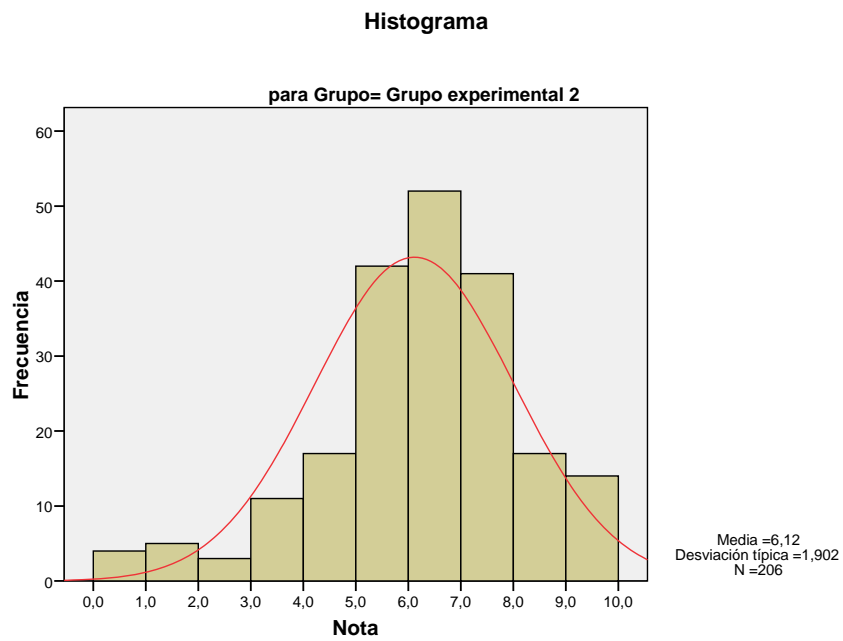


Figura 13.31. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

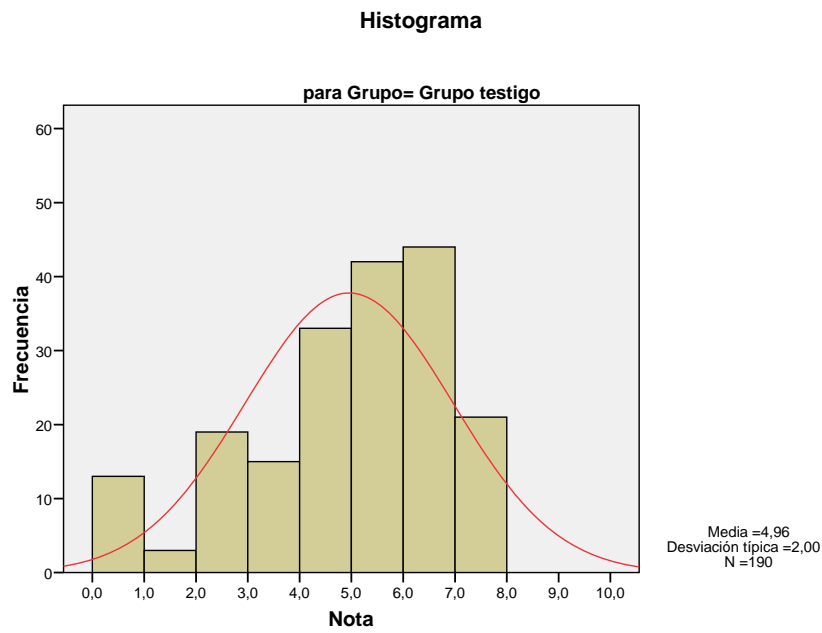


Figura 13.32. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

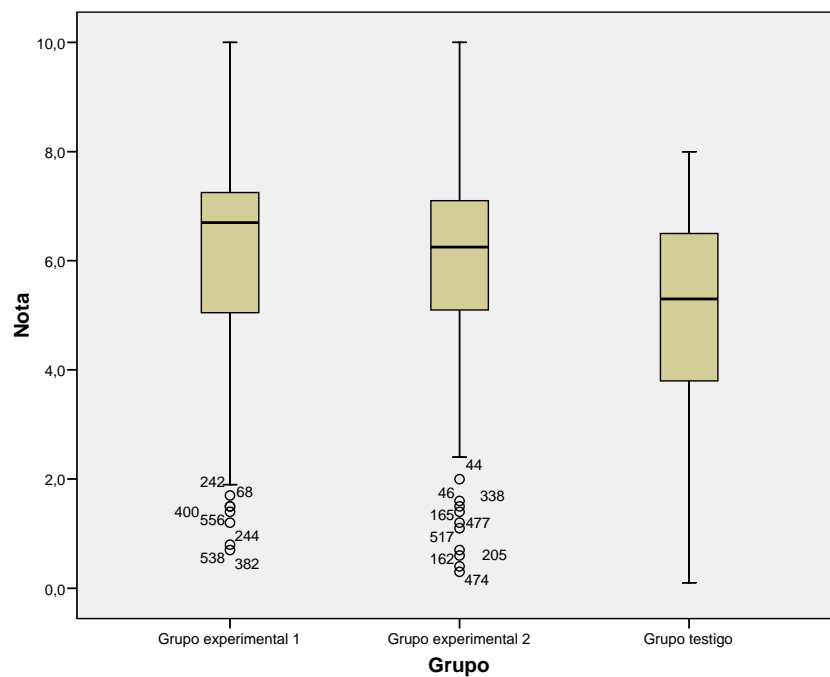


Figura 13.33. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

#### 4.2.3. Ejercicios, problemas y trabajos propuestos

Con los ejercicios, problemas y trabajos propuestos también se ha pretendido valorar los efectos de los multimedia junto a la metodología sobre el rendimiento académico de los estudiantes durante toda esta fase de la experimentación. A continuación se muestran los valores descriptivos de las notas obtenidas por los alumnos.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las notas medias obtenidas por los grupos experimentales son ligeramente superiores a la nota media obtenida por el grupo testigo. La nota media del grupo experimental 1 es 6.029, y su rango está comprendido entre 3.2 y 8.8. La nota media del grupo experimental 2 es 5.965, y su rango está comprendido entre 4 y 8.8. Por último, el grupo experimental tiene una nota media de 5.533 y su rango está comprendido entre 2.8 y 7.3.

**Tabla 13.18. Descriptivos (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Nota	Media	6.029	.1039	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.879	
		Límite superior	6.179	
	Media recortada al 5%	6.032		
	Mediana	6.000		
	Grupo experimental 1	Varianza	2,247	
	Desv. típ.	1.4989		
	Mínimo	3.2		
	Máximo	8.8		
	Rango	5.5		
	Amplitud intercuartil	2.0		
	Asimetría	-,041	,169	
	Curtosis	-1,386	,336	
	Grupo experimental 2	Media	5.965	.1060
Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.812		
	Límite superior	6.118		



	Media recortada al 5%	5.957	
	Mediana	6.000	
	Varianza	2,336	
	Desv. típ.	1.5283	
	Mínimo	4.0	
	Máximo	8.8	
	Rango	4.8	
	Amplitud intercuartil	3.0	
	Asimetría	,034	,169
	Curtosis	-1,441	,336
	Media	5.481	.0798
	Límite inferior	5.366	
	Límite superior	5.596	
	Intervalo de confianza para la media al 85%		
	Media recortada al 5%	5.484	
	Mediana	5.000	
	Varianza	1,323	
	Desv. típ.	1.1502	
	Mínimo	2.8	
	Máximo	7.3	
	Rango	4.5	
	Amplitud intercuartil	3.0	
	Asimetría	,001	,169
	Curtosis	-1,322	,336
Grupo testigo			

#### 4.2.4. Carpeta de mapas conceptuales

Mediante los mapas conceptuales se ha pretendido evaluar la comprensión y/o diagnosticar la incomprensión por parte de los alumnos en una materia determinada; fomentar el aprendizaje significativo para mejorar el éxito de los estudiantes y medir la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre una materia, en nuestro caso referente a la técnica.

Para valorar lo expuesto anteriormente se ha cuantificado con una nota numérica los mapas conceptuales que han realizado los alumnos de los diferentes grupos a lo largo del curso. En la siguiente figura se muestran las

notas medias de los alumnos de los dos grupos experimentales y del grupo testigo o piloto.

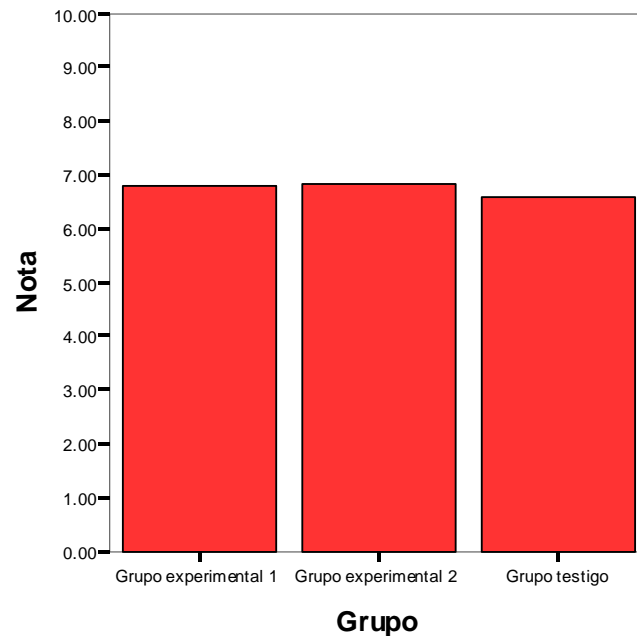


Figura 13.34. Notas medias de los alumnos en los mapas conceptuales

Como podemos observar en la figura anterior, la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior a la nota media del grupo testigo o piloto.

#### 4.2.5. Test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Mediante el test de razonamiento lógico para adultos se ha pretendido evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución al principio del curso. Este test consta de 12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación, tal y como se puede observar en el apéndice documental (anexo III) de la presente tesis.

Al inicio del curso los tres grupos tienen unos aciertos medios en el test prácticamente iguales. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 37.1 al 65.1 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va des del 37.1 al 65.1 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va des del 36.5 al 63.1 %.

En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos es prácticamente igual.

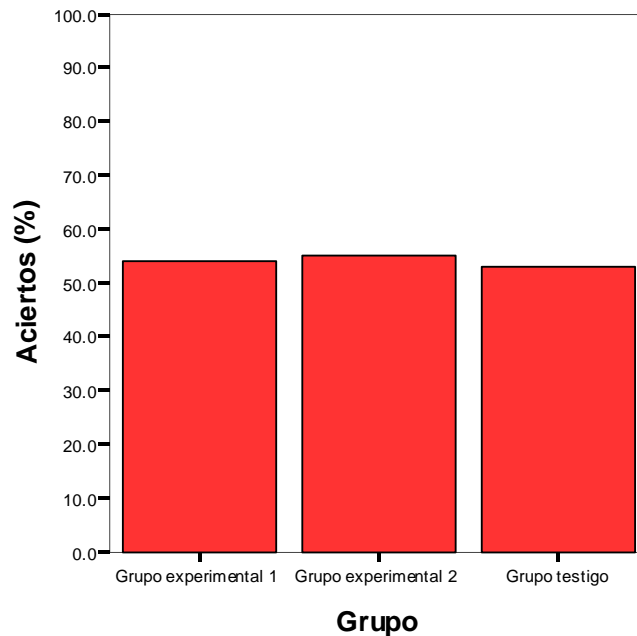


Figura 13.35. Media del % de aciertos de los tres grupos (inicio del curso)

#### 4.2.6. Test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se ha vuelto a realizar el test de razonamiento lógico para adultos, para cuantificar de nuevo el nivel de meta-conocimiento de los alumnos para detectar si la metodología junto a los multimedia “Ad hoc” influía.

Los aciertos medios de los alumnos que pertenecen a los grupos experimentales han aumentado respecto a los alumnos que siguen la clase magistral tradicional. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 55.1 al 76.2 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 52.9 al 66.7 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 52.8 al 67.1 %. En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos de los grupos experimentales es mayor que la del grupo testigo.

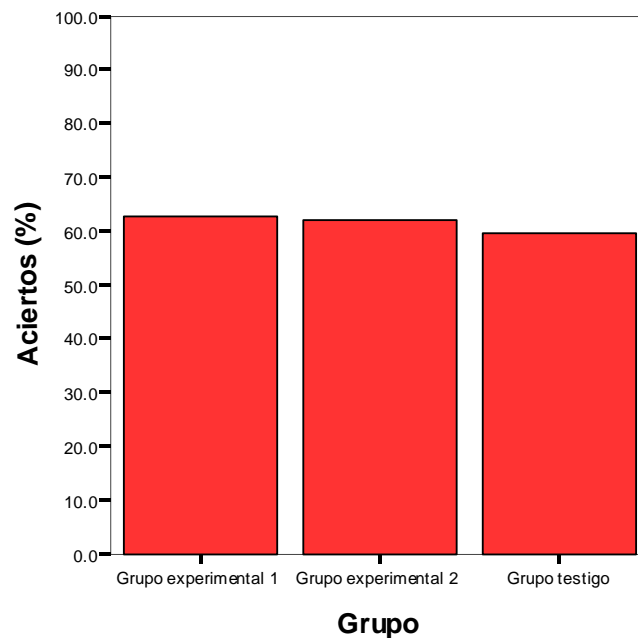


Figura 13.36. Media del % de aciertos de los tres grupos (final del curso)

#### 4.2.7. Test de figuras enmascaradas de Witkin (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el test de figuras enmascaradas en su forma colectiva (GEFT), el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y

testigo. El test consta de 18 elementos, y su validación y desarrollo se muestra en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.19. Percentiles obtenidos al inicio del curso (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	8.000	8.000	9.000	10.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo experimental 2	8.000	8.000	9.000	11.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo testigo	8.000	8.000	9.000	10.000	12.000	13.000	13.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			9.000	10.000	12.000		
		Grupo experimental 2			9.000	11.000	12.000		
		Grupo testigo			9.000	10.000	12.000		

Como se puede observar en la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso. Como siempre, era obligado determinar la influencia de la metodología.

*4.2.8. Test de figuras enmascaradas de Witkin (final del curso)*

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el test de figuras enmascaradas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.20. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio	Acertos	Grupo	9.000	9.000	10.000	11.000	13.000	14.000	14.000

ponderado	experimental 1							
	Grupo experimental 2	9.000	9.000	10.000	11.000	13.000	14.000	14.000
	Grupo testigo	8.000	8.000	9.000	10.000	12.000	13.000	13.000
Bisagras de Tukey	Grupo experimental 1			10.000	11.000	13.000		
	Grupo experimental 2			10.000	11.000	13.000		
	Grupo testigo			9.000	10.000	12.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### 4.2.9. Estrategias en la solución de problemas (inicio del curso)

En este punto se ha pretendido valorar como el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir una solución al problema expuesto.

Al inicio del curso se plantearon a los alumnos de los dos grupos experimentales y testigo una serie de problemas los cuales ya deberían saber resolver, y se evaluaron en función de si se habían planteado y resuelto de forma correcta, regular o incorrecta.

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo. Además, estos problemas incluían el diseño de algoritmos, con los cuales se evaluaba el nivel meta-cognitivo, lo que se conseguía evaluando el grado de optimización del algoritmo. A continuación se muestra la valoración en tanto por ciento de los problemas propuestos a los estudiantes de los grupos experimentales y testigo, pudiendo observar como la evaluación de los problemas es bastante parecida en los tres grupos.

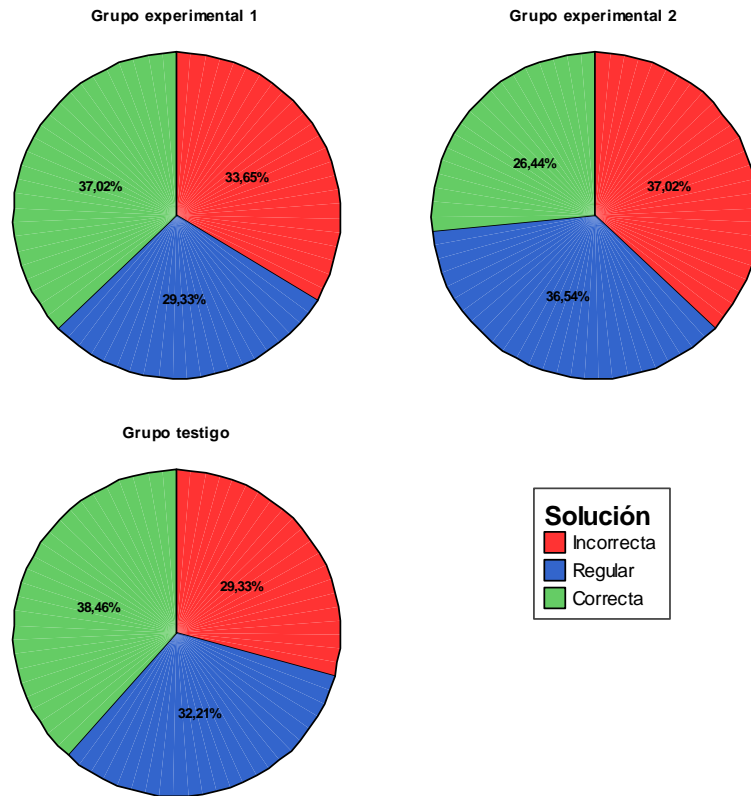


Figura 13.37. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al inicio del curso

#### 4.2.10. Estrategias en la solución de problemas (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se volvió a evaluar de nuevo el meta-conocimiento mediante el sistema descrito en el punto anterior. Se fueron introduciendo problemas con conceptos nuevos, además de los que el alumno supuestamente ya debería saber resolver. A medida que avanzaba el curso se dejaba al alumno que tomara las decisiones por si mismo, hasta que al final no contó con el profesor como guía.

En la siguiente figura podemos ver el tanto por ciento correspondiente a los problemas propuestos en la parte final de cada

cuatrimestre. Como podemos ver, en los grupos experimentales han disminuido las soluciones incorrectas respecto al grupo testigo, y han aumentado las respuestas correctas.

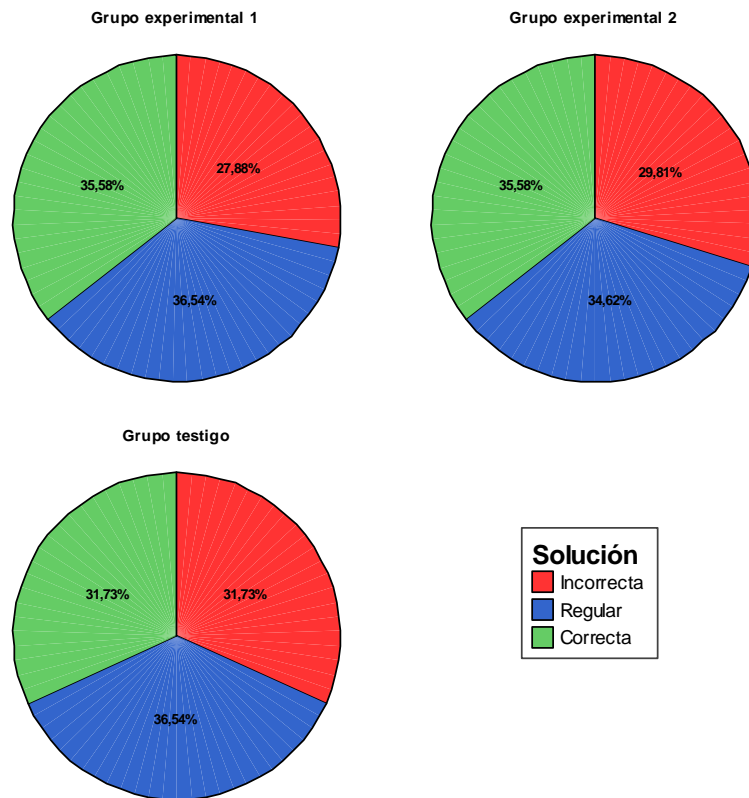


Figura 13.38. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al final del curso

#### 4.2.11. Práctica estratégica en el laboratorio (inicio del curso)

Para ello, en las prácticas de las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I se desarrollaron unas placas de circuito impreso.

En primer lugar, los alumnos debían realizar las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera



correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados. En sesiones posteriores, el profesor provocó averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta.

El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos en la reparación de las placas en las sesiones correspondientes al inicio del curso. Como podemos ver, el tiempo medio empleado por los grupos experimentales y testigo son bastante parecidos, al igual que la calificación media obtenida. Se partía pues de una buena base para visualizar el posible efecto del nuevo modelo metodológico sobre las estrategias de detección de averías y sobre las habilidades de solución de las mismas.

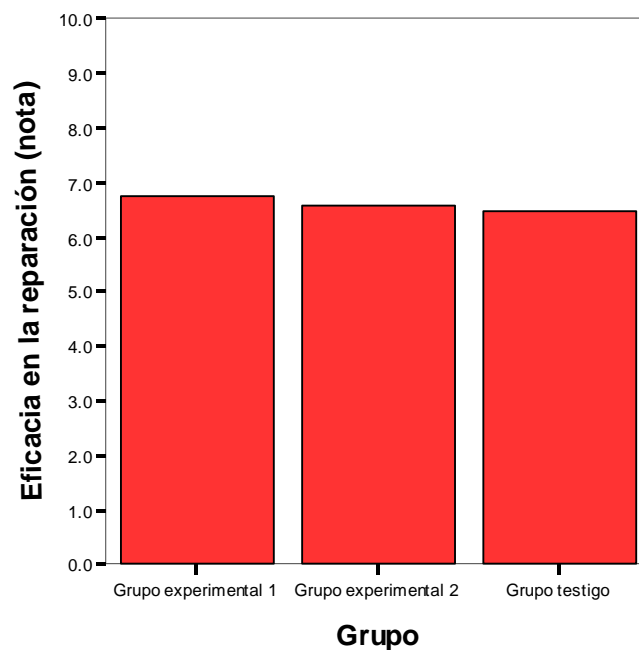


Figura 13.39. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso

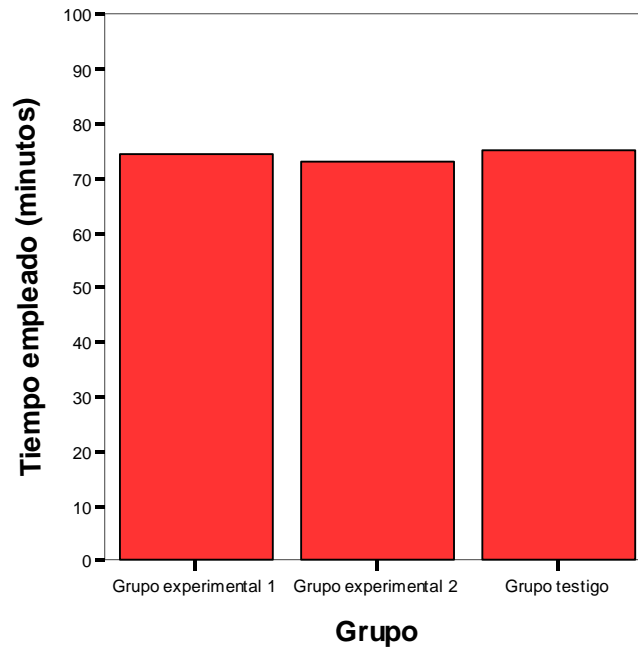


Figura 13.40. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso

#### 4.2.12. Práctica estratégica en el laboratorio (final del curso)

En la siguiente figura podemos observar como al final del curso los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Se puede apreciar un aumento de la calificación obtenida en la práctica, así como una disminución del tiempo de reparación consumido por los alumnos en las prácticas.

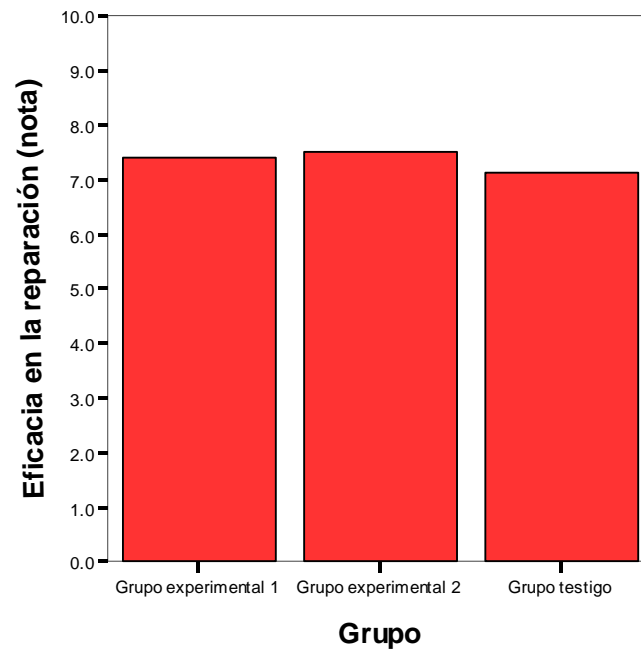


Figura 13.41. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso

Se observa un aumento en las habilidades y estrategias asociado a la aplicación de los multimedia junto al modelo metodológico.

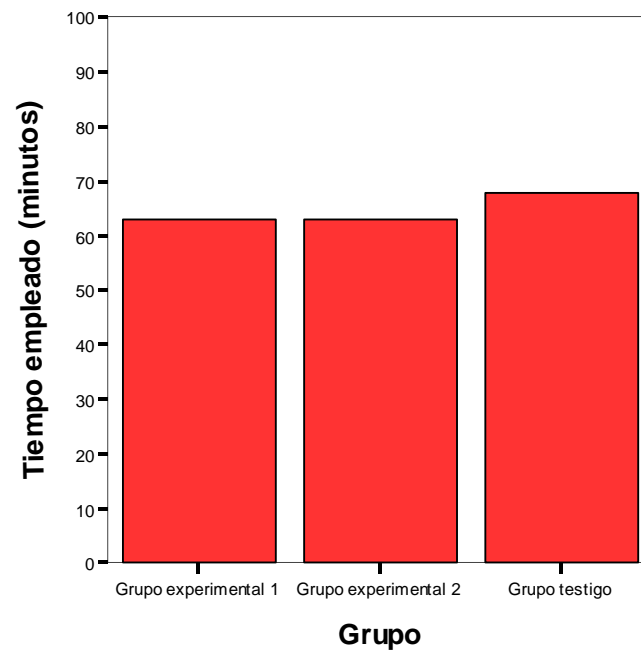


Figura 13.42. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al final del curso

#### 4.2.13. Proyectos y/o problemas reales

Otra de las herramientas utilizadas fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos. En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos.

En la siguiente figura podemos observar los resultados obtenidos (nota media numérica) por los diferentes grupos en esta fase de la investigación. Como se puede observar, las notas obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales son ligeramente superiores a la obtenida por los alumnos del grupo testigo o de control.

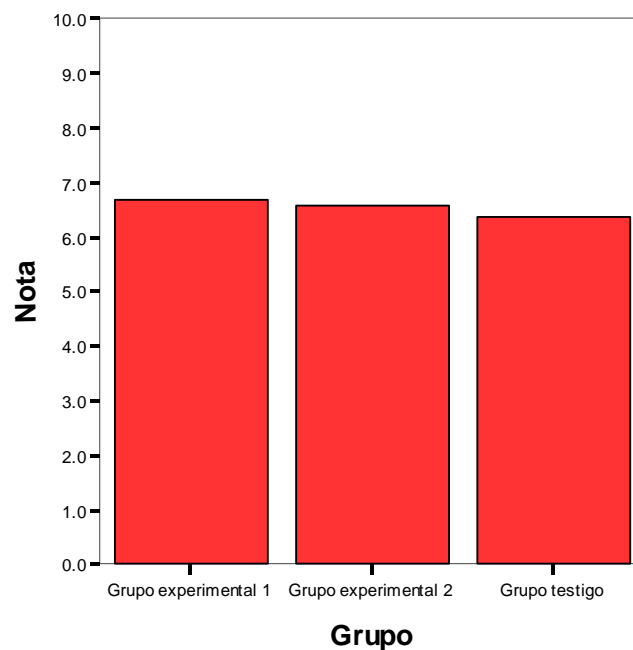


Figura 13.43. Nota media obtenida por los tres grupos en los problemas y proyectos reales propuestos

4.2.14. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.21. Percentiles (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	4.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.000
		Grupo experimental 2	4.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			4.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			4.000	5.000	6.000		
		Grupo testigo			4.000	5.000	6.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.

#### 4.2.15. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el cuestionario de ideas previas erróneas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.22. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 2 - Fase I)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	4.000	4.000	5.000	5.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo experimental 2	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000	7.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	4.000	5.000	6.000	6.000	6.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			5.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			5.000	6.000	7.000		
		Grupo testigo			4.000	5.000	6.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### 4.2.16. Trabajo – proyecto final

Este trabajo o proyecto final en grupo se entregaba al final de cada cuatrimestre, teniendo un peso importante en la nota final del alumno. El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos. A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o

proyecto final se dejaba a los estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

A continuación se muestra la valoración del profesor (nota media numérica) en función de los aspectos comentados más arriba. Como se puede observar, las notas medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales fueron ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos del grupo testigo.

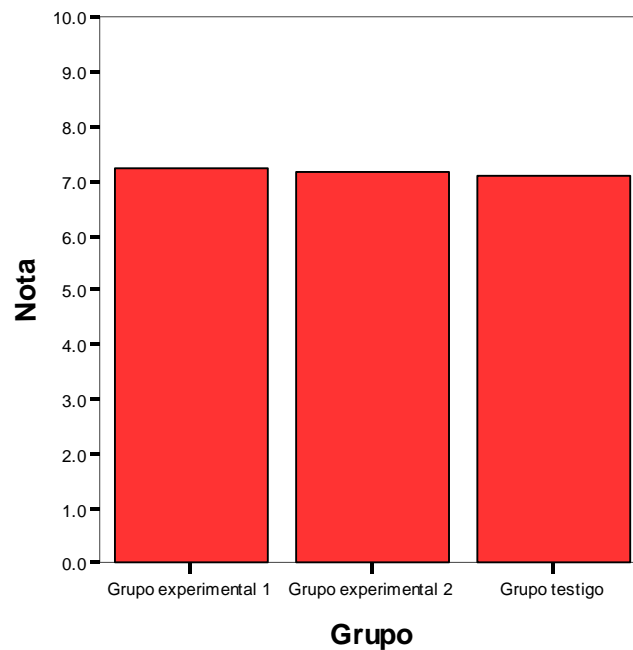


Figura 13.44. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final

#### 4.2.17. Cuestionario MAPE-II

El análisis de los datos está basado en las cinco escalas que componen el instrumento de evaluación de la motivación (cuestionario MAPE-II). Como ya se expone en el apéndice documental (anexo I) de la

presente tesis, dichas escalas están compuestas por los siguientes constructos:

- Capacidad de trabajo y rendimiento.
- Motivación intrínseca.
- Ambición.
- Ansiedad inhibidora del rendimiento.
- Ansiedad facilitadora del rendimiento.

Para la realización de la primera escala (capacidad de trabajo y rendimiento) se ha considerado alta capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta capacidad de trabajo y rendimiento.

Consideramos baja capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja capacidad

Para la realización de la segunda escala (motivación intrínseca) se ha considerado alta motivación intrínseca a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los



elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta motivación intrínseca.

Consideramos baja motivación intrínseca a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja motivación intrínseca.

Para la realización de la tercera (ambición), cuarta (ansiedad inhibidora del rendimiento) y quinta escala (ansiedad facilitadora del rendimiento) se ha considerado alta motivación, alta ansiedad inhibidora y alta ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas SÍ de cada una de las escalas.

Por otro lado, se ha considerado baja motivación, baja ansiedad inhibidora y baja ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas NO de cada una de las escalas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y testigo en esta fase de la investigación, referentes al test de evaluación de la motivación MAPE-II.

Como podemos observar, los grupos experimentales destacan por tener una capacidad de trabajo y rendimiento, motivación intrínseca, ambición y ansiedad facilitadora del rendimiento ligeramente superiores a la del grupo testigo o de control, mientras que este tiene una ansiedad inhibidora del rendimiento ligeramente superior a la de los grupos

experimentales donde se aplicó el nuevo modelo metodológico con multimedia “Ad hoc”.

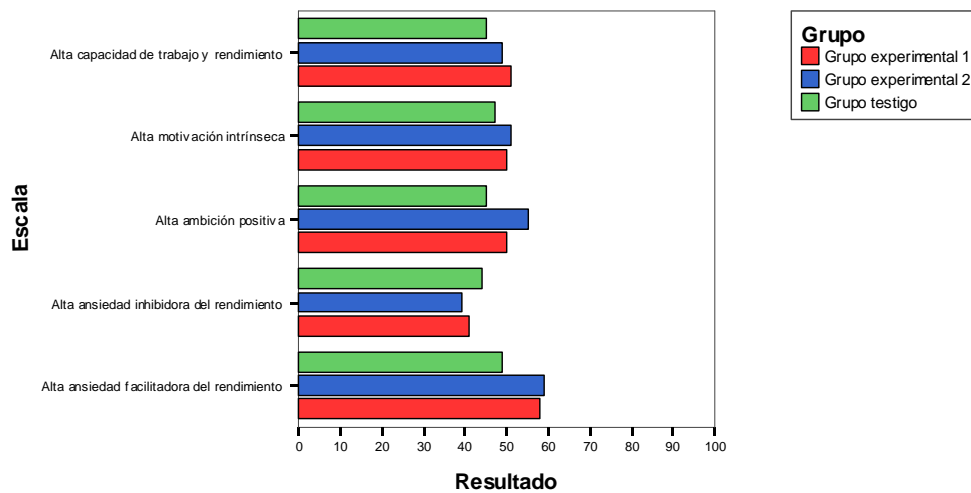


Figura 13.45. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II por los diferentes grupos a lo largo de esta fase

#### 4.2.18. Fichas de observación

Las fichas de observación (ficha personal, ficha de grupo y ficha de laboratorio), las cuales están detalladas en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, se han utilizado para recoger diferentes datos y/o actividades de los alumnos.

Gracias a estas fichas se ha valorado el efecto de los multimedia junto a la metodología sobre: si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado. En el

laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia.

A continuación se muestra la nota media obtenida por los alumnos de los diferentes grupos a lo largo de esta fase de la investigación, la cual se ha obtenido a partir de la valoración obtenida por el profesor a partir de las fichas. Como podemos observar, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos del grupo testigo o de control.

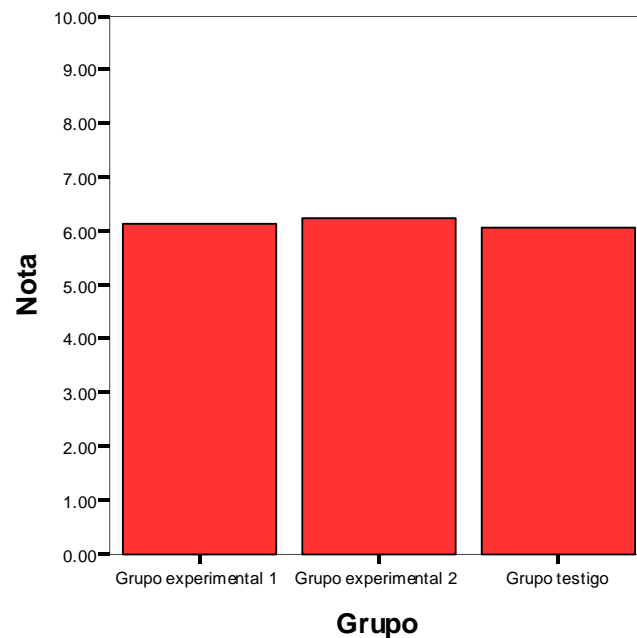


Figura 13.46. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación

#### 4.2.19. Entrevista a los alumnos

Con la entrevista a los alumnos se ha pretendido evaluar la motivación de los mismos y obtener una valoración por parte del alumnado del método diseñado. Durante las entrevistas el profesor iba tomando notas de lo que comentaba el alumno, lo cual le servía para comprobar la

evolución de éstos, además de para obtener una visión por parte de los alumnos del método diseñado.

#### 4.2.20. Base de datos de la plataforma

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos. A través del Campus los alumnos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar. Mediante el control de acceso al Campus y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido evaluar el interés que sienten por el tema que se está trabajando. A continuación se muestra una calificación media obtenida por lo alumnos en función de su implicación con el Campus, con la que podemos hacernos una idea de su motivación respecto al tema trabajado a lo largo de esta fase de la investigación.

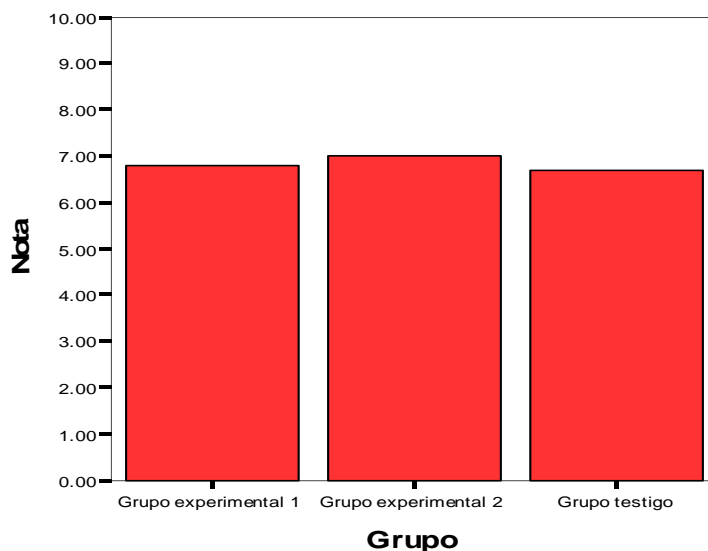


Figura 13.47. Resultados medios obtenidos en la valoración de la participación e implicación en el Campus

### 4.3. Etapa 1 - Fase II (2009)

La investigación se experimentó en dos cursos cuatrimestrales. La hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de la clase magistral activa-participativa apoyada por soportes multimedia “Ad hoc” y trabajando en grupos cooperativos frente a la clase magistral pero apoyada con los mismos multimedia “Ad hoc”, mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.
- La motivación.

Realizando como en las fases precedentes la lógica rotación del profesorado docente, se obtuvieron unos resultados gratamente esperados, tal y como lo demuestra el resultado del análisis estadístico que se muestra a continuación.

Con la aplicación de los multimedia y la metodología, se ha constatado un evidente aumento en la motivación y el rendimiento académico, siendo también notable el aumento del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo.

Para medir el rendimiento académico y realizar un seguimiento continuo de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Exámenes (en la mitad y al final del curso).
- Ejercicios y problemas (durante todo el curso).
- Trabajos propuestos (durante todo el curso).

Para cuantificar el nivel de meta-conocimiento de los alumnos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Carpeta de mapas conceptuales (durante todo el curso).
- Test de razonamiento lógico para adultos (al inicio y final del curso).
- Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (al inicio y final del curso).
- Estrategias en la solución de problemas (al inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Proyectos y/o problemas reales, mediante los cuales el alumno aumenta su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos.

Para medir el aprendizaje significativo se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (al inicio y al final del curso).
- Proyecto (trabajos de los alumnos) (durante todo el curso).
- Estrategias en la solución de problemas (inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Trabajo – proyecto final (final de curso).

Para medir la motivación se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario MAPE-II (al inicio y final del curso).
- Fichas de observación (anotaciones durante las clases).
- Entrevista a los alumnos (durante el horario de tutoría).
- Base de datos de la plataforma (durante las conexiones).

#### 4.3.1. Examen parcial

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes parciales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la mitad de cada uno de los 2 cursos de esta tercera fase.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.23 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones.

Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 39 alumnos (un 12.5 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 6 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 han habido 4 alumnos que no se han presentado (un 1.3 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 no se presentaron 2 alumnos (lo que supone un 0.6 % del total de los alumnos de este grupo).

En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica lo expresado anteriormente.

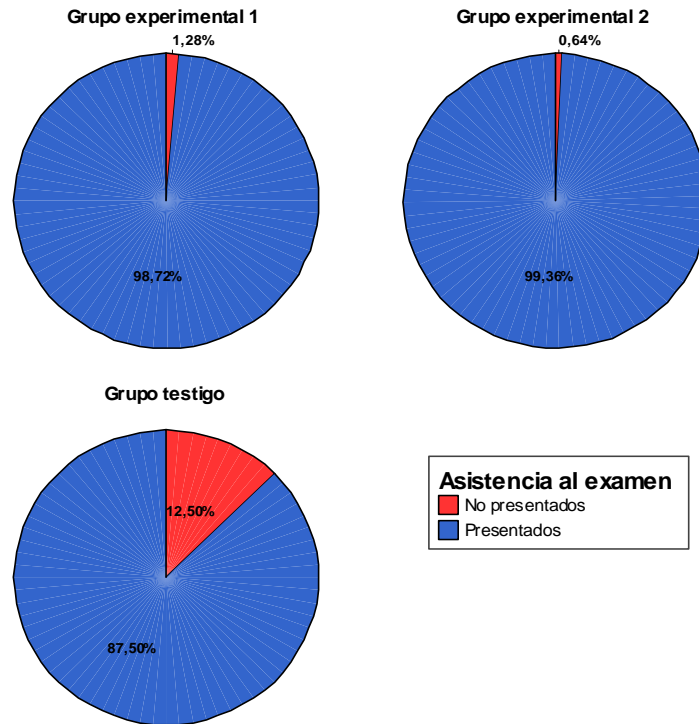


Figura 13.48. Asistencia de los alumnos al examen parcial

Tabla 13.23. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 1 - Fase II)

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	308	98,7%	4	1,3%	312	100,0%
Nota Grupo experimental 2	310	99,4%	2	,6%	312	100,0%
Grupo testigo	273	87,5%	39	12,5%	312	100,0%

En la tabla 13.24 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta primera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.4 a 9.8, en el grupo experimental



2 tenemos que las notas van desde 0.8 a 9.8, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.2 y 8.5.

**Tabla 13.24. Descriptivos (Etapa 1 – Fase II)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.251	.1035	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.102	
		Límite superior	6.401	
	Media recortada al 5%	6.344		
	Mediana	6.600		
	Varianza	3,298		
	Desv. típ.	1.8159		
	Mínimo	.4		
	Máximo	9.8		
	Rango	9.4		
	Amplitud intercuartil	2.0		
	Asimetría	-,824	,139	
	Curtosis	1,141	,277	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.140	.1024
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	5.992	
		Límite superior	6.288	
Media recortada al 5%		6.207		
Mediana		6.250		
Varianza		3,253		
Desv. típ.		1.8037		
Mínimo		.8		
Máximo		9.8		
Rango		9.0		
Amplitud intercuartil		2.1		
Asimetría		-,536	,138	
Curtosis		,657	,276	
Grupo testigo		Media	4.813	.1275
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.629	
		Límite superior	4.997	
	Media recortada al 5%	4.864		
	Mediana	5.100		
	Varianza	4,435		
	Desv. típ.	2.1059		
	Mínimo	.2		
	Máximo	8.5		
	Rango	8.3		

Amplitud intercuartil	3.4	
Asimetría	-,387	,147
Curtosis	-,899	,294

A través de los percentiles (tabla 13.25) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.25. Percentiles (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	2.245	3.890	5.200	6.600	7.200	8.500	8.900
		Grupo experimental 2	2.800	3.900	5.000	6.250	7.125	8.490	8.900
		Grupo testigo	1.000	1.740	3.100	5.100	6.500	7.500	7.800
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.200	6.600	7.200		
		Grupo experimental 2			5.000	6.250	7.100		
		Grupo testigo			3.100	5.100	6.500		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

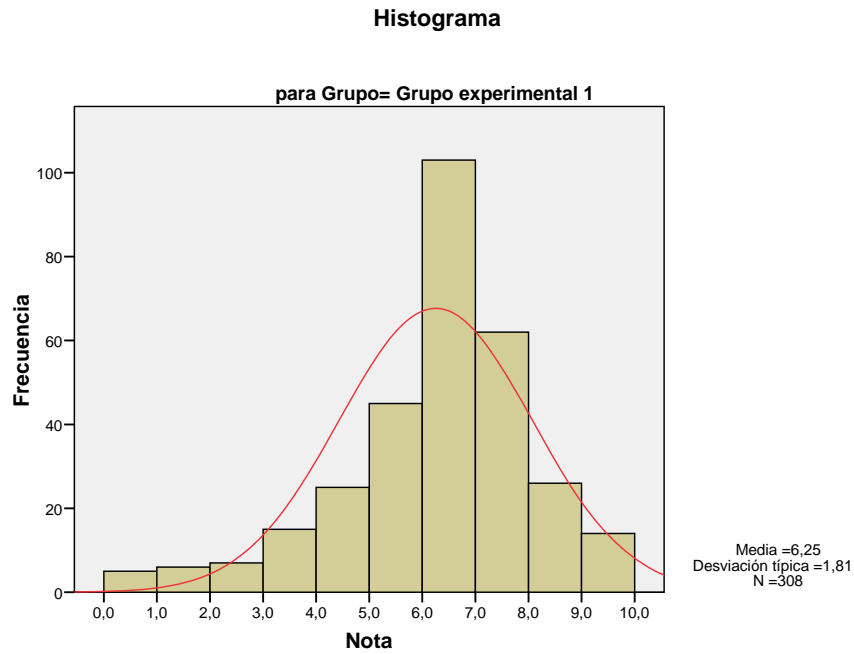


Figura 13.49. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

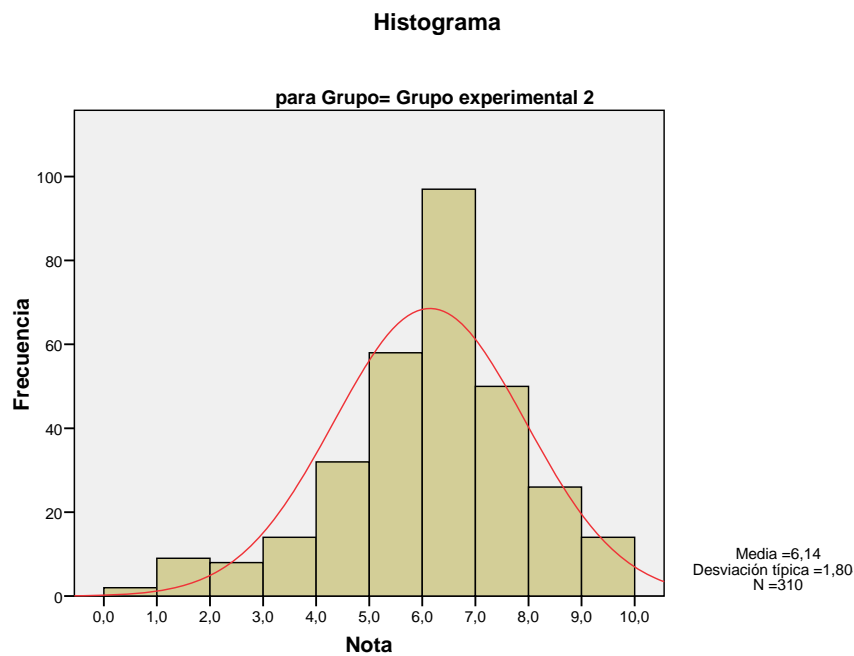


Figura 13.50. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

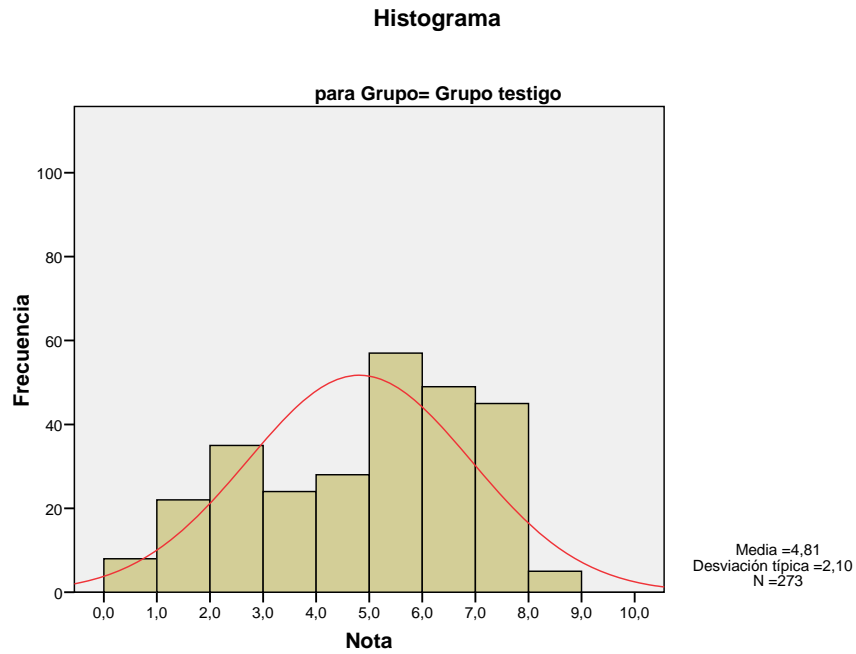


Figura 13.51. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

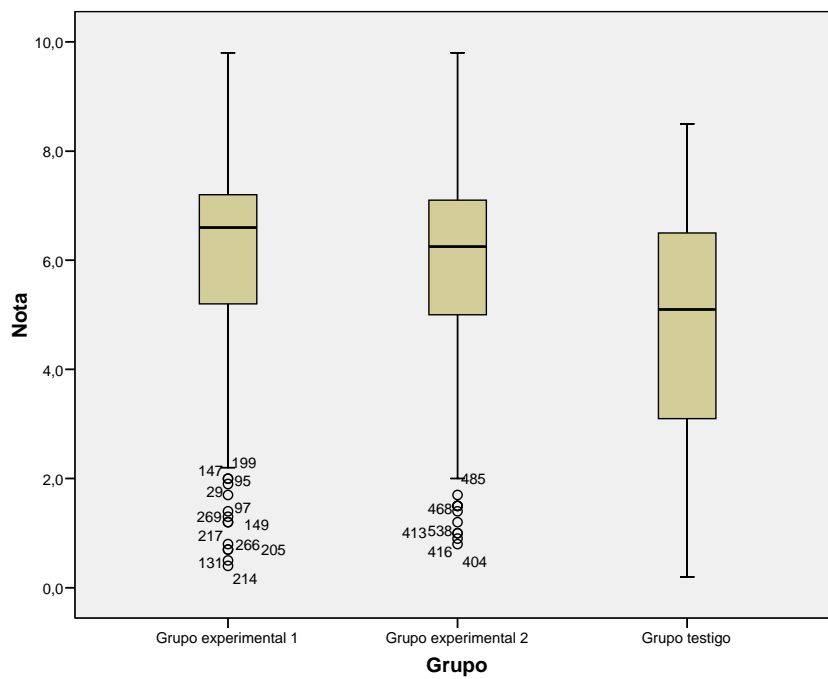


Figura 13.52. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

#### 4.3.2. Examen final

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes finales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la parte final de cada uno de los 2 cursos de esta 1ª Etapa de la Fase II.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.26 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 29 alumnos (un 9.3 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 2 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 sólo han habido 2 alumnos que no se han presentado (un 0.6 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 han habido 4 alumnos no presentados (un 1.3 % del total del grupo experimental 2).

En la figura podemos observar de forma gráfico lo expuesto anteriormente.

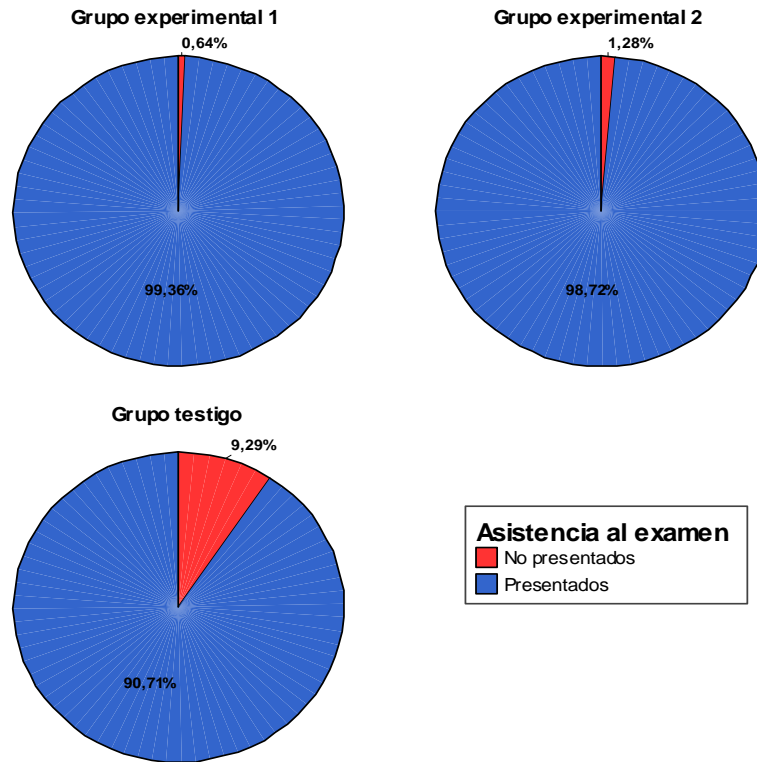


Figura 13.53. Asistencia de los alumnos al examen final

Tabla 13.26. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 1 - Fase II)

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	310	99,4%	2	,6%	312	100,0%
Nota Grupo experimental 2	308	98,7%	4	1,3%	312	100,0%
Grupo testigo	283	90,7%	29	9,3%	312	100,0%

En la tabla 13.27 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta tercera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.4 a 10.0, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.7 a 10.0, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 8.5.

Tabla 13.27. Descriptivos (Etapa 1 - Fase II)

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.337	.1067	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.184	
		Límite superior	6.491	
	Media recortada al 5%	6.420		
	Mediana	6.500		
	Varianza	3,526		
	Desv. típ.	1.8778		
	Mínimo	.4		
	Máximo	10.0		
	Rango	9.6		
	Amplitud intercuartil	2.1		
	Asimetría	-,661	,138	
	Curtosis	1,081	,276	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.367	.1049
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	6.216	
		Límite superior	6.518	
Media recortada al 5%		6.456		
Mediana		6.800		
Varianza		3,386		
Desv. típ.		1.8402		
Mínimo		.7		
Máximo		10.0		
Rango		9.3		
Amplitud intercuartil		2.3		
Asimetría		-,744	,139	
Curtosis		,626	,277	
Grupo testigo		Media	4.888	.1242
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.709	
		Límite superior	5.067	
	Media recortada al 5%	4.980		
	Mediana	5.100		
	Varianza	4,363		
	Desv. típ.	2.0889		
	Mínimo	.1		
	Máximo	8.5		
	Rango	8.4		
	Amplitud intercuartil	3.1		
	Asimetría	-,712	,145	
	Curtosis	-,434	,289	

A través de los percentiles (tabla 13.28) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.28. Percentiles (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	2.900	4.300	5.200	6.500	7.300	8.700	9.345
		Grupo experimental 2	2.400	3.900	5.125	6.800	7.400	8.700	9.100
		Grupo testigo	.600	1.800	3.500	5.100	6.600	7.100	7.580
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.200	6.500	7.300		
		Grupo experimental 2			5.150	6.800	7.400		
		Grupo testigo			3.550	5.100	6.550		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.



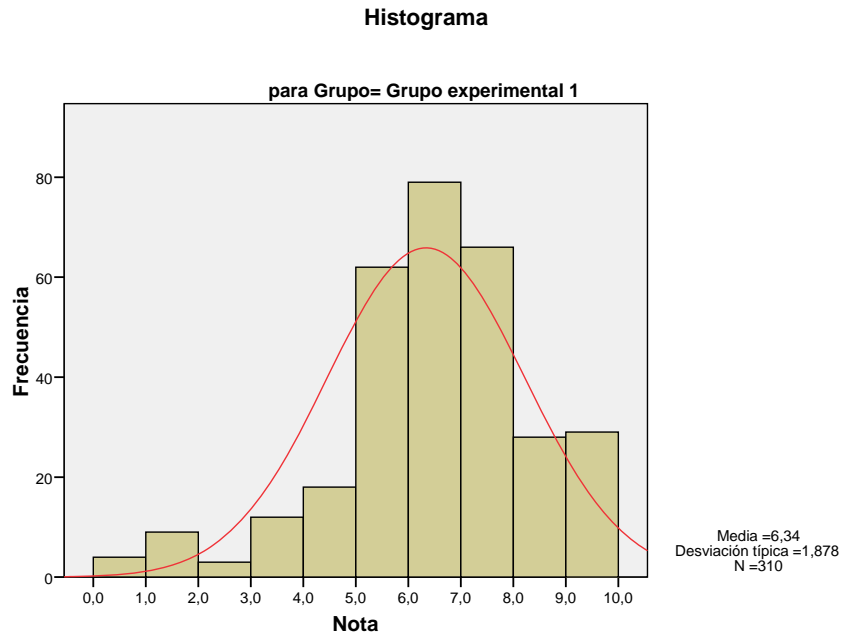


Figura 13.54. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

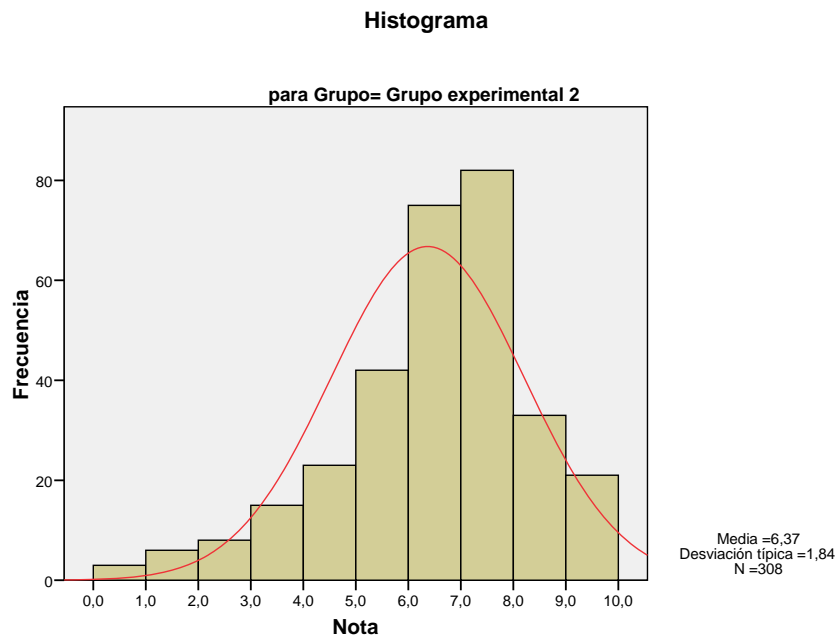


Figura 13.55. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

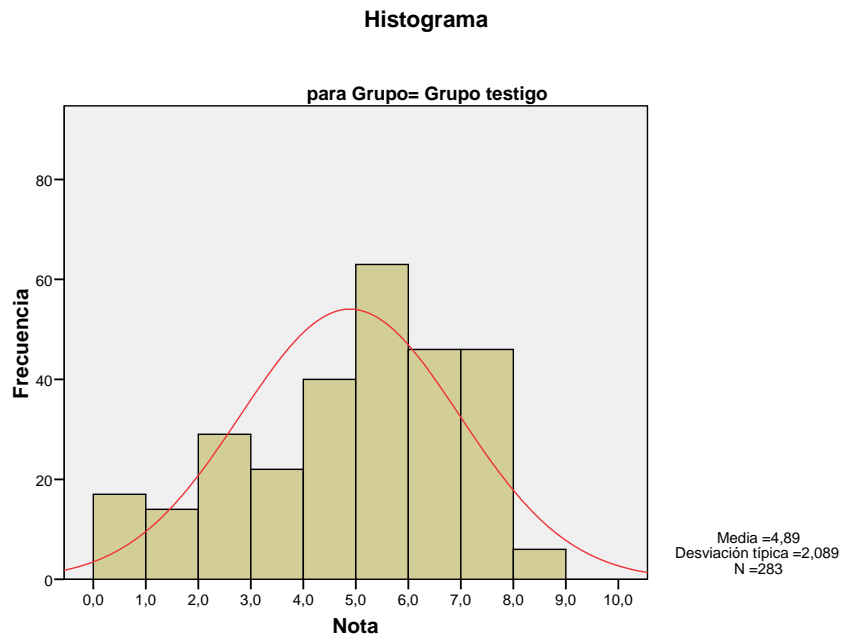


Figura 13.56. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

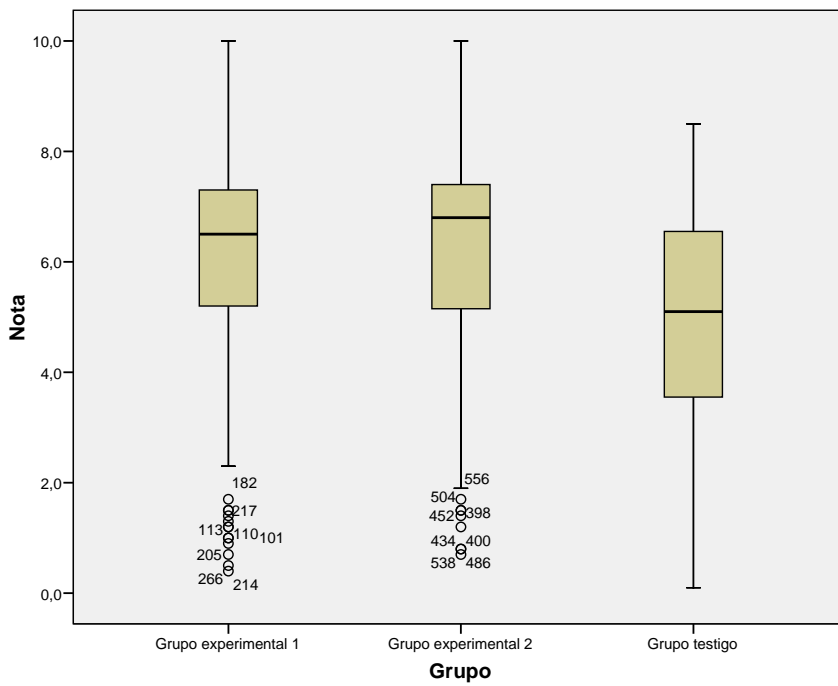


Figura 13.57. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

4.3.3. Ejercicios, problemas y trabajos propuestos

Con los ejercicios, problemas y trabajos propuestos también se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes durante toda esta fase de la experimentación. A continuación se muestran los valores descriptivos de las notas obtenidas por los alumnos.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las notas medias obtenidas por los grupos experimentales son ligeramente superiores a la nota media obtenida por el grupo testigo. La nota media del grupo experimental 1 es 5.814, y su rango está comprendido entre 3 y 9.1. La nota media del grupo experimental 2 es 6.042, y su rango está comprendido entre 2.9 y 9.2. Por último, el grupo experimental tiene una nota media de 5.535 y su rango está comprendido entre 2.9 y 7.1.

**Tabla 13.29. Descriptivos (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Nota	Media	5.814	.1152	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.648	
		Límite superior	5.981	
		Media recortada al 5%	5.793	
	Mediana	6.000		
	Varianza	4,142		
	Desv. típ.	2.0352		
	Mínimo	3.0		
	Máximo	9.1		
	Rango	6.2		
	Amplitud intercuartil	3.0		
	Asimetría	,147	,138	
	Curtosis	-1,255	,275	
	Grupo experimental 2		Media	6.042
		Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.876
	Límite superior		6.208	

	Media recortada al 5%	6.046	
	Mediana	6.000	
	Varianza	4,131	
	Desv. típ.	2.0324	
	Mínimo	2.9	
	Máximo	9.2	
	Rango	6.4	
	Amplitud intercuartil	4.0	
	Asimetría	-,033	,138
	Curtosis	-1,271	,275
	Media	5.535	.0634
	Límite inferior	5.444	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite superior	5.627
	Media recortada al 5%	5.543	
	Mediana	5.500	
	Varianza	1,256	
	Desv. típ.	1.1207	
	Mínimo	2.9	
	Máximo	7.1	
	Rango	4.2	
	Amplitud intercuartil	2.0	
	Asimetría	-,037	,138
	Curtosis	-1,299	,275
Grupo testigo			

#### 4.3.4. Carpeta de mapas conceptuales

Como en fases anteriores, mediante los mapas conceptuales se ha pretendido evaluar la comprensión y/o diagnosticar la comprensión por parte de los alumnos en una materia determinada; fomentar el aprendizaje significativo para mejorar el éxito de los estudiantes y medir la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre una materia, en nuestro caso referente a la técnica.

Para valorar lo expuesto anteriormente se ha cuantificado con una nota numérica los mapas conceptuales que han realizado los alumnos de los diferentes grupos a lo largo del curso. En la siguiente figura se muestran las

notas medias de los alumnos de los dos grupos experimentales y del grupo testigo o piloto, donde no se ha aplicado otra metodología.

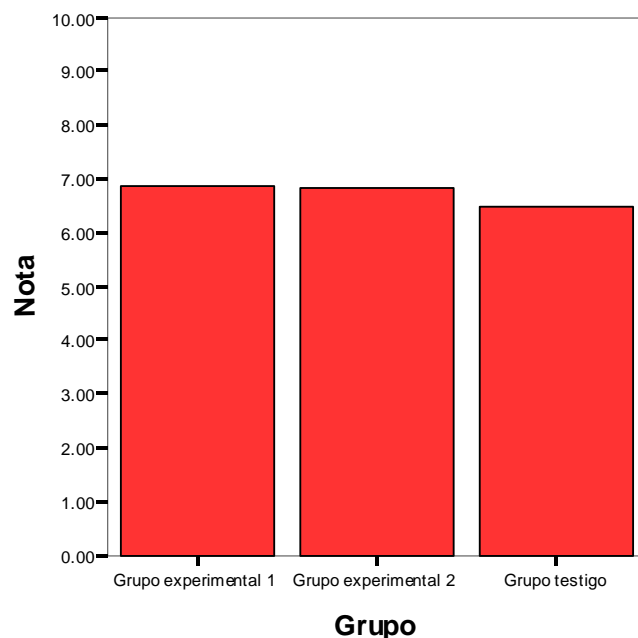


Figura 13.58. Notas medias de los alumnos en los mapas conceptuales

Como podemos observar en la figura anterior, la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior a la nota media del grupo testigo, donde no se ha aplicado la metodología activa, participativa, colaborativa..

#### 4.3.5. Test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Mediante el test de razonamiento lógico para adultos se ha pretendido evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución al principio del curso. Este test consta de 12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación, tal y como se puede observar en el apéndice documental (anexo III) de la presente tesis.

A continuación podemos ver el análisis de los aciertos de los alumnos en el test de razonamiento lógico durante los cuatrimestres que forman esta fase.

Al inicio del curso los tres grupos tienen unos aciertos medios en el test prácticamente iguales. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 46.6 al 59.9 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 44.4 al 71 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 52.2 al 67.7 %.

En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos es prácticamente igual. Ello nos permitirá ver si hay efecto de la metodología, repitiendo las medidas a final de curso.

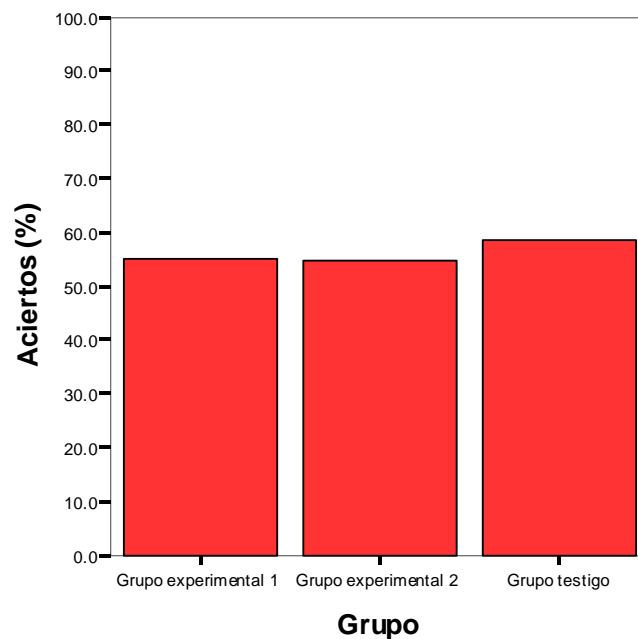


Figura 13.59. Media del % de aciertos de los tres grupos (inicio del curso)

#### 4.3.6. Test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se ha vuelto a realizar el test de razonamiento lógico para adultos, para cuantificar de nuevo el nivel de meta-conocimiento de los alumnos. Los aciertos medios de los alumnos que pertenecen a los grupos experimentales han aumentado respecto a los alumnos que siguen la clase magistral tradicional.

El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 52.9 al 72.9 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 48.1 al 72.7 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 45.1 % al 71.5 %.

En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos de los grupos experimentales es mayor que la del grupo testigo.

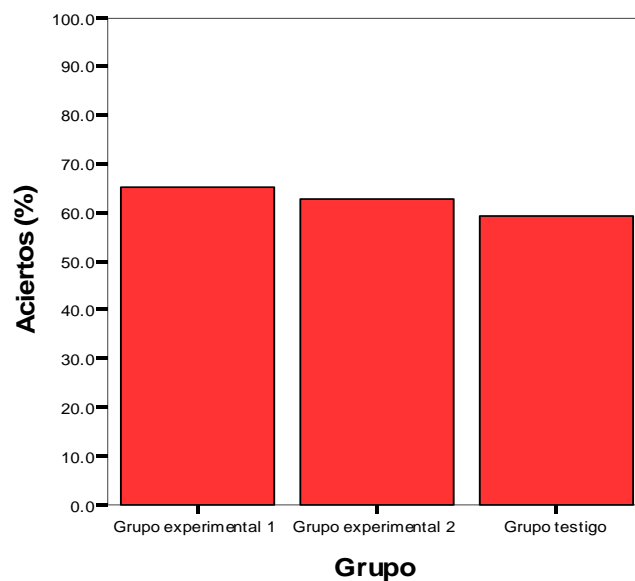


Figura 13.60. Media del % de aciertos de los tres grupos (final del curso)

#### 4.3.7. Test de figuras enmascaradas de Witkin (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el test de figuras enmascaradas en su forma colectiva (GEFT), el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 18 elementos, y su validación y desarrollo se muestra en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta etapa de esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.30. Percentiles obtenidos al inicio del curso (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	6.000	7.000	8.000	10.500	12.000	14.000	14.000
		Grupo experimental 2	6.000	6.000	8.000	10.000	12.000	14.000	14.000
		Grupo testigo	6.000	6.000	8.000	10.000	12.000	14.000	14.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			8.000	10.500	12.000		
		Grupo experimental 2			8.000	10.000	12.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.



4.3.8. *Test de figuras enmascaradas de Witkin (final del curso)*

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el test de figuras enmascaradas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.31. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	9.000	9.000	10.000	11.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo experimental 2	9.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo testigo	6.000	6.000	8.000	10.000	12.000	14.000	14.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			10.000	11.000	13.000		
		Grupo experimental 2			10.000	12.000	13.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

4.3.9. *Estrategias en la solución de problemas (inicio del curso)*

En este punto se ha pretendido valorar como el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir una solución al problema expuesto.

Al inicio del curso se plantearon a los alumnos de los dos grupos experimentales y testigo una serie de problemas los cuales ya deberían saber resolver, y se evaluaron en función de si se habían planteado y resuelto de forma correcta, regular o incorrecta.

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo. Además, estos problemas incluían el diseño de algoritmos, con los cuales el profesor evaluaba si la meta-cognición, lo que se conseguía evaluando el grado de optimización del algoritmo.

A continuación se muestra la valoración en tanto por ciento de los problemas propuestos a los estudiantes de los grupos experimentales y testigo, pudiendo observar como la evaluación de los problemas es bastante parecida en los tres grupos.

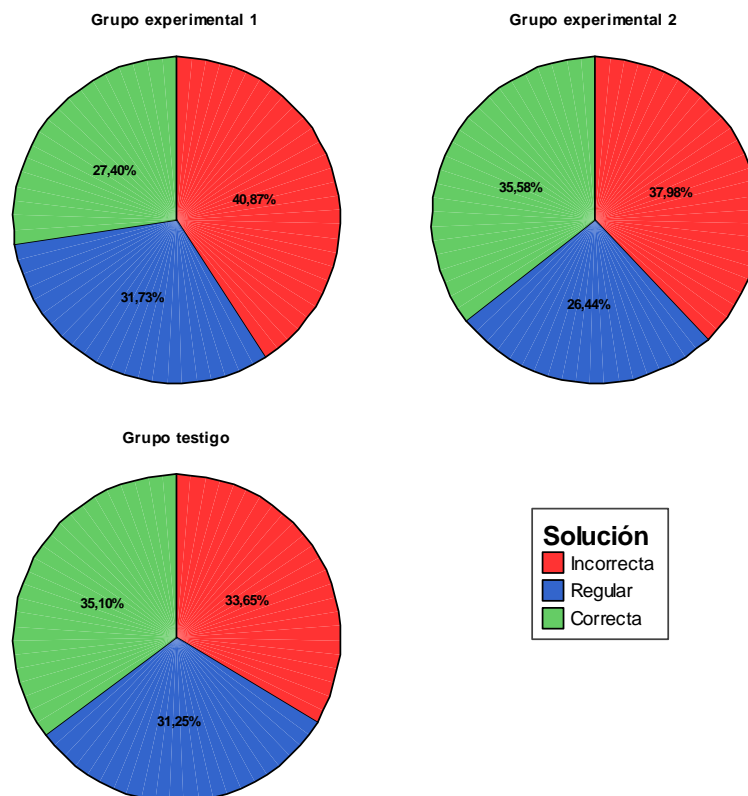


Figura 13.61. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al inicio del curso

4.3.10. Estrategias en la solución de problemas (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se volvió a evaluar de nuevo el metaconocimiento mediante el sistema descrito en el punto anterior. Se fueron introduciendo problemas con conceptos nuevos, además de los que el alumno supuestamente ya debería saber resolver. A medida que avanzaba el curso se dejaba al alumno que tomara las decisiones por si mismo, hasta que al final no contó con el profesor como guía. En la siguiente figura podemos ver el tanto por ciento correspondiente a los problemas propuestos en la parte final de cada cuatrimestre. Como podemos ver, en los grupos experimentales han disminuido las soluciones incorrectas respecto al grupo testigo y han aumentado las soluciones regulares en el grupo experimental 1, mientras que en el grupo experimental 2 han aumentado las soluciones correctas.

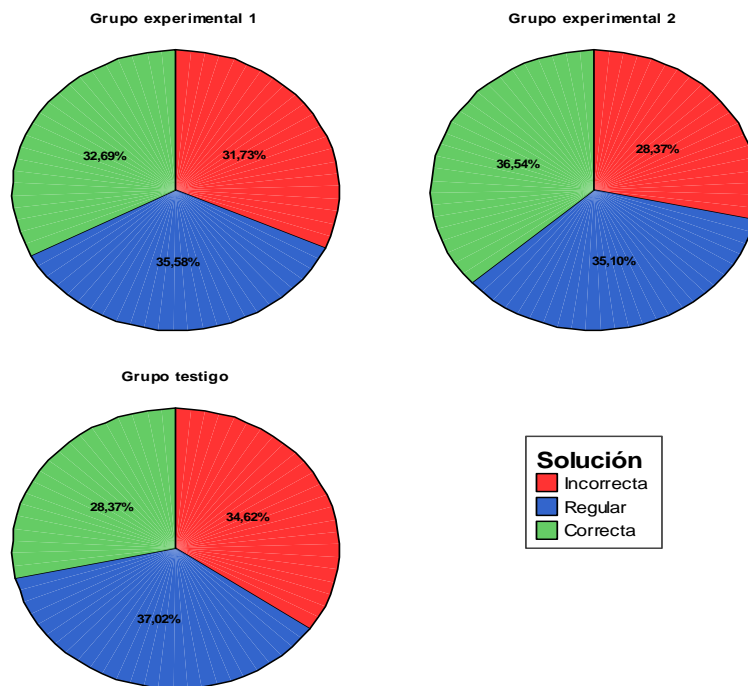


Figura 13.62. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al final del curso

#### 4.3.11. Práctica estratégica en el laboratorio (inicio del curso)

Como en fases anteriores, para las prácticas de las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I se desarrollaron unas placas de circuito impreso. En primer lugar, los alumnos debían realizar las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados. En sesiones posteriores, el profesor provocó averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta.

El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos en la reparación de las placas en las sesiones correspondientes al inicio del curso. Como podemos ver, el tiempo medio empleado por los grupos experimentales y testigo son bastante parecidos, al igual que la calificación media obtenida.

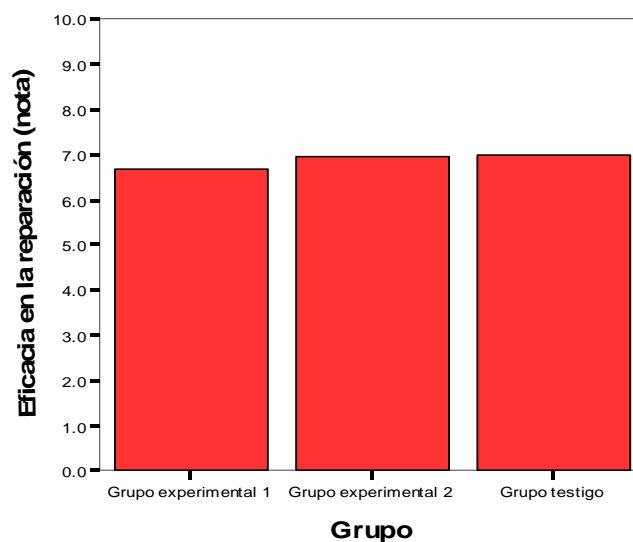
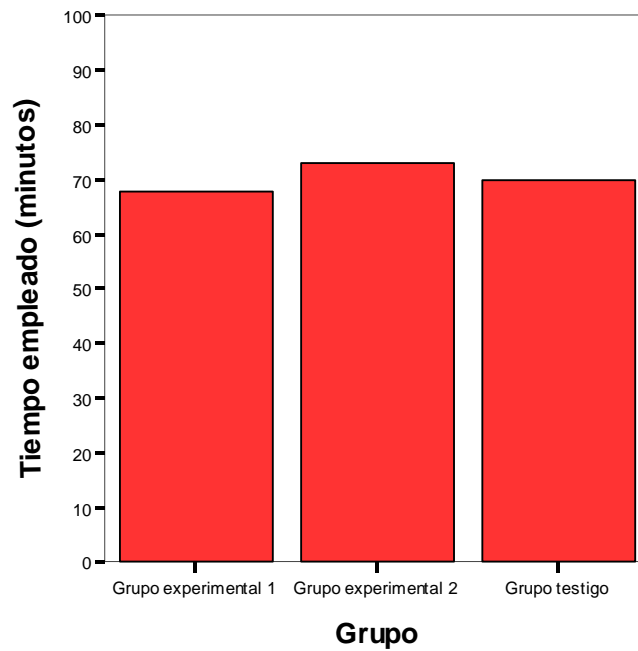


Figura 13.63. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso



*Figura 13.64. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso*

#### *4.3.12. Práctica estratégica en el laboratorio (final del curso)*

En la siguiente figura podemos observar como al final del curso los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Se puede apreciar un aumento de la calificación obtenida en la práctica, así como una disminución del tiempo de reparación consumido por los alumnos en las prácticas. Vemos además, que la diferencia es mayor que en otras fases al evolucionar también el modelo metodológico.

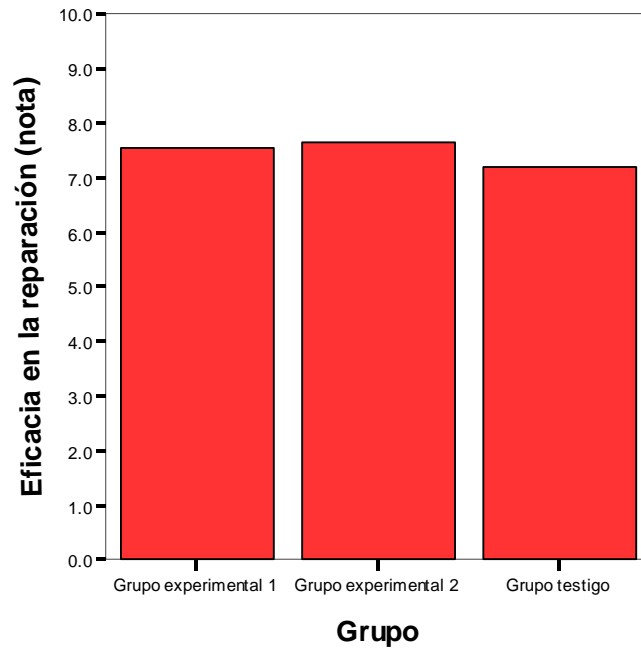


Figura 13.65. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso

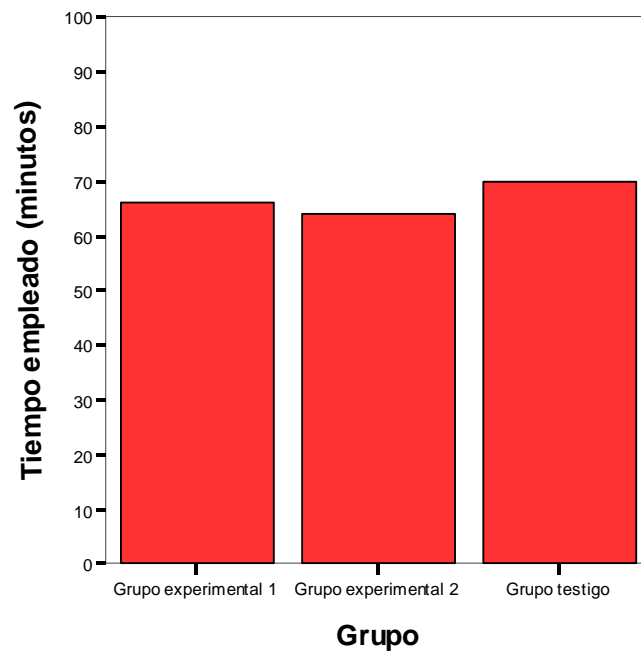


Figura 13.66. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al final del curso

#### 4.3.13. Proyectos y/o problemas reales

Para ver cómo afectan las evoluciones de la metodología junto a los multimedia, otra de las herramientas utilizadas fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos. En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos. En la siguiente figura podemos observar los resultados obtenidos (nota media numérica) por los diferentes grupos en esta fase de la investigación. Como se puede observar, las notas obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales son ligeramente superiores a la obtenida por los alumnos del grupo testigo o de control.

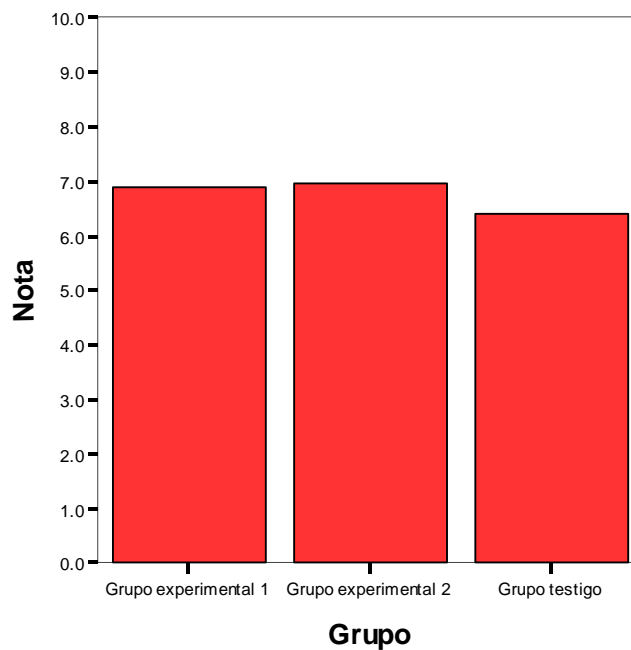


Figura 13.67. Nota media obtenida por los tres grupos en los problemas y proyectos reales propuestos

#### 4.3.14. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (inicio del curso)

Así mismo en el mismo camino de valorar la influencia de la evolución metodológica, se ha utilizado el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo.

El test consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.32. Percentiles (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo experimental 2	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo testigo	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			4.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			4.000	5.000	6.000		
		Grupo testigo			4.000	5.000	6.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.



4.3.15. *Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (final del curso)*

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el cuestionario de ideas previas erróneas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.33. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 1 - Fase II)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	3.000	3.000	4.000	6.000	7.000	8.000	8.000
		Grupo experimental 2	3.000	3.000	4.000	6.000	7.000	8.000	8.000
		Grupo testigo	3.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			4.000	6.000	7.000		
		Grupo experimental 2			4.000	6.000	7.000		
		Grupo testigo			4.000	5.000	6.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

4.3.16. *Trabajo – proyecto final*

Como en todas las fases, el trabajo o proyecto final en grupo se entregaba al final de cada cuatrimestre, teniendo un peso importante en la nota final del alumno. El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos.

A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se dejaba a los estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

A continuación se muestra la valoración del profesor (nota media numérica) en función de los aspectos comentados más arriba. Como se puede observar, las notas medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales fueron ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos del grupo testigo.

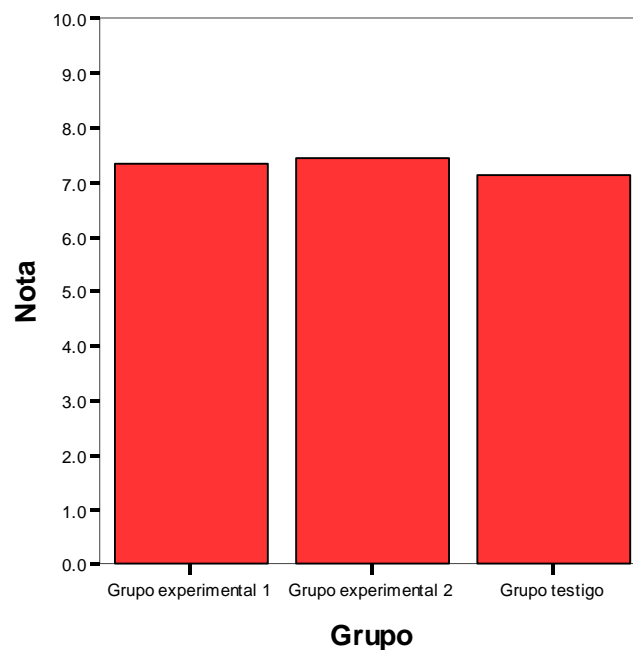


Figura 13.68. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final

#### 4.3.17. Cuestionario MAPE-II

El análisis de los datos está basado en las cinco escalas que componen el instrumento de evaluación de la motivación (cuestionario

MAPE-II). Como ya se ha expuesto en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, dichas escalas están compuestas por los siguientes constructos:

- Capacidad de trabajo y rendimiento.
- Motivación intrínseca.
- Ambición.
- Ansiedad inhibidora del rendimiento.
- Ansiedad facilitadora del rendimiento.

Para la realización de la primera escala (capacidad de trabajo y rendimiento) se ha considerado alta capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta capacidad de trabajo y rendimiento.

Consideramos baja capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja capacidad

Para la realización de la segunda escala (motivación intrínseca) se ha considerado alta motivación intrínseca a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los

elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta motivación intrínseca.

Consideramos baja motivación intrínseca a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja motivación intrínseca.

Para la realización de la tercera (ambición), cuarta (ansiedad inhibidora del rendimiento) y quinta escala (ansiedad facilitadora del rendimiento) se ha considerado alta motivación, alta ansiedad inhibidora y alta ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas SÍ de cada una de las escalas.

Por otro lado, se ha considerado baja motivación, baja ansiedad inhibidora y baja ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas NO de cada una de las escalas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y testigo en esta fase de la investigación, referentes al test de evaluación de la motivación MAPE-II.

Como podemos observar, los grupos experimentales destacan por tener una capacidad de trabajo y rendimiento, motivación intrínseca, ambición y ansiedad facilitadora del rendimiento ligeramente superiores a la del grupo testigo o de control, mientras que este tiene una ansiedad inhibidora del rendimiento ligeramente superior a la de los grupos experimentales.

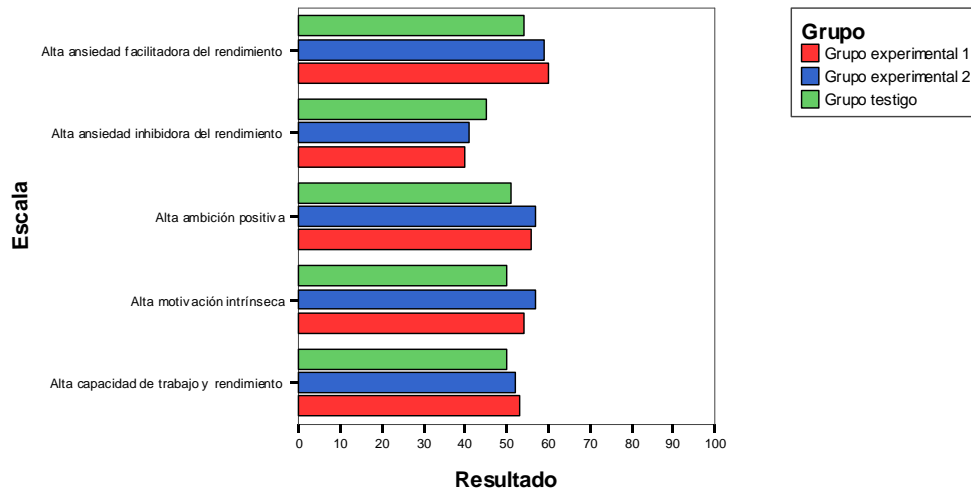


Figura 13.69. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II por los diferentes grupos a lo largo de esta fase

#### 4.3.18. Fichas de observación

Las fichas de observación (ficha personal, ficha de grupo y ficha de laboratorio), las cuales están detalladas en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, se han utilizado para recoger diferentes datos y/o actividades de los alumnos.

Gracias a estas fichas se ha valorado si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado. En el laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia.

A continuación se muestra la nota media obtenida por los alumnos de los diferentes grupos a lo largo de esta fase de la investigación, la cual se ha obtenido a partir de la valoración obtenida por el profesor a partir de las

fichas. Como podemos observar, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos del grupo testigo.

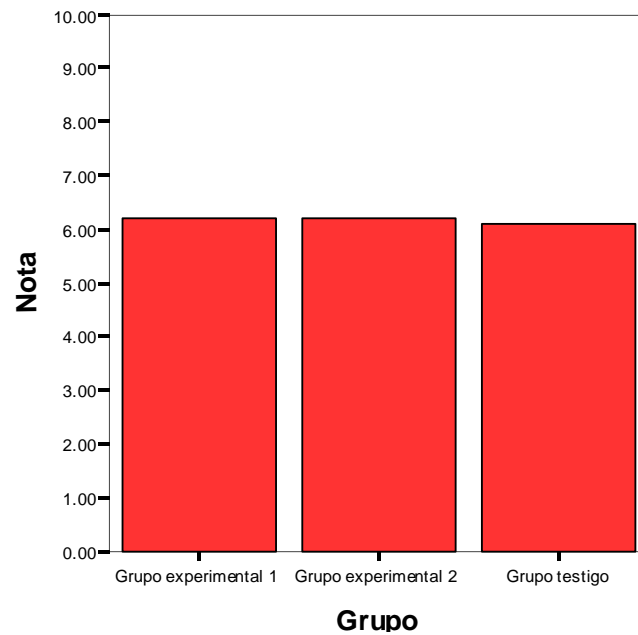


Figura 13.70. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación

#### 4.3.19. Entrevista a los alumnos

Con la entrevista a los alumnos se ha pretendido evaluar la motivación de los mismos y obtener una valoración por parte del alumnado de los multimedia y del método diseñado en esta investigación, obteniendo así una visión diferente del método.

Durante las entrevistas el profesor iba tomando notas de lo que comentaba el alumno, lo cual le servía para comprobar la evolución de éstos, además de para obtener una visión por parte de los alumnos del método diseñado y de los multimedia “Ad hoc”.

#### 4.3.20. Base de datos de la plataforma

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos. A través del Campus los alumnos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar. Mediante el control de acceso al Campus y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido evaluar el interés que sienten por el tema que se está trabajando. A continuación se muestra una calificación media obtenida por lo alumnos en función de su implicación con el Campus, con la que podemos hacernos una idea de su motivación respecto al tema trabajado a lo largo de esta fase de la investigación.

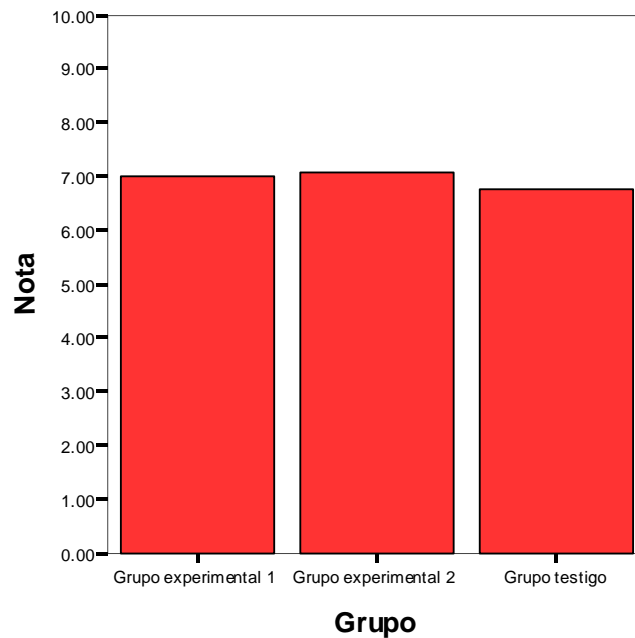


Figura 13.71. Resultados medios obtenidos en la valoración de la participación e implicación en el Campus

#### 4.4. Etapa 2 - Fase II (2010)

La investigación se experimentó en dos cursos cuatrimestrales. La hipótesis que se planteó era si la aplicación a alumnos de Ingeniería de la clase magistral activa-participativa apoyada por soportes multimedia “Ad hoc” y trabajando en grupos cooperativos mediante el aprendizaje basado en la resolución de problemas (PBL) frente a la clase con otras metodologías docentes aunque apoyadas en los multimedia “Ad hoc” mejoraba:

- El rendimiento académico.
- El meta-conocimiento.
- El aprendizaje significativo.
- La motivación.

Siguiendo las pautas marcadas por las investigaciones anteriores, se observó un claro aumento en todos los indicadores estudiados, siendo el incremento de excelentes y notables considerable.

También se inicia en esta época, la publicación de esta investigación, conjuntamente con la anterior de diseño, aplicación y validación de una nueva metodología adaptada al entorno EEES.

Para medir el rendimiento académico y realizar un seguimiento continuo de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Exámenes (en la mitad y al final del curso).
- Ejercicios y problemas (durante todo el curso).
- Trabajos propuestos (durante todo el curso).



Para cuantificar el nivel de meta-conocimiento de los alumnos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Carpeta de mapas conceptuales (durante todo el curso).
- Test de razonamiento lógico para adultos (al inicio y final del curso).
- Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (al inicio y final del curso).
- Estrategias en la solución de problemas (al inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Proyectos y/o problemas reales, mediante los cuales el alumno aumenta su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos.

Para medir el aprendizaje significativo se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (al inicio y al final del curso).
- Proyecto (trabajos de los alumnos) (durante todo el curso).
- Estrategias en la solución de problemas (inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Trabajo – proyecto final (final de curso).

Para medir la motivación se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario MAPE-II (al inicio y final del curso).
- Fichas de observación (anotaciones durante las clases).
- Entrevista a los alumnos (durante el horario de tutoría).
- Base de datos de la plataforma (durante las conexiones).

#### 4.4.1. Examen parcial

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes parciales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la mitad de cada uno de los 2 cursos de esta primera fase.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.34 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron. Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 24 alumnos (un 7.7 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 6 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 2 sólo ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.3 % del total del grupo experimental 2), y en el grupo experimental 1 no se presentaron 3 alumnos (lo que supone un 1 % del total de los alumnos del grupo experimental 1). En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica los datos expuestos anteriormente.

**Tabla 13.34. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	309	99,0%	3	1,0%	312	100,0%
Nota Grupo experimental 2	311	99,7%	1	,3%	312	100,0%
Grupo testigo	288	92,3%	24	7,7%	312	100,0%

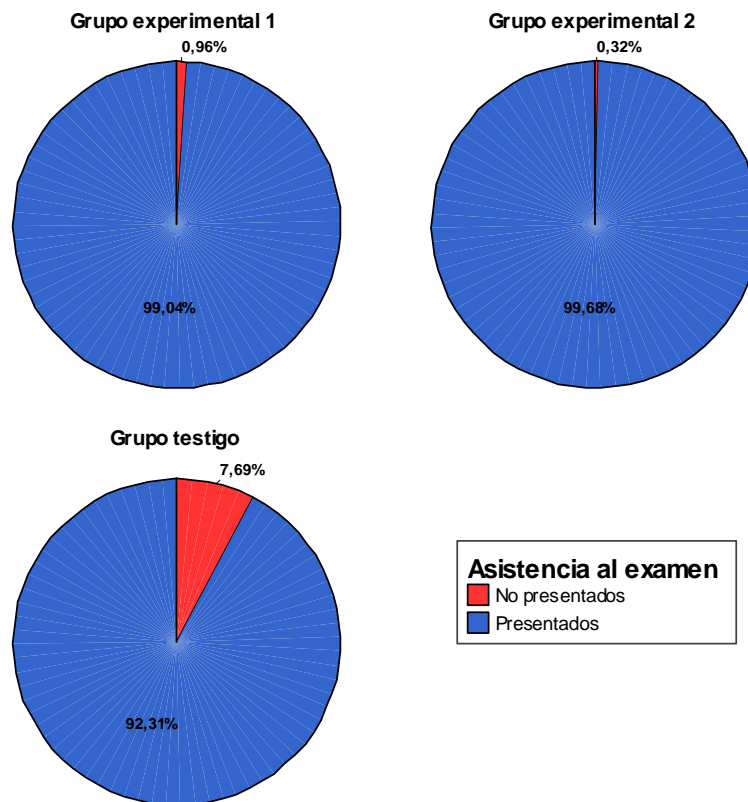


Figura 13.72. Asistencia de los alumnos al examen parcial

En la tabla 13.35 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta primera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto.

El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.8 a 9.8, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.7 a 9.8, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 8.3.

Por lo tanto, como podemos ver los valores de los grupos experimentales están por encima de las notas medias obtenidas por el grupo testigo, lo cual nos muestra una influencia de la metodología.

Tabla 13.35. Descriptivos (Etapa 2 - Fase II)

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.323	.1028	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.174	
		Límite superior	6.471	
	Media recortada al 5%	6.412		
	Mediana	6.600		
	Varianza	3,264		
	Desv. típ.	1.8067		
	Mínimo	.8		
	Máximo	9.8		
	Rango	9.0		
	Amplitud intercuartil	1.7		
	Asimetría	-,792	,139	
	Curtosis	,848	,276	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.311	.0982
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	6.169	
		Límite superior	6.452	
Media recortada al 5%		6.374		
Mediana		6.700		
Varianza		2,998		
Desv. típ.		1.7315		
Mínimo		.7		
Máximo		9.8		
Rango		9.1		
Amplitud intercuartil		2.0		
Asimetría		-,597	,138	
Curtosis		,962	,276	
Grupo testigo		Media	4.800	.1262
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.618	
		Límite superior	4.983	
	Media recortada al 5%	4.895		
	Mediana	5.200		
	Varianza	4,589		
	Desv. típ.	2.1421		
	Mínimo	.1		
	Máximo	8.3		
	Rango	8.2		
	Amplitud intercuartil	3.3		
	Asimetría	-,662	,144	
	Curtosis	-,573	,286	

A través de los percentiles (tabla 13.36) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.36. Percentiles (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Nota							
	Grupo experimental 1	2.400	3.800	5.700	6.600	7.400	8.700	8.900
	Grupo experimental 2	2.960	4.220	5.200	6.700	7.200	8.280	9.240
	Grupo testigo	.200	1.200	3.100	5.200	6.400	7.300	7.500
Bisagras de Tukey	Nota							
	Grupo experimental 1			5.700	6.600	7.400		
	Grupo experimental 2			5.200	6.700	7.200		
	Grupo testigo			3.100	5.200	6.400		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

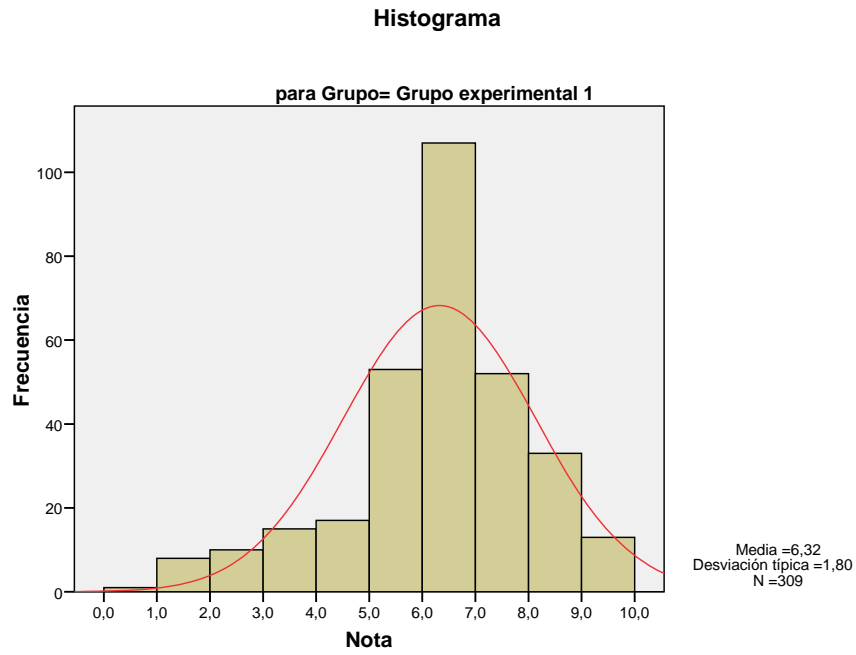


Figura 13.73. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

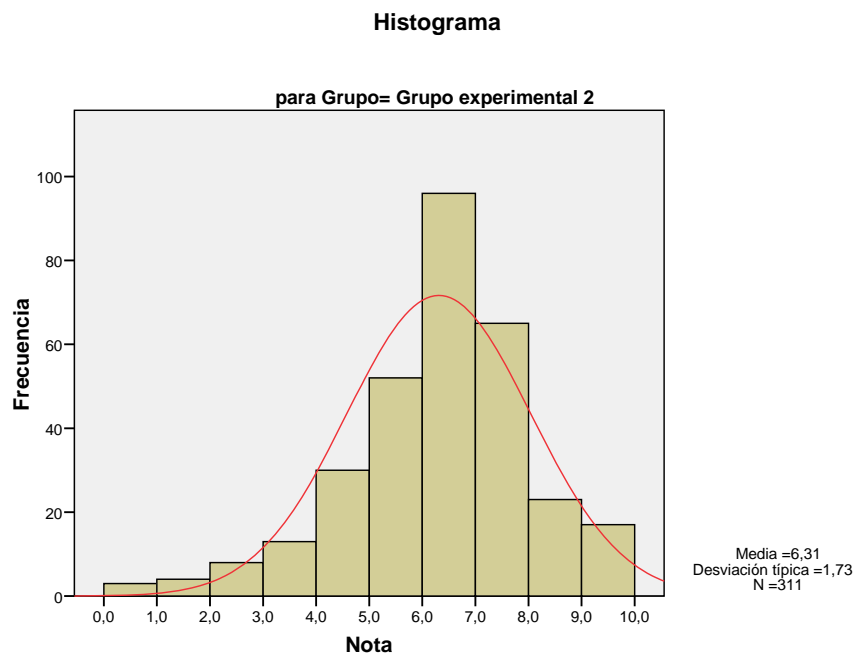


Figura 13.74. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

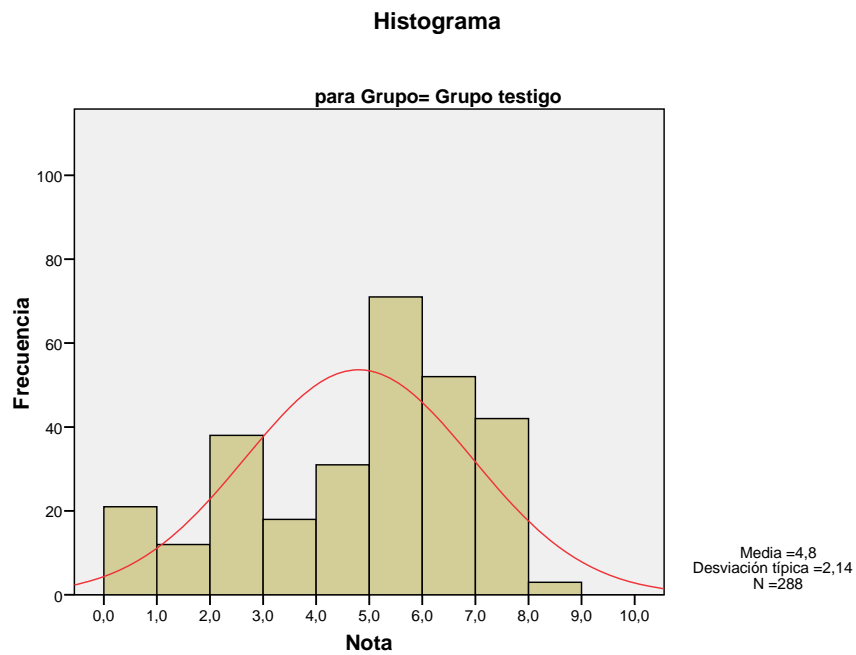


Figura 13.75. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

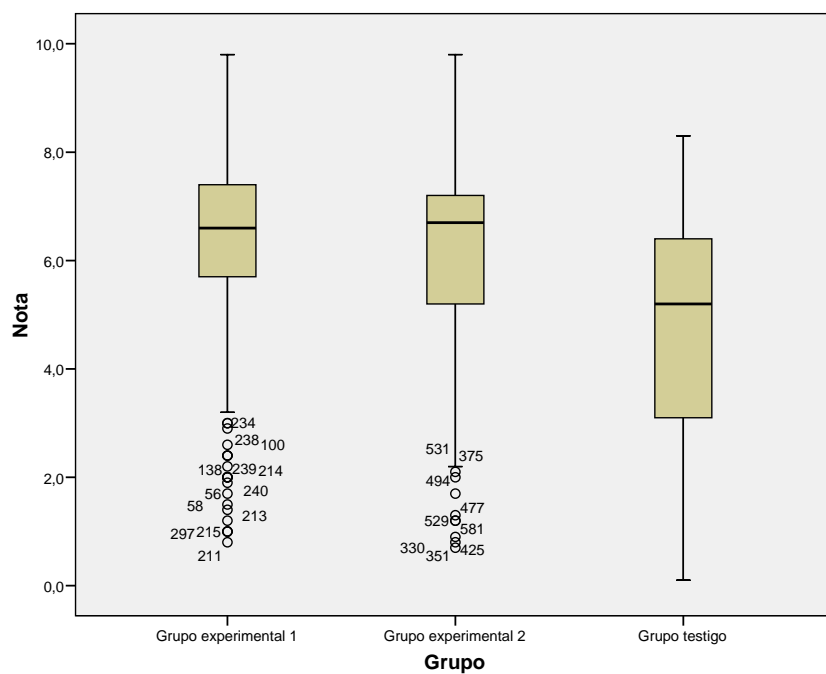


Figura 13.76. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

#### 4.4.2. Examen final

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes finales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la parte final de cada uno de los 2 cursos cuatrimestrales de esta etapa y fase.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 2 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.37 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron. Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 25 alumnos (un 8 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 6 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 han habido 3 alumnos que no se han presentado (un 1 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 sólo ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.3 % del total del grupo experimental 2). En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica lo expuesto anteriormente.

**Tabla 13.37. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	309	99,0%	3	1,0%	312	100,0%
Nota Grupo experimental 2	311	99,7%	1	,3%	312	100,0%
Grupo testigo	287	92,0%	25	8,0%	312	100,0%



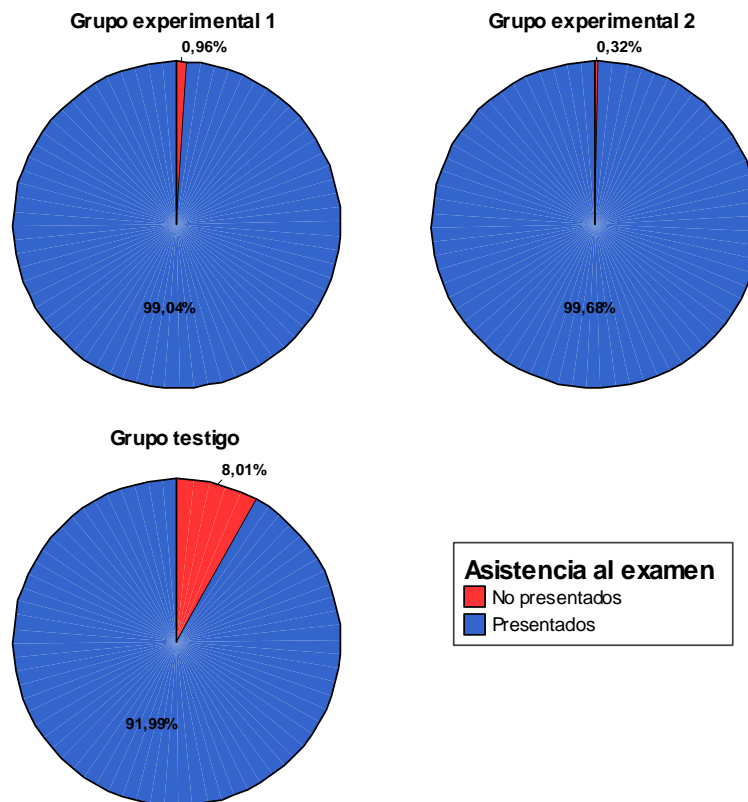


Figura 13.77. Asistencia de los alumnos al examen final

En la tabla 13.38 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta cuarta fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente 1.7 puntos.

El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.8 a 10.0, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 0.7 a 10.0, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 7.8.

Por lo tanto tenemos que los grupos experimentales han obtenidos unos resultados ligeramente superiores a los del grupo testigo o de control.

Tabla 13.38. Descriptivos (Etapa 2 - Fase II)

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.465	.1054	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.313	
		Límite superior	6.617	
	Media recortada al 5%	6.558		
	Mediana	6.700		
	Varianza	3,434		
	Desv. típ.	1.8531		
	Mínimo	.8		
	Máximo	10.0		
	Rango	9.2		
	Amplitud intercuartil	1.8		
	Asimetría	-,788	,139	
	Curtosis	,824	,276	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.455	.1008
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	6.310	
		Límite superior	6.600	
Media recortada al 5%		6.521		
Mediana		6.800		
Varianza		3,157		
Desv. típ.		1.7768		
Mínimo		.7		
Máximo		10.0		
Rango		9.3		
Amplitud intercuartil		2.1		
Asimetría		-,597	,138	
Curtosis		,919	,276	
Grupo testigo		Media	4.734	.1273
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.550	
		Límite superior	4.918	
	Media recortada al 5%	4.813		
	Mediana	5.300		
	Varianza	4,651		
	Desv. típ.	2.1565		
	Mínimo	.1		
	Máximo	7.8		
	Rango	7.7		
	Amplitud intercuartil	3.5		
	Asimetría	-,483	,144	
	Curtosis	-,829	,287	

A través de los percentiles (tabla 13.39) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.39. Percentiles (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	2.500	3.900	5.800	6.700	7.584	8.900	9.100
		Grupo experimental 2	3.060	4.320	5.300	6.800	7.400	8.480	9.440
		Grupo testigo	.740	1.100	2.900	5.300	6.400	7.500	7.600
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.800	6.700	7.567		
		Grupo experimental 2			5.300	6.800	7.400		
		Grupo testigo			2.900	5.300	6.400		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas siguiente se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

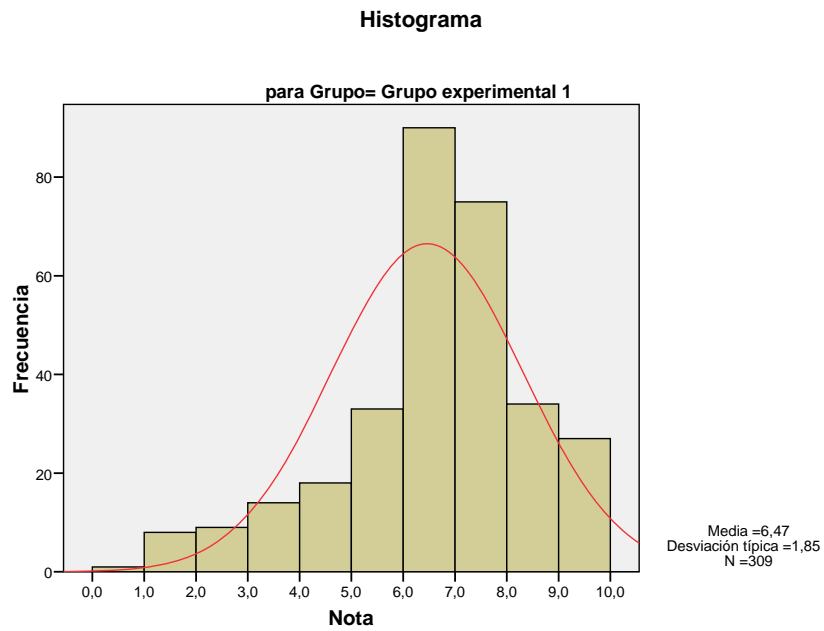


Figura 13.78. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

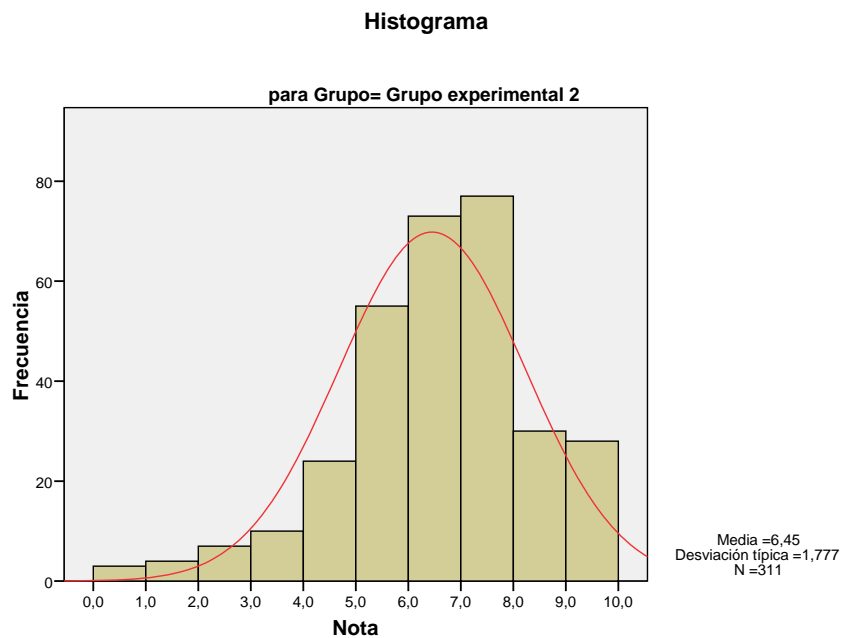


Figura 13.79. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

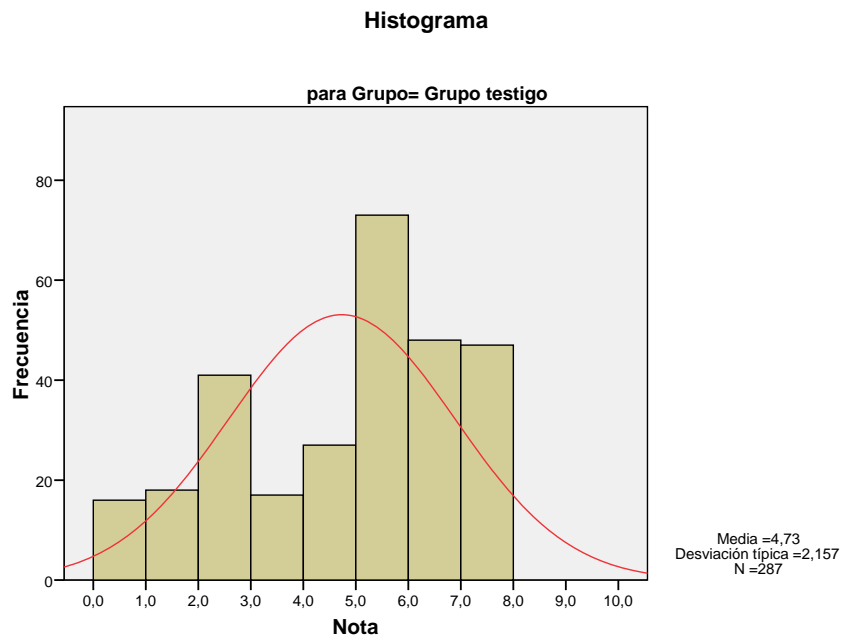


Figura 13.80. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

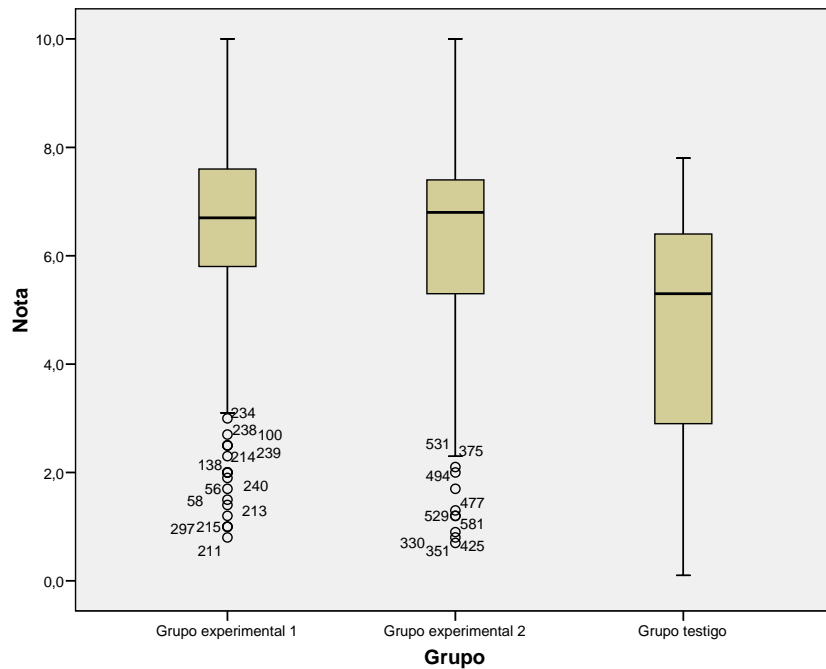


Figura 13.81. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

#### 4.4.3. Ejercicios, problemas y trabajos propuestos

Con los ejercicios, problemas y trabajos propuestos también se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes durante toda esta fase de la experimentación. A continuación se muestran los valores descriptivos de las notas obtenidas por los alumnos.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las notas medias obtenidas por los grupos experimentales son ligeramente superiores a la nota media obtenida por el grupo testigo. La nota media del grupo experimental 1 es 6.071, y su rango está comprendido entre 2.8 y 9.5. La nota media del grupo experimental 2 es 6.215, y su rango está comprendido entre 2.9 y 9.2. Por último, el grupo experimental tiene una nota media de 5.277 y su rango está comprendido entre 2.3 y 8.1.

**Tabla 13.40. Descriptivos (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Nota	Media	6.071	.1144	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.906	
		Límite superior	6.236	
	Media recortada al 5%	6.078		
	Mediana	6.000		
	Varianza	4,081		
	Desv. típ.	2.0202		
	Mínimo	2.8		
	Máximo	9.5		
	Rango	6.8		
	Amplitud intercuartil	4.0		
	Asimetría	-,012	,138	
	Curtosis	-1,219	,275	
	Grupo experimental 2			
Media	6.215	.1207		
Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.041		
	Límite superior	6.389		
Media recortada al 5%	6.239			

	Mediana	6.000	
	Varianza	4,542	
	Desv. típ.	2.1311	
	Mínimo	2.9	
	Máximo	9.2	
	Rango	6.3	
	Amplitud intercuartil	4.0	
	Asimetría	-,161	,138
	Curtosis	-1,358	,275
	Media	5.277	.0940
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior 5.141	
		Límite superior 5.412	
	Media recortada al 5%	5.254	
	Mediana	5.000	
	Varianza	2,757	
	Desv. típ.	1.6603	
	Mínimo	2.3	
	Máximo	8.1	
	Rango	5.9	
	Amplitud intercuartil	3.0	
	Asimetría	,157	,138
	Curtosis	-1,135	,275
Grupo testigo			

#### 4.4.4. Carpeta de mapas conceptuales

Mediante los mapas conceptuales se ha pretendido evaluar la comprensión y/o diagnosticar la incomprensión por parte de los alumnos en una materia determinada; fomentar el aprendizaje significativo para mejorar el éxito de los estudiantes y medir la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre una materia, en nuestro caso referente a la técnica.

Para valorar lo expuesto anteriormente se ha cuantificado con una nota numérica los mapas conceptuales que han realizado los alumnos de los diferentes grupos a lo largo del curso.

En la siguiente figura se muestran las notas medias de los alumnos de los dos grupos experimentales y del grupo testigo o piloto.

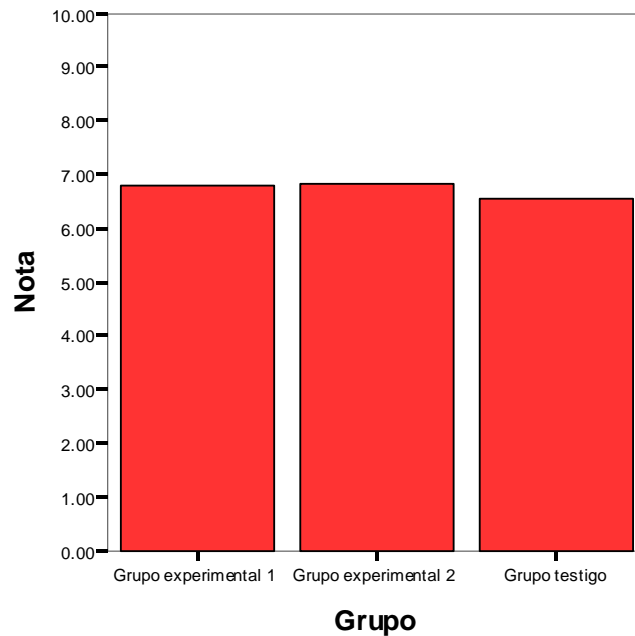


Figura 13.82. Notas medias de los alumnos en los mapas conceptuales

Como podemos observar en la figura anterior, la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior a la nota media del grupo testigo o piloto.

#### 4.4.5. Test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Mediante el test de razonamiento lógico para adultos se ha pretendido evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución al principio del curso. Este test consta de 12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación, tal y como se puede observar en el apéndice documental (anexo III) de la presente tesis.



A continuación podemos ver el análisis de los aciertos de los alumnos en el test de razonamiento lógico durante los cuatrimestres que forman esta fase. Como podemos observar, al inicio del curso los tres grupos tienen unos aciertos medios en el test prácticamente iguales. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 45.1 al 62.5 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 42 al 66.6 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 41 al 66.6 %. En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos es prácticamente igual.

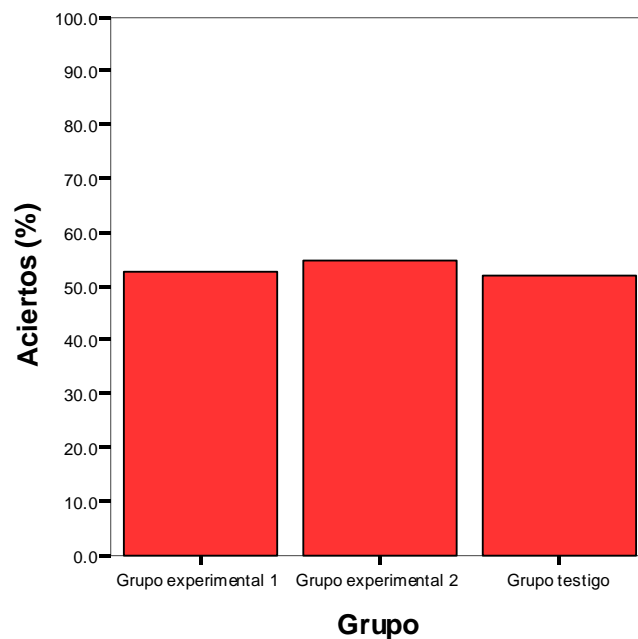


Figura 13.83. Media del % de aciertos de los tres grupos (inicio del curso)

#### 4.4.6. Test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se ha vuelto a realizar el test de razonamiento lógico para adultos, para cuantificar de nuevo el nivel de

meta-conocimiento de los alumnos. Los aciertos medios de los alumnos que pertenecen a los grupos experimentales han aumentado respecto a los alumnos que siguen la clase magistral tradicional. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 59.8 al 73.9 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 51.7 al 76.4 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 52.8 al 67.1 %. En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos de los grupos experimentales es mayor que la del grupo testigo.

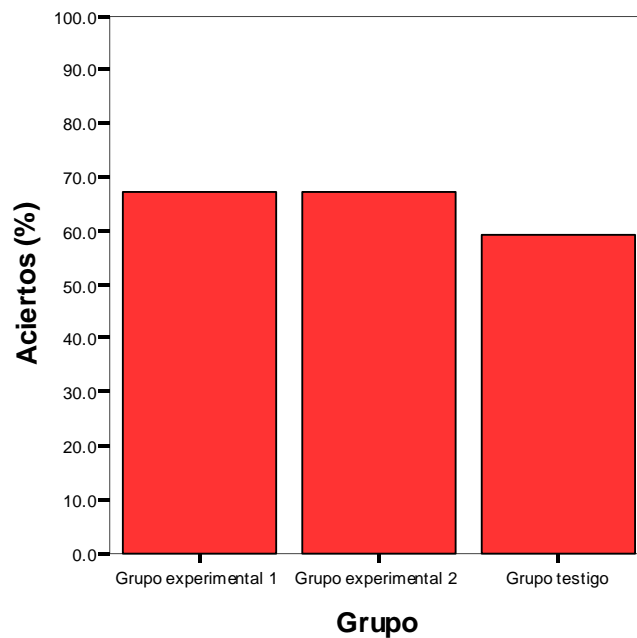


Figura 13.84. Media del % de aciertos de los tres grupos (final del curso)

#### 4.4.7. Test de figuras enmascaradas de Witkin (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el test de figuras enmascaradas en su forma colectiva (GEFT), el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y

testigo. El test consta de 18 elementos, y su validación y desarrollo se muestra en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.41. Percentiles obtenidos al inicio del curso (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	6.000	6.000	8.000	10.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo experimental 2	6.000	6.000	7.000	9.000	11.000	13.000	13.000
		Grupo testigo	6.000	6.000	8.000	9.000	12.000	13.000	13.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			8.000	10.000	12.000		
		Grupo experimental 2			7.000	9.000	11.000		
		Grupo testigo			8.000	9.000	12.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.

#### 4.4.8. Test de figuras enmascaradas de Witkin (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el test de figuras enmascaradas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 13.42. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 2 - Fase II)

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo exp. 1	8.000	8.000	9.000	11.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo exp. 2	8.000	8.000	10.000	11.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo testigo	6.000	6.000	8.000	10.000	12.000	13.000	13.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			9.000	11.000	13.000		
		Grupo experimental 2			10.000	11.000	13.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### 4.4.9. Estrategias en la solución de problemas (inicio del curso)

En este punto se ha pretendido valorar como el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir una solución al problema expuesto.

Al inicio del curso se plantearon a los alumnos de los dos grupos experimentales y testigo una serie de problemas los cuales ya deberían saber resolver, y se evaluaron en función de si se habían planteado y resuelto de forma correcta, regular o incorrecta.

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo. Además, estos problemas incluían el diseño de algoritmos, con los cuales el profesor evaluaba si la meta-cognición, lo que se conseguía evaluando el grado de optimización del algoritmo.

A continuación se muestra la valoración en tanto por ciento de los problemas propuestos a los estudiantes de los grupos experimentales y testigo, pudiendo observar como la evaluación de los problemas es bastante parecida en los tres grupos.

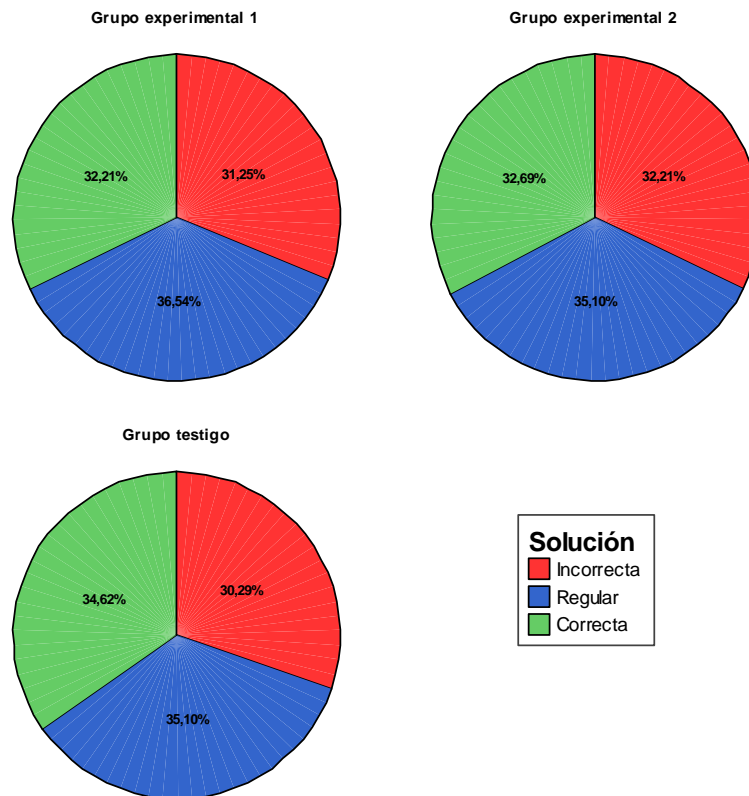


Figura 13.85. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al inicio del curso

#### 4.4.10. Estrategias en la solución de problemas (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se volvió a evaluar de nuevo el meta-conocimiento mediante el sistema descrito en el punto anterior. Se fueron introduciendo problemas con conceptos nuevos, además de los que el alumno supuestamente ya debería saber resolver. A medida que avanzaba el

curso se dejaba al alumno que tomara las decisiones por si mismo, hasta que al final no contó con el profesor como guía.

En la siguiente figura podemos ver el tanto por ciento correspondiente a los problemas propuestos en la parte final de cada cuatrimestre. Como podemos ver, en los grupos experimentales han disminuido las soluciones incorrectas respecto al grupo testigo y han aumentado las soluciones regulares y correctas.

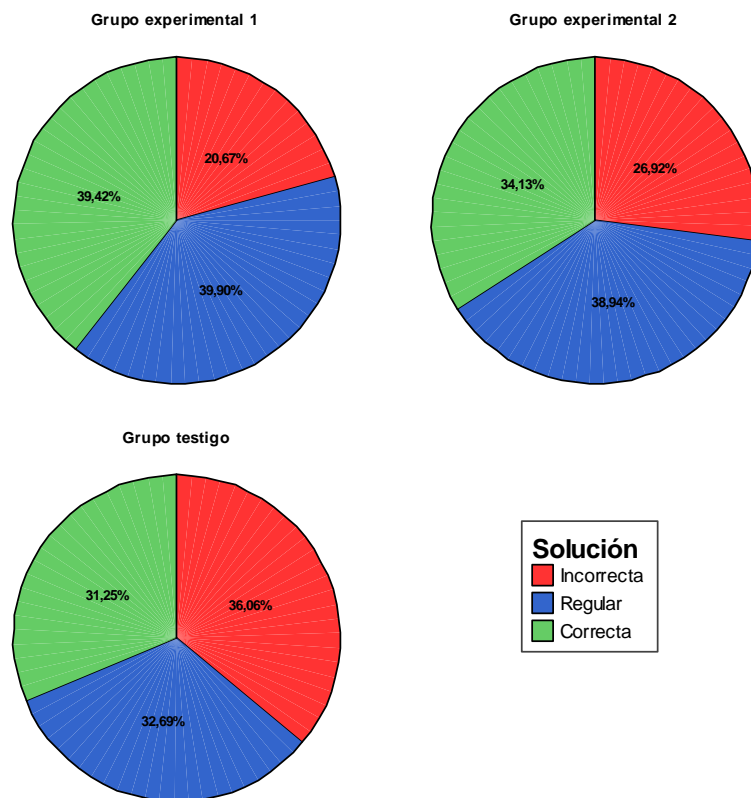


Figura 13.86. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al final del curso

#### 4.4.11. Práctica estratégica en el laboratorio (inicio del curso)

Idénticamente a fases anteriores, para las prácticas de las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I se desarrollaron unas placas de circuito impreso. En primer lugar, los alumnos debían realizar las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados. En sesiones posteriores, el profesor provocó averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta. El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos en la reparación de las placas en las sesiones correspondientes al inicio del curso. Como podemos ver, el tiempo medio empleado por los grupos experimentales y testigo son bastante parecidos, al igual que la calificación media obtenida.

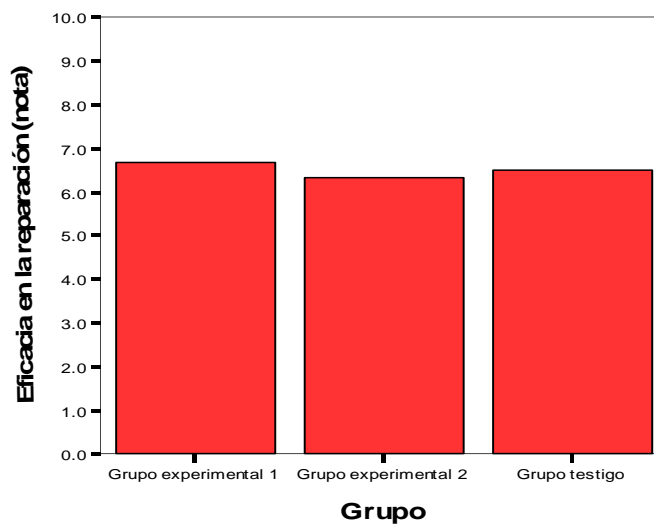


Figura 13.87. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso

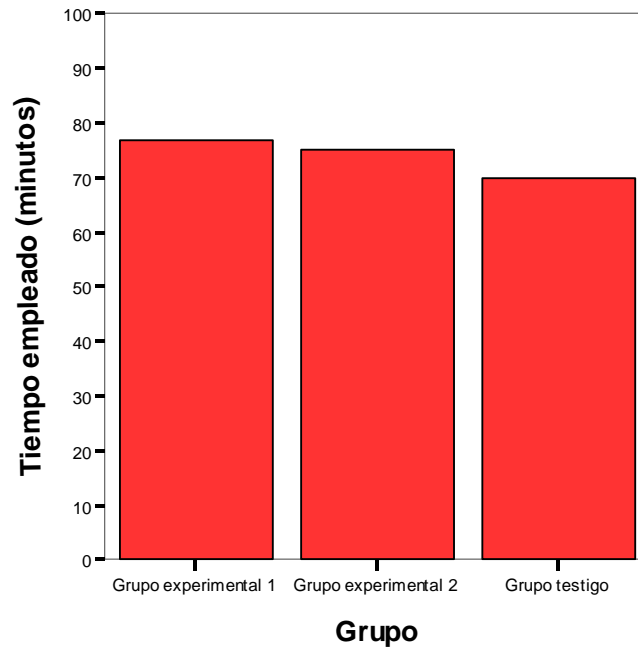


Figura 13.88. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso

#### 4.4.12. Práctica estratégica en el laboratorio (final del curso)

En la siguiente figura podemos observar como al final del curso los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Se puede apreciar un aumento de la calificación obtenida en la práctica, así como una disminución del tiempo de reparación consumido por los alumnos en las prácticas.



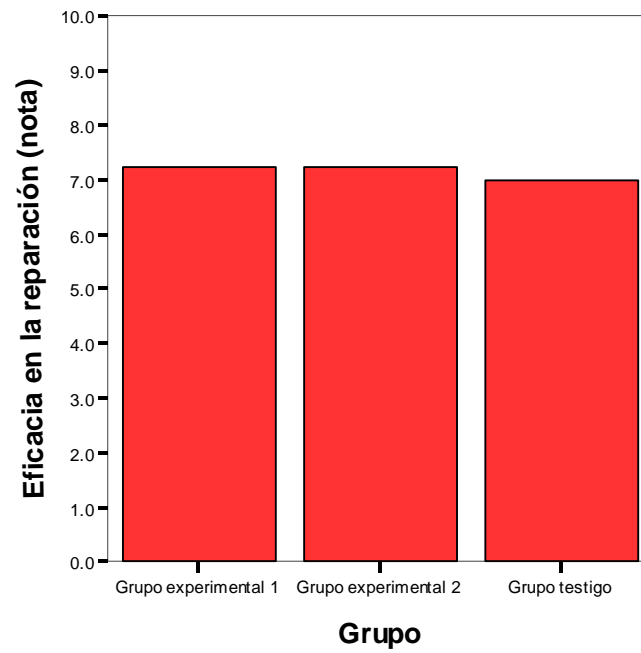


Figura 13.89. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso

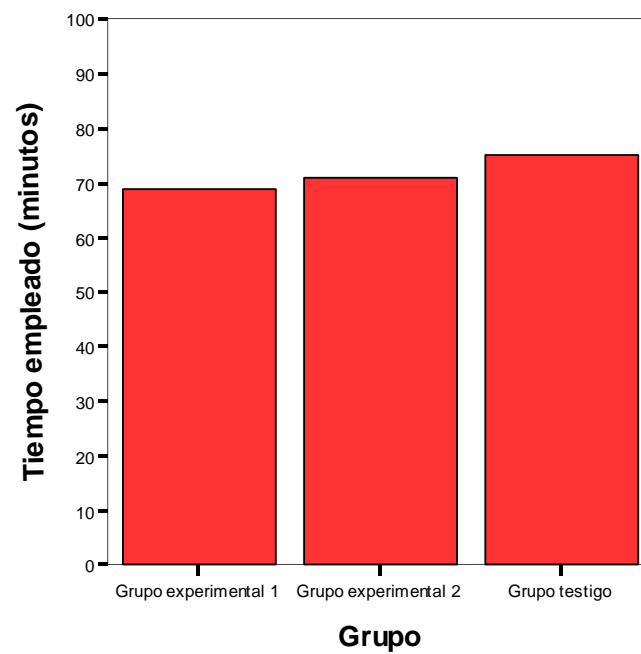


Figura 13.90. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al final del curso

#### 4.4.13. Proyectos y/o problemas reales

También como fases anteriores, otra de las herramientas utilizadas fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos. En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos.

En la siguiente figura podemos observar los resultados obtenidos (nota media numérica) por los diferentes grupos en esta fase de la investigación. Como se puede observar, las notas obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales son ligeramente superiores a la obtenida por los alumnos del grupo testigo o de control.

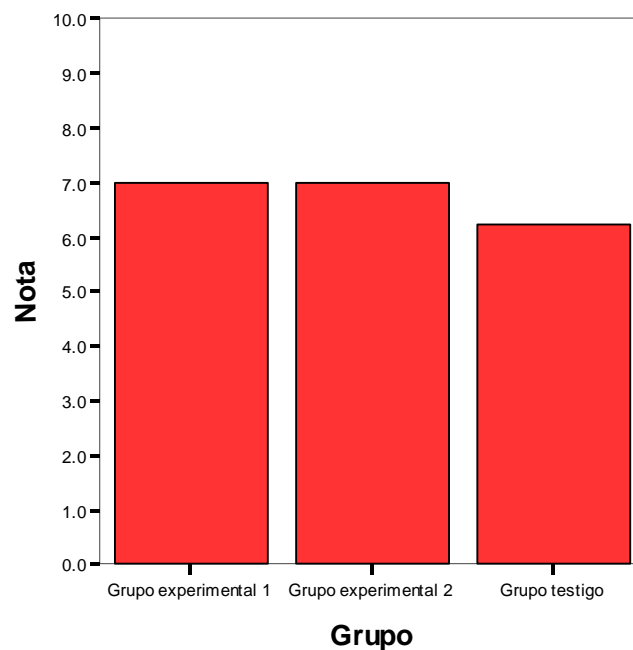


Figura 13.91. Nota media obtenida por los tres grupos en los problemas y proyectos reales propuestos

4.4.14. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (inicio del curso)

Igualmente se ha seguido utilizando el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación.

Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.43. Percentiles (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	4.000	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo experimental 2	4.000	4.000	4.000	6.000	6.000	7.000	7.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	4.250	6.000	6.000	7.000	7.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			4.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			4.000	6.000	6.000		
		Grupo testigo			4.500	6.000	6.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso; era necesario ver la evolución con multimedia “Ad hoc”.

#### 4.4.15. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el cuestionario de ideas previas erróneas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.44. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 2 - Fase II)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	5.000	5.000	5.000	7.000	7.750	8.000	8.000
		Grupo experimental 2	5.000	5.000	5.000	6.000	8.000	8.000	8.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	7.000	7.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			5.000	7.000	7.500		
		Grupo experimental 2			5.000	6.000	8.000		
		Grupo testigo			5.000	6.000	7.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### 4.4.16. Trabajo – proyecto final

Como en todas las fases el trabajo o proyecto final en grupo se entregaba al final de cada cuatrimestre, teniendo un peso importante en la nota final del alumno. El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos. A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se dejaba a los

estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

A continuación se muestra la valoración del profesor (nota media numérica) en función de los aspectos comentados más arriba. Como se puede observar, las notas medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales fueron ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos del grupo testigo.

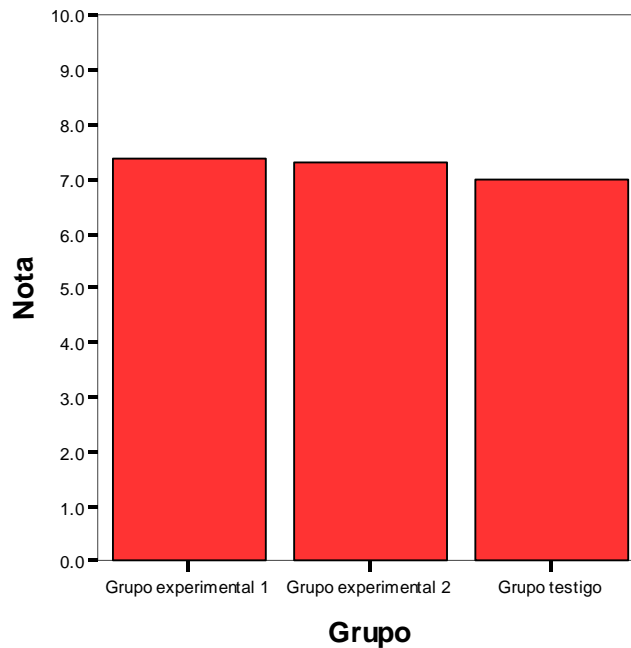


Figura 13.92. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final

#### 4.4.17. Cuestionario MAPE-II

El análisis de los datos está basado en las cinco escalas que componen el instrumento de evaluación de la motivación (cuestionario MAPE-II). Como ya se ha expuesto en el apéndice documental (anexo I) de

la presente tesis, dichas escalas están compuestas por los siguientes constructos:

- Capacidad de trabajo y rendimiento.
- Motivación intrínseca.
- Ambición.
- Ansiedad inhibidora del rendimiento.
- Ansiedad facilitadora del rendimiento.

Para la realización de la primera escala (capacidad de trabajo y rendimiento) se ha considerado alta capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta capacidad de trabajo y rendimiento.

Consideramos baja capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja capacidad

Para la realización de la segunda escala (motivación intrínseca) se ha considerado alta motivación intrínseca a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los

elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta motivación intrínseca.

Consideramos baja motivación intrínseca a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja motivación intrínseca.

Para la realización de la tercera (ambición), cuarta (ansiedad inhibidora del rendimiento) y quinta escala (ansiedad facilitadora del rendimiento) se ha considerado alta motivación, alta ansiedad inhibidora y alta ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas SÍ de cada una de las escalas. Por otro lado, se ha considerado baja motivación, baja ansiedad inhibidora y baja ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas NO de cada una de las escalas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y testigo en esta fase de la investigación, referentes al test de evaluación de la motivación MAPE-II.

Como podemos observar, los grupos experimentales destacan por tener una capacidad de trabajo y rendimiento, motivación intrínseca, ambición y ansiedad facilitadora del rendimiento ligeramente superiores a la del grupo testigo o de control, mientras que este tiene una ansiedad inhibidora del rendimiento ligeramente superior a la de los grupos experimentales.

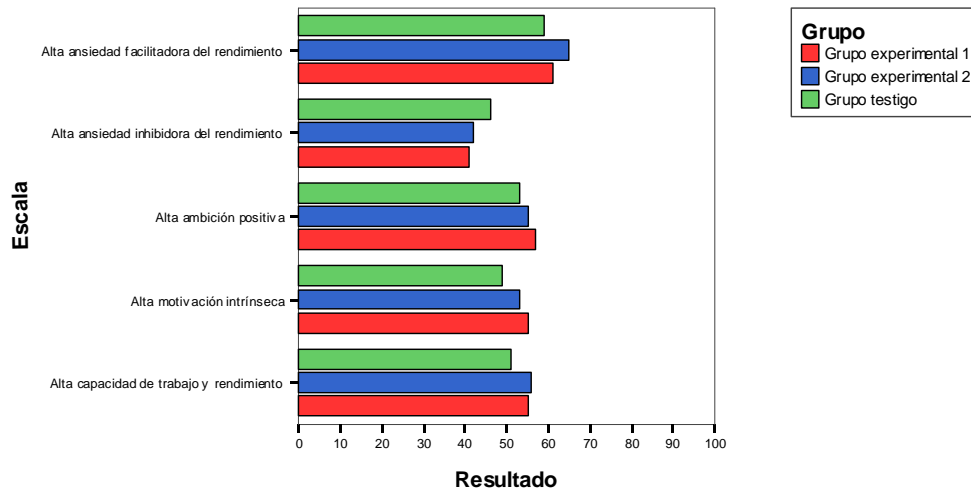


Figura 13.93. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II por los diferentes grupos a lo largo de esta fase

#### 4.4.18. Fichas de observación

Las fichas de observación (ficha personal, ficha de grupo y ficha de laboratorio), las cuales están detalladas en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, se han utilizado para recoger diferentes datos y/o actividades de los alumnos.

Gracias a estas fichas se ha valorado si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado. En el laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia.

A continuación se muestra la nota media obtenida por los alumnos de los diferentes grupos a lo largo de esta fase de la investigación, la cual se ha obtenido a partir de la valoración obtenida por el profesor a partir de las



fichas. Como podemos observar, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos del grupo testigo o de control.

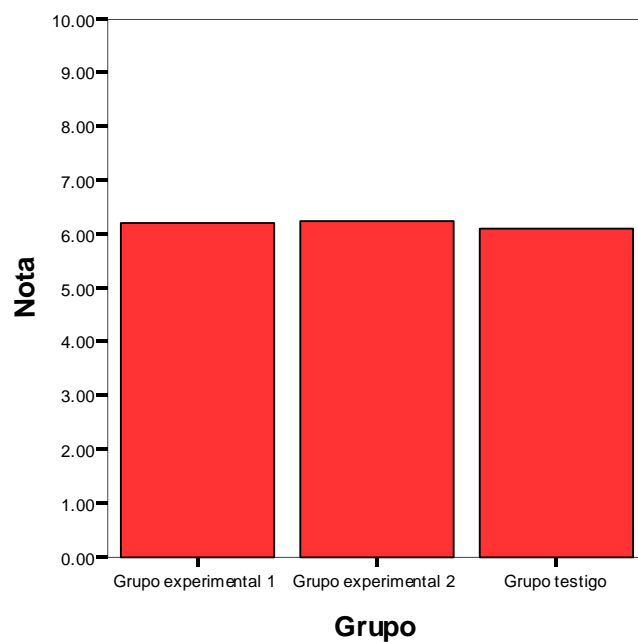


Figura 13.94. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación

#### 4.4.19. Entrevista a los alumnos

Con la entrevista a los alumnos se ha pretendido evaluar la motivación de los mismos y obtener una valoración por parte del alumnado del método diseñado.

Durante las entrevistas el profesor iba tomando notas de lo que comentaba el alumno, lo cual le servía para comprobar la evolución de

éstos, además de para obtener una visión por parte de los alumnos del método diseñado.

#### 4.4.20. Base de datos de la plataforma

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos. A través del Campus los alumnos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar. Mediante el control de acceso al Campus y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido evaluar el interés que sienten por el tema que se está trabajando. A continuación se muestra una calificación media obtenida por lo alumnos en función de su implicación con el Campus, con la que podemos hacernos una idea de su motivación respecto al tema trabajado a lo largo de esta fase de la investigación.

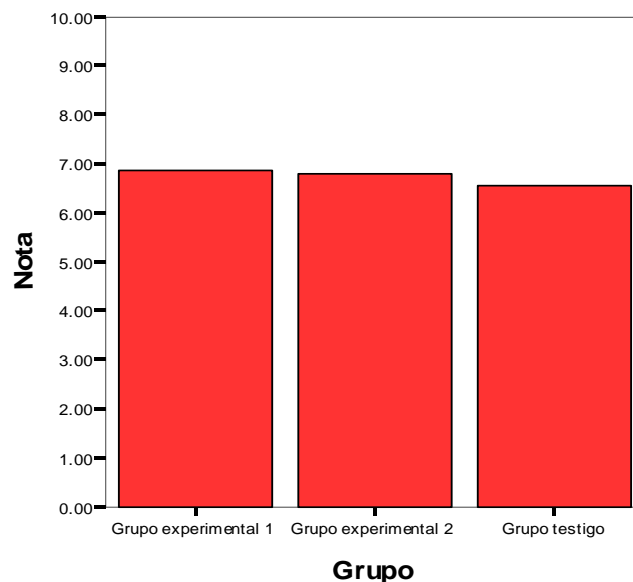


Figura 13.95. Resultados medios obtenidos en la valoración de la participación e implicación en el Campus

#### **4.5. Etapa 1. Fase III (2010-2011)**

La investigación se experimentó en cuatro cursos cuatrimestrales. En esta Etapa, se añaden grupos de IUSC-UB (*Master de Energías Renovables*), y de manera externa se aplica en la Educación Secundaria (rama tecnológica), campos en los que se piensa seguir investigando en años venideros.

La experimentación externa viene secundada por la Generalitat de Catalunya y la UNIFF de la Universidad Politécnica de Cataluña, también bajo la dirección del experimentador principal, Francesc Xavier Villasevil Marco.

La hipótesis que se planteó era observar las grandes diferencias existentes entre los alumnos de Ingeniería que reciben una metodología activa-participativa-cooperativa con apoyo de tecnologías multimedia y orientada a la resolución de problemas (PBL) y los que reciben la misma metodología pero con multimedia genéricos.

Para medir el rendimiento académico y realizar un seguimiento continuo de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Exámenes (en la mitad y al final del curso).
- Ejercicios y problemas (durante todo el curso).
- Trabajos propuestos (durante todo el curso).

Para cuantificar el nivel de meta-conocimiento de los alumnos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Carpeta de mapas conceptuales (durante todo el curso).
- Test de razonamiento lógico para adultos (al inicio y final del curso).
- Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (al inicio y final del curso).
- Estrategias en la solución de problemas (al inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Proyectos y/o problemas reales, mediante los cuales el alumno aumenta su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos.

Para medir el aprendizaje significativo se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (al inicio y al final del curso).
- Proyecto (trabajos de los alumnos) (durante todo el curso).
- Estrategias en la solución de problemas (inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Trabajo – proyecto final (final de curso).

Para medir la motivación se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario MAPE-II (al inicio y final del curso).
- Fichas de observación (anotaciones durante las clases).
- Entrevista a los alumnos (durante el horario de tutoría).

Por lo redundancia y extensión de las estadísticas, que ya están siendo muy extensas, se exponen a continuación los resultados específicos de la EPSEVG y ETSEIAT.

4.5.1. Examen parcial

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes parciales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la mitad de cada uno de los 4 cursos de esta primera etapa de esta fase.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 4 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación. En la tabla 13.45 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 21 alumnos (un 10.1 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 4 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 sólo ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.5 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 no ha habido ningún alumno que no se haya presentado. En la figura siguiente podemos ver lo expuesto anteriormente de forma gráfica.

**Tabla 13.45. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 1. Fase III)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	207	99,5%	1	,5%	208	100,0%
Nota Grupo experimental 2	208	100,0%	0	,0%	208	100,0%
Grupo testigo	187	89,9%	21	10,1%	208	100,0%

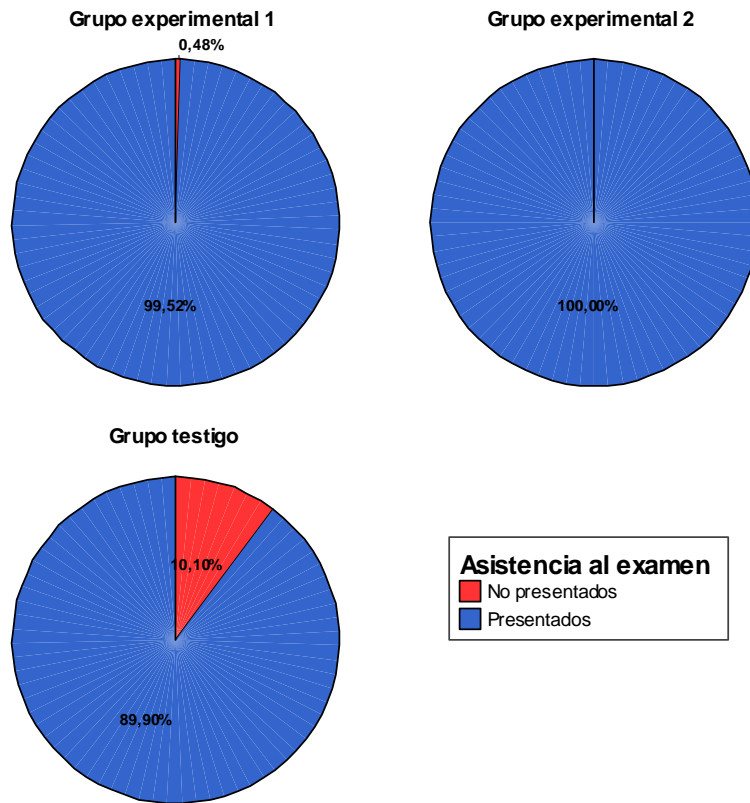


Figura 13.96. Asistencia de los alumnos al examen parcial

En la tabla 13.46 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta primera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.8 a 9.8, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 1.6 a 9.8, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.2 y 8.3.

Tabla 13.46. Descriptivos (Etapa 1. Fase III)

Grupo			Estadístico	Error típ.
Nota	Grupo experimental 1	Media	6.415	.1199
		Límite inferior	6.242	
		Límite superior	6.589	
		Intervalo de confianza para la media al 85%		

	Media recortada al 5%	6.484	
	Mediana	6.600	
	Varianza	2,977	
	Desv. típ.	1.7254	
	Mínimo	.8	
	Máximo	9.8	
	Rango	9.0	
	Amplitud intercuartil	2.0	
	Asimetría	-,595	,169
	Curtosis	1,011	,337
	Media	6.453	.1065
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior 6.299	
		Límite superior 6.607	
	Media recortada al 5%	6.499	
	Mediana	6.500	
	Varianza	2,361	
Grupo experimental 2	Desv. típ.	1.5365	
	Mínimo	1.6	
	Máximo	9.8	
	Rango	8.2	
	Amplitud intercuartil	1.7	
	Asimetría	-,434	,169
	Curtosis	,384	,336
	Media	4.828	.1556
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior 4.603	
		Límite superior 5.053	
	Media recortada al 5%	4.900	
	Mediana	5.400	
	Varianza	4,527	
Grupo testigo	Desv. típ.	2.1278	
	Mínimo	.2	
	Máximo	8.3	
	Rango	8.1	
	Amplitud intercuartil	3.5	
	Asimetría	-,541	,178
	Curtosis	-,809	,354

A través de los percentiles (tabla 13.47) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como

para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.47. Percentiles (Etapa 1. Fase III)**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	2.980	4.700	5.300	6.600	7.300	8.720	9.300
		Grupo experimental 2	3.545	4.280	5.800	6.500	7.500	8.520	8.800
		Grupo testigo	.800	1.700	2.900	5.400	6.400	7.320	7.620
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.300	6.600	7.300		
		Grupo experimental 2			5.800	6.500	7.500		
		Grupo testigo			2.900	5.400	6.400		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas siguiente se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.



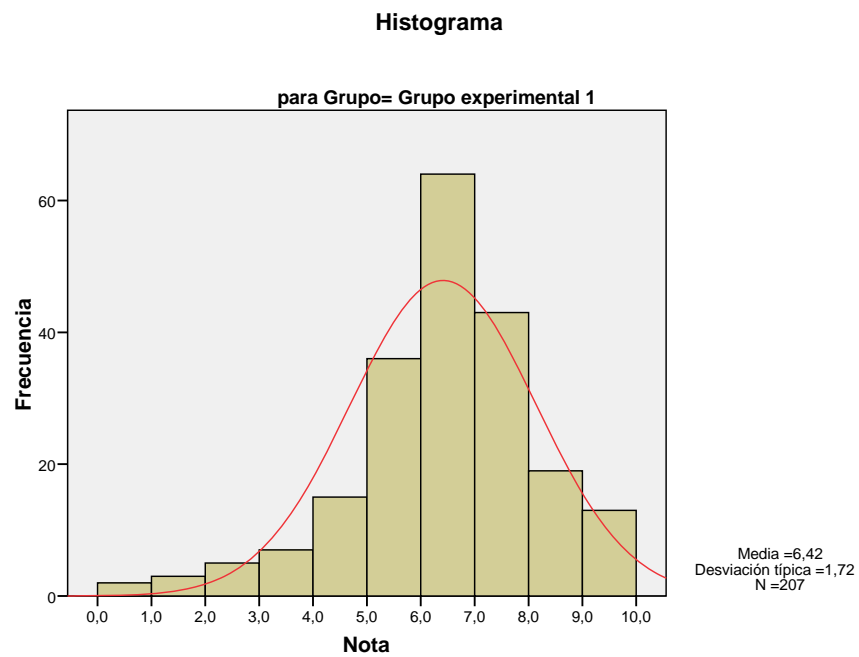


Figura 13.97. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

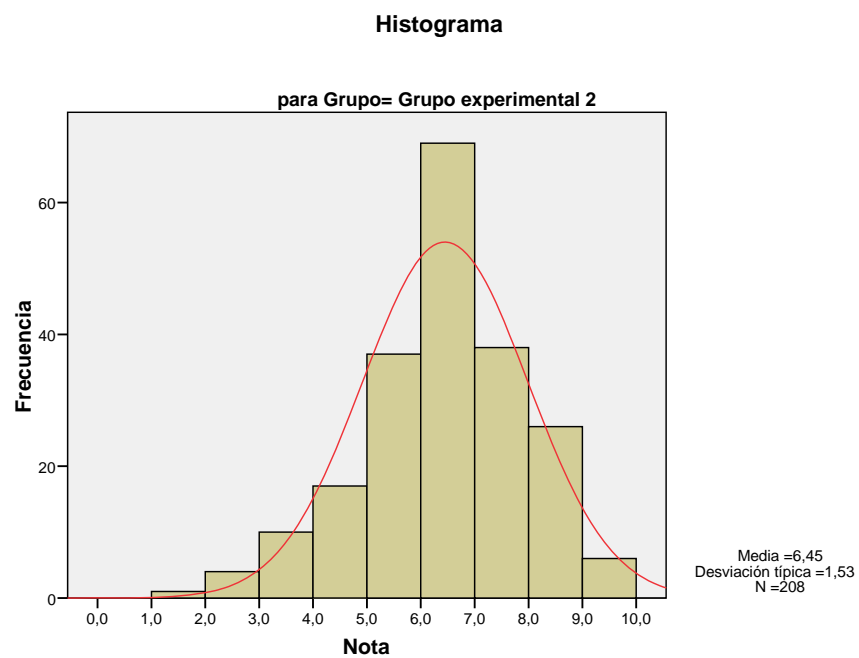


Figura 13.98. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

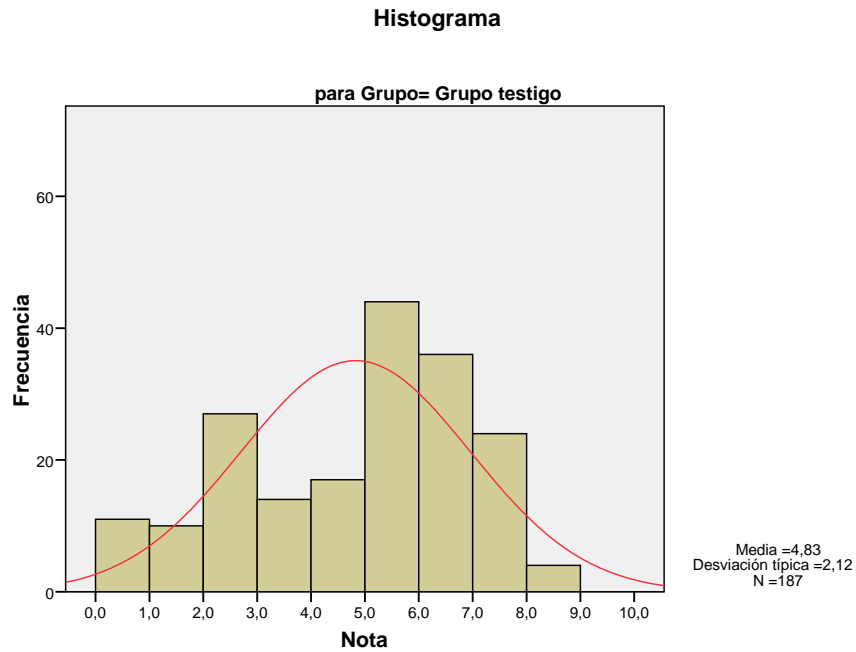


Figura 13.99. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

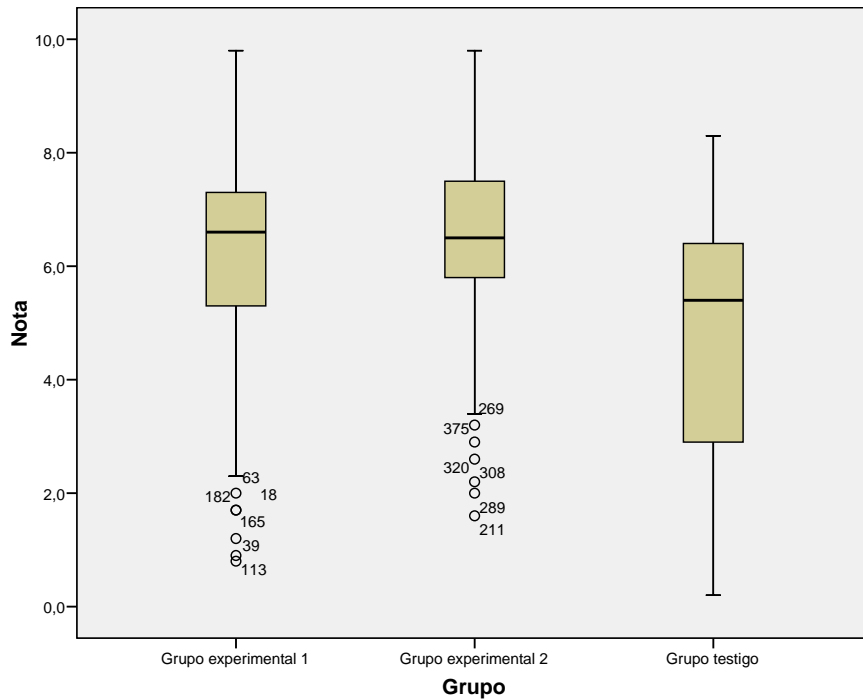


Figura 13.100. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

4.5.2. Examen final

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes finales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la parte final de cada uno de los 4 cursos de esta primera etapa de esta tercera fase.

En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 4 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.48 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron. Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 25 alumnos (un 12 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 4 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.5 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 no ha habido alumnos que no se hayan presentado. En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica lo expuesto anteriormente.

**Tabla 13.48. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 1. Fase III)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	207	99,5%	1	,5%	208	100,0%
Nota Grupo experimental 2	208	100,0%	0	,0%	208	100,0%
Grupo testigo	183	88,0%	25	12,0%	208	100,0%

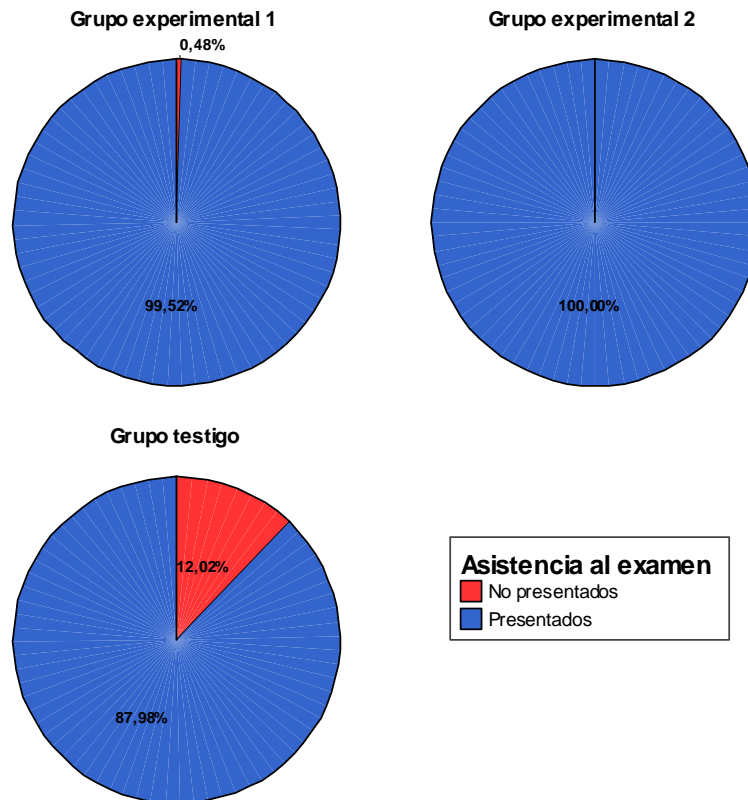


Figura 13.101. Asistencia de los alumnos al examen final

En la tabla 13.49 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta quinta fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 0.8 a 10.0, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 1.6 a 10.0, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.2 y 8.

Tabla 13.49. Descriptivos (Etapa 1. Fase III)

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Grupo experimental 1	Media	6.579	.1229	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.401	
		Límite superior	6.756	
	Media recortada al 5%	6.652		
	Mediana	6.800		
	Varianza	3,126		
	Desv. típ.	1.7682		
	Mínimo	.8		
	Máximo	10.0		
	Rango	9.2		
	Amplitud intercuartil	2.1		
	Asimetría	-.625	,169	
	Curtosis	,999	,337	
	Nota Grupo experimental 2	Media	6.618	.1093
Intervalo de confianza para la media al 85%		Límite inferior	6.460	
		Límite superior	6.776	
Media recortada al 5%		6.666		
Mediana		6.700		
Varianza		2,486		
Desv. típ.		1.5767		
Mínimo		1.6		
Máximo		10.0		
Rango		8.4		
Amplitud intercuartil		1.8		
Asimetría		-.460	,169	
Curtosis		,360	,336	
Grupo testigo		Media	5.028	.1483
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.814	
		Límite superior	5.243	
	Media recortada al 5%	5.130		
	Mediana	5.400		
	Varianza	4,024		
	Desv. típ.	2.0060		
	Mínimo	.2		
	Máximo	8.0		
	Rango	7.8		
	Amplitud intercuartil	2.9		
	Asimetría	-.798	,180	
	Curtosis	-.101	,357	

A través de los percentiles (tabla 13.50) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.50. Percentiles (Etapa 1. Fase III)**

Grupo		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Nota							
	Grupo experimental 1	3.080	4.800	5.400	6.800	7.500	8.920	9.500
	Grupo experimental 2	3.645	4.380	5.900	6.700	7.700	8.720	9.000
	Grupo testigo	.440	2.100	3.800	5.400	6.700	7.000	7.880
Bisagras de Tukey	Nota							
	Grupo experimental 1			5.400	6.800	7.500		
	Grupo experimental 2			5.900	6.700	7.700		
	Grupo testigo			3.800	5.400	6.700		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos. Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 7.

En el diagrama de tallo y hojas siguiente se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

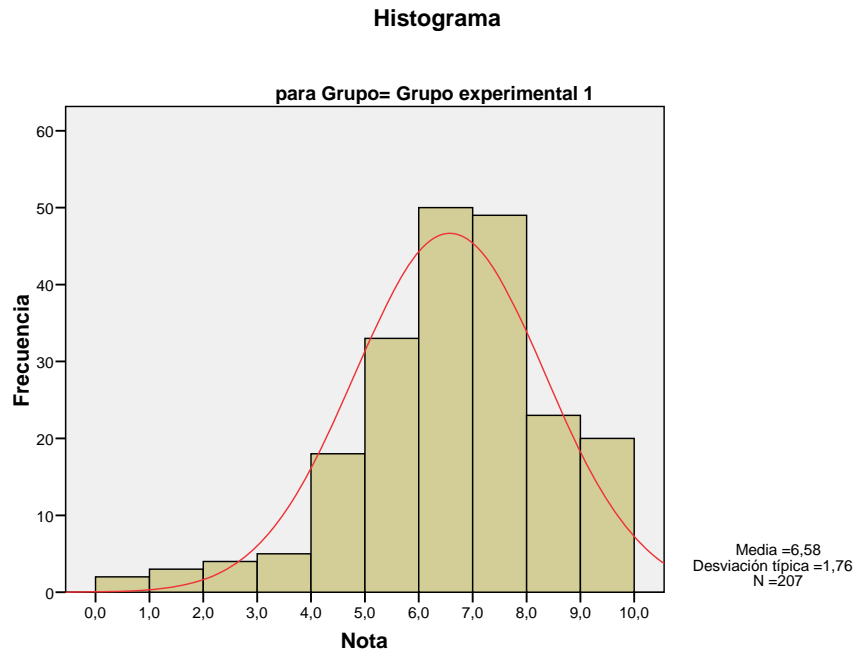


Figura 13.102. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

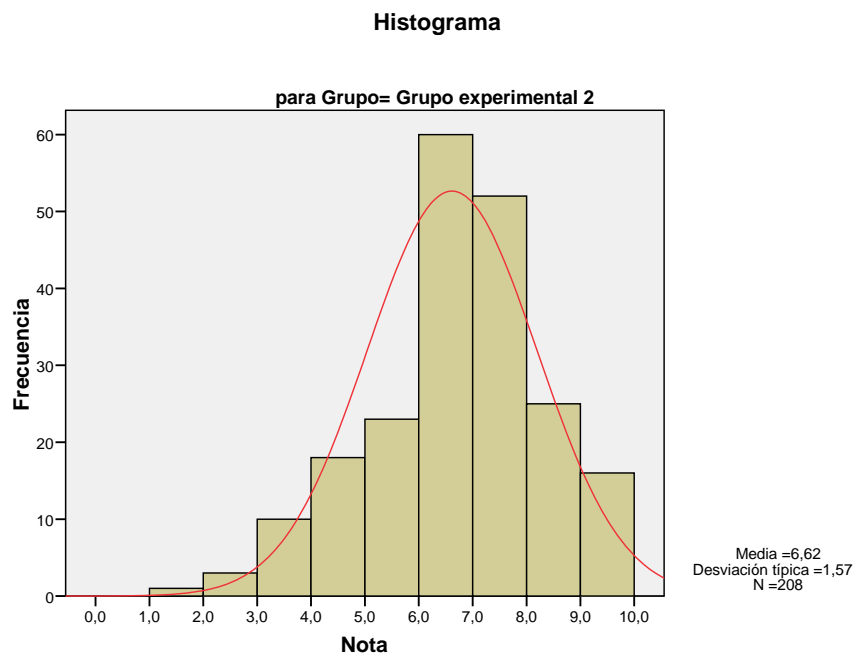


Figura 13.103. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

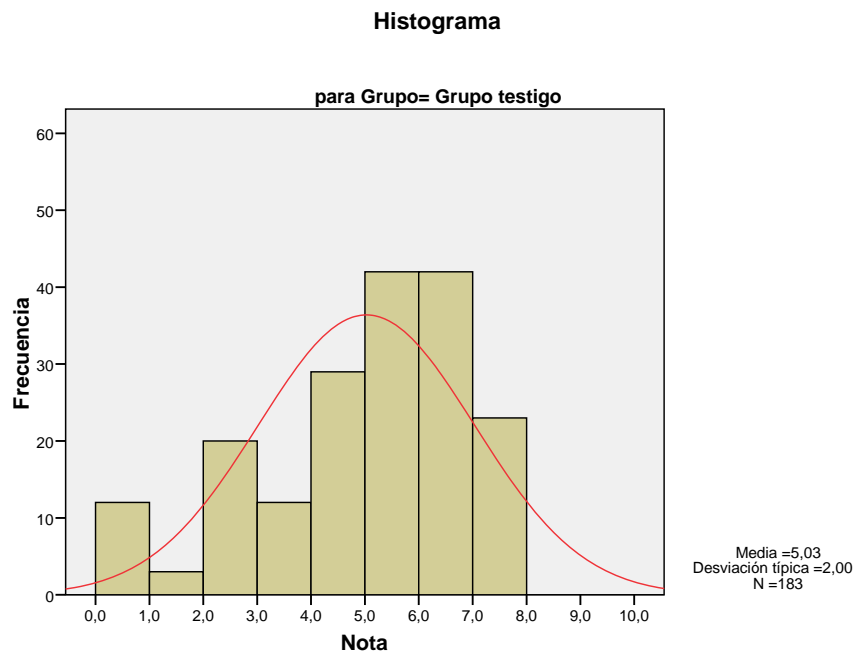


Figura 13.104. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

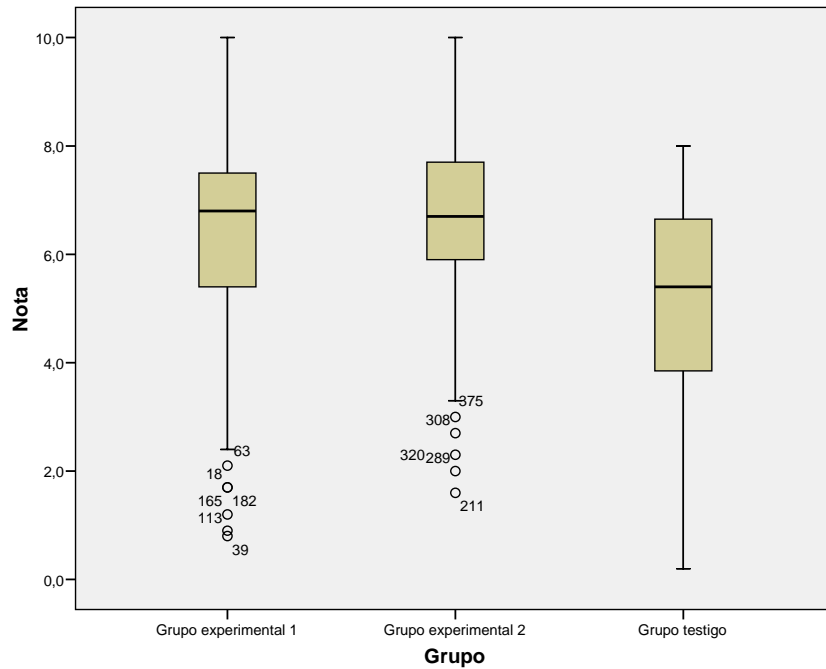


Figura 13.105. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo



4.5.3. Ejercicios, problemas y trabajos propuestos

Con los ejercicios, problemas y trabajos propuestos también se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes durante toda esta etapa de esta fase de la experimentación. A continuación se muestran los valores descriptivos de las notas obtenidas por los alumnos.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las notas medias obtenidas por los grupos experimentales son ligeramente superiores a la nota media obtenida por el grupo testigo. La nota media del grupo experimental 1 es 6.085, y su rango está comprendido entre 2.6 y 9.1. La nota media del grupo experimental 2 es 6.09, y su rango está comprendido entre 2.3 y 9.3. Por último, el grupo experimental tiene una nota media de 5.492 y su rango está comprendido entre 2 y 8.3.

**Tabla 13.51. Descriptivos (Etapa 1. Fase III)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Nota	Media	6.085	.1372	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.887	
		Límite superior	6.283	
	Media recortada al 5%	6.096		
	Mediana	6.000		
	Varianza	3,913		
	Desv. típ.	1.9781		
	Mínimo	2.6		
	Máximo	9.1		
	Rango	6.5		
	Amplitud intercuartil	3.0		
	Asimetría	-,027	,169	
	Curtosis	-1,152	,336	
	Grupo experimental 1		Media	6.090
Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	5.885	.1416	
	Límite superior	6.294		
Grupo experimental 2		Media recortada al 5%	6.101	

	Mediana	6.000	
	Varianza	4,172	
	Desv. típ.	2.0426	
	Mínimo	2.3	
	Máximo	9.3	
	Rango	7.0	
	Amplitud intercuartil	4.0	
	Asimetría	-,040	,169
	Curtosis	-1,290	,336
	Media	5.492	.1174
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior Límite superior	5.322 5.661
	Media recortada al 5%	5.495	
Grupo testigo	Mediana	6.000	
	Varianza	2,868	
	Desv. típ.	1.6934	
	Mínimo	2.0	
	Máximo	8.3	
	Rango	6.3	
	Amplitud intercuartil	3.0	
	Asimetría	-,040	,169
	Curtosis	-1,191	,336

#### 4.5.4. Carpeta de mapas conceptuales

Mediante los mapas conceptuales se ha pretendido evaluar la comprensión y/o diagnosticar la incomprensión por parte de los alumnos en una materia determinada; fomentar el aprendizaje significativo para mejorar el éxito de los estudiantes y medir la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre una materia, en nuestro caso referente a la técnica.

Para valorar lo expuesto anteriormente se ha cuantificado con una nota numérica los mapas conceptuales que han realizado los alumnos de los diferentes grupos a lo largo del curso. En la siguiente figura se muestran las

notas medias de los alumnos de los dos grupos experimentales y del grupo testigo o piloto.

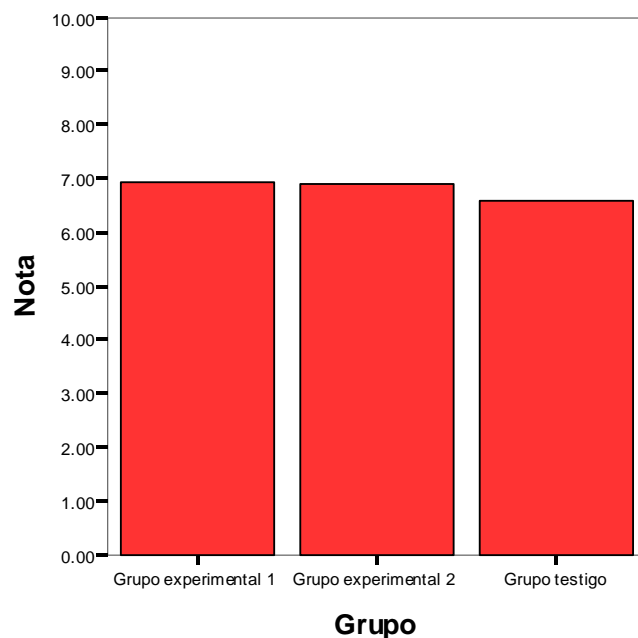


Figura 13.106. Notas medias de los alumnos en los mapas conceptuales

Como podemos observar en la figura anterior, la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior a la nota media del grupo testigo o piloto.

#### 4.5.5. Test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Mediante el test de razonamiento lógico para adultos se ha pretendido evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución al principio del curso. Este test consta de 12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación, tal y como se puede observar en el apéndice documental (anexo III) de la presente tesis.

A continuación podemos ver el análisis de los aciertos de los alumnos en el test de razonamiento lógico durante los cuatrimestres que forman esta etapa y fase.

Como podemos observar, al inicio del curso los tres grupos tienen unos aciertos medios en el test prácticamente iguales.

El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 44.6 al 66.9 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 46.8 al 69.2 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 48 al 72.5 %.

En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos es prácticamente igual.

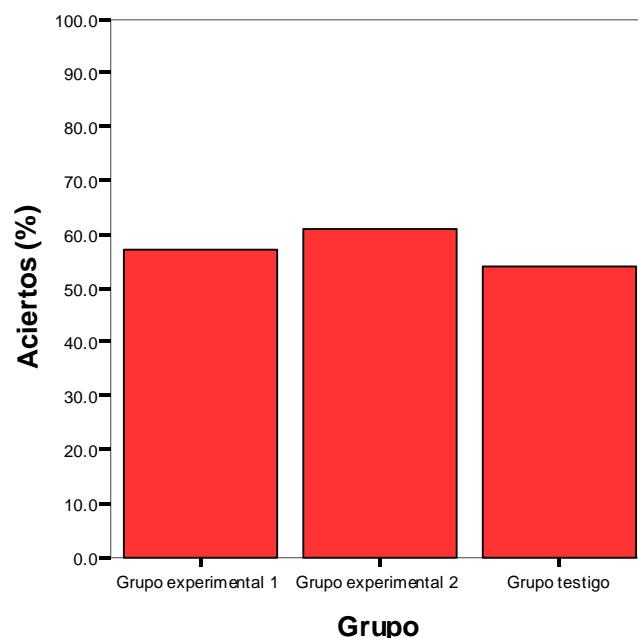


Figura 13.107. Media del % de aciertos de los tres grupos (inicio del curso)

#### 4.5.6. Test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se ha vuelto a realizar el test de razonamiento lógico para adultos, para cuantificar de nuevo el nivel de meta-conocimiento de los alumnos. Los aciertos medios de los alumnos que pertenecen a los grupos experimentales han aumentado respecto a los alumnos que siguen la clase magistral tradicional.

El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 59.5 al 73.8 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 64.3 al 72.5 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 53.9 al 68.2 %. En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos de los grupos experimentales es mayor que la del grupo testigo.

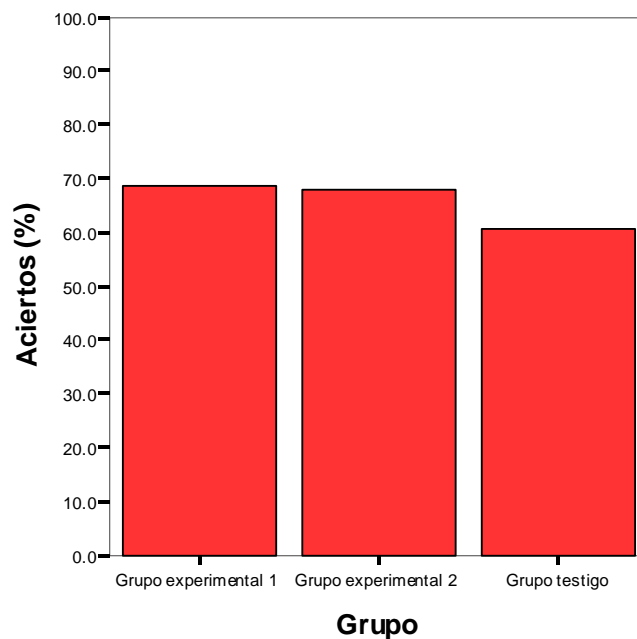


Figura 13.108. Media del % de aciertos de los tres grupos (final del curso)

#### 4.5.7. Test de figuras enmascaradas de Witkin (inicio del curso)

Como en fases precedentes, se ha utilizado el test de figuras enmascaradas en su forma colectiva (GEFT), el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 18 elementos, y su validación y desarrollo se muestra en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.52. Percentiles obtenidos al inicio del curso (Etapa 1. Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	8.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	12.000
		Grupo experimental 2	8.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	12.000
		Grupo testigo	8.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	12.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			9.000	10.000	11.000		
		Grupo experimental 2			9.000	10.000	11.000		
		Grupo testigo			9.000	10.000	11.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.

#### 4.5.8. Test de figuras enmascaradas de Witkin (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el test de figuras enmascaradas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.53. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 1. Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	9.000	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo experimental 2	9.000	9.000	10.000	11.000	12.000	13.000	13.000
		Grupo testigo	8.000	8.000	9.000	10.000	11.000	12.000	12.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			10.000	11.000	12.000		
		Grupo experimental 2			10.000	11.000	12.000		
		Grupo testigo			9.000	10.000	11.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### 4.5.9. Estrategias en la solución de problemas (inicio del curso)

En este punto se ha pretendido valorar como el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir una solución al problema expuesto.

Al inicio del curso se plantearon a los alumnos de los dos grupos experimentales y testigo una serie de problemas los cuales ya deberían saber resolver, y se evaluaron en función de si se habían planteado y resuelto de forma correcta, regular o incorrecta.

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo. Además, estos problemas incluían el diseño de algoritmos, con los cuales el profesor evaluaba si la meta-cognición, lo que se conseguía evaluando el grado de optimización del algoritmo.

A continuación se muestra la valoración en tanto por ciento de los problemas propuestos a los estudiantes de los grupos experimentales y testigo, pudiendo observar como la evaluación de los problemas es bastante parecida en los tres grupos.

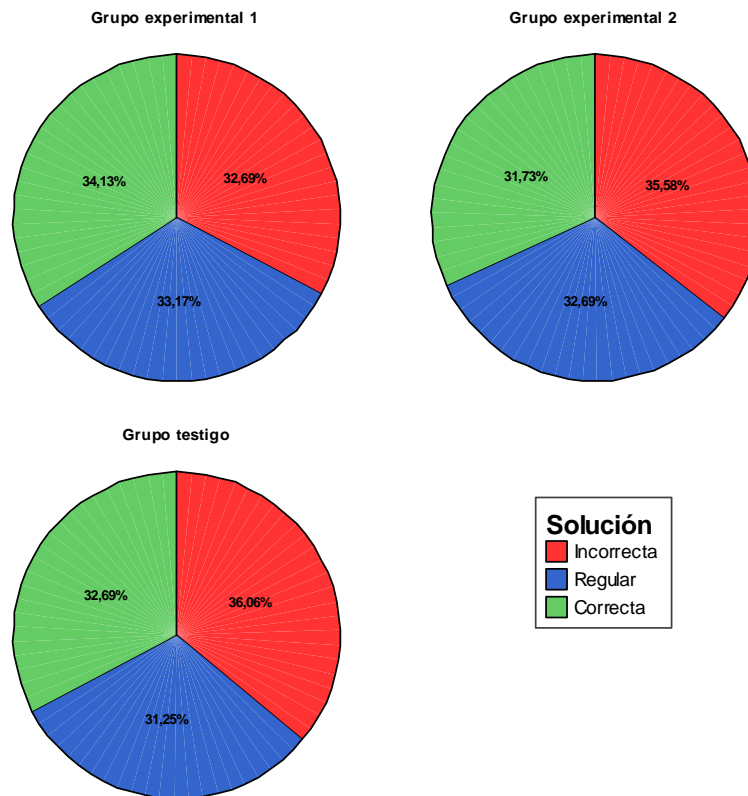


Figura 13.109. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al inicio del curso

#### 4.5.10. Estrategias en la solución de problemas (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se volvió a evaluar de nuevo el meta-conocimiento mediante el sistema descrito en el punto anterior. Se fueron introduciendo problemas con conceptos nuevos, además de los que el alumno supuestamente ya debería saber resolver.



A medida que avanzaba el curso se dejaba al alumno que tomara las decisiones por si mismo, hasta que al final no contó con el profesor como guía. En la siguiente figura podemos ver el tanto por ciento correspondiente a los problemas propuestos en la parte final de cada cuatrimestre. Como podemos ver, en los grupos experimentales han disminuido las soluciones incorrectas respecto al grupo testigo y han aumentado las soluciones regulares y correctas.

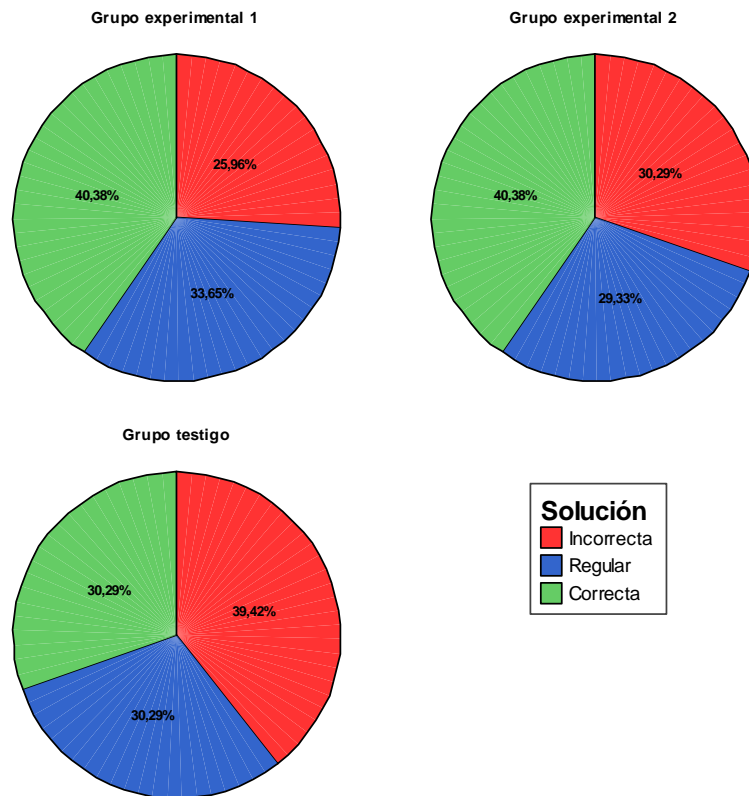


Figura 13.110. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al final del curso

#### *4.5.11. Práctica estratégica en el laboratorio (inicio del curso)*

Para las prácticas de las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I se desarrollaron unas placas de circuito impreso.

En primer lugar, los alumnos debían realizar las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados. En sesiones posteriores, el profesor provocó averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta.

El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación.

Era de esperar que aquellos alumnos que tengan mejor ordenadas las ideas, dispondrán de mejores estrategias tanto para la detección como para la reparación de las averías provocadas por el profesor.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos en la reparación de las placas en las sesiones correspondientes al inicio del curso.

Como podemos ver, el tiempo medio empleado por los grupos experimentales y testigo son bastante parecidos, al igual que la calificación media obtenida.

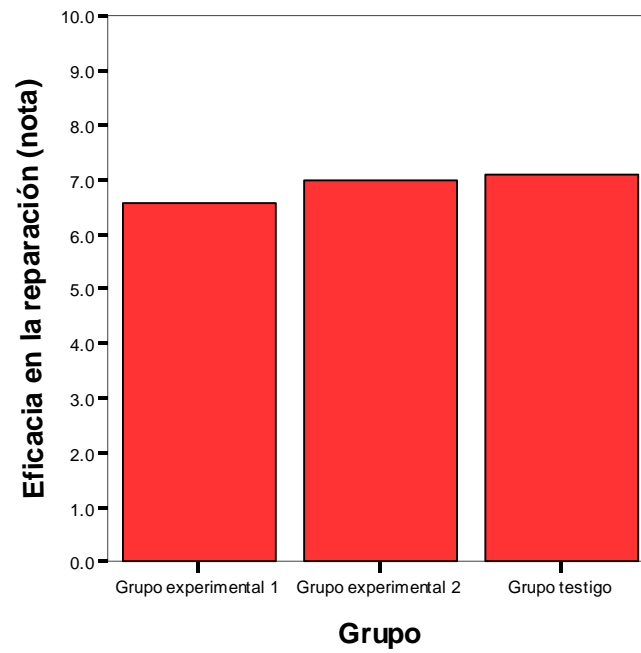


Figura 13.111. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso

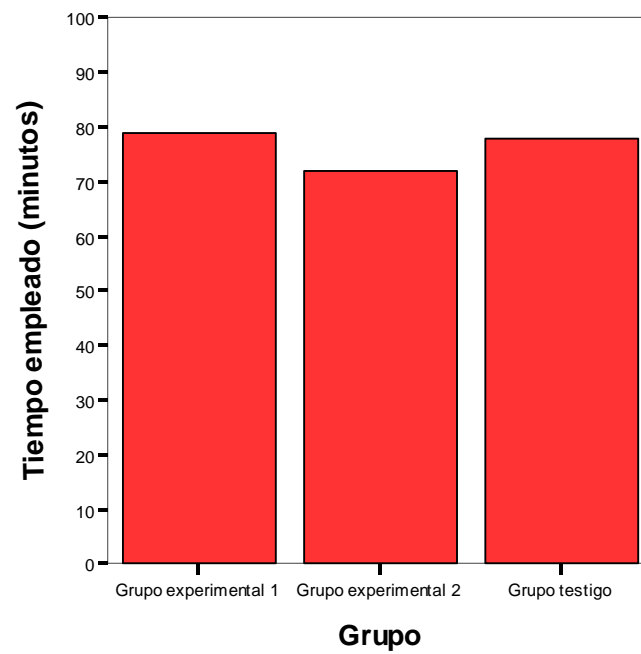


Figura 13.112. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso

#### 4.5.12. Práctica estratégica en el laboratorio (final del curso)

En la siguiente figura podemos observar como al final del curso los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Se puede apreciar un aumento de la calificación obtenida en la práctica, así como una disminución del tiempo de reparación consumido por los alumnos en las prácticas.

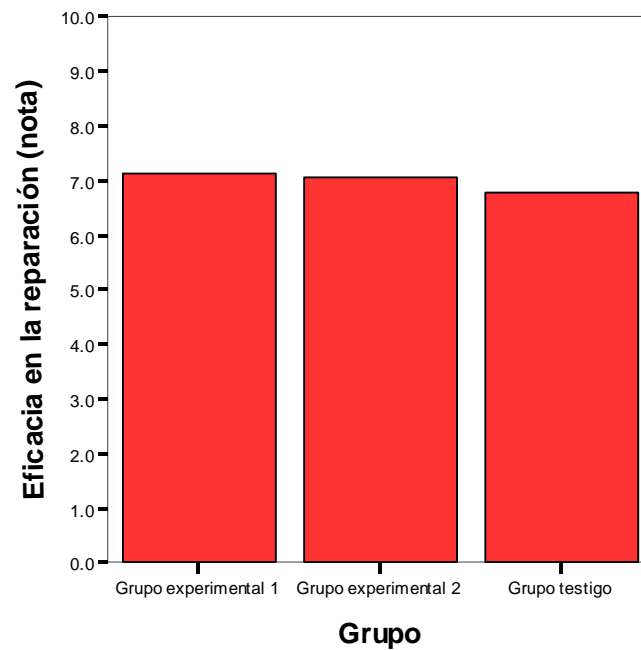


Figura 13.113. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso

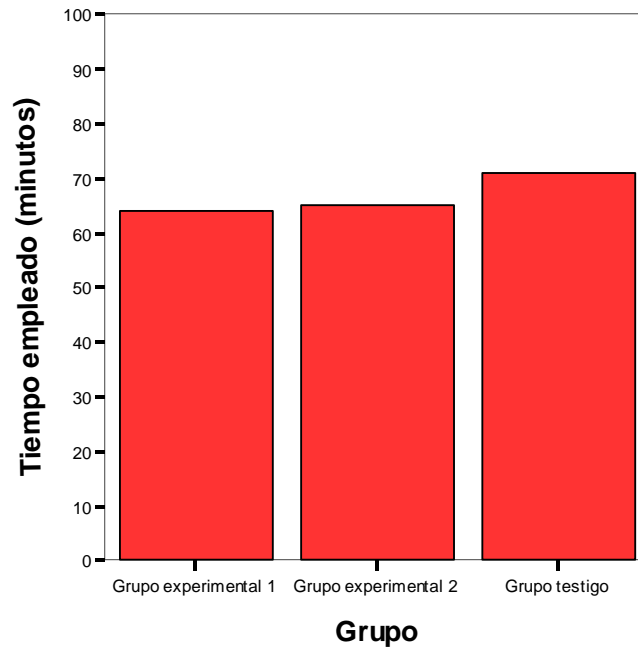


Figura 13.114. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al final del curso

#### 4.5.13. Proyectos y/o problemas reales

Se volvió a repetir el proceso de plantear a los alumnos de los diferentes grupos, problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos. En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos.

En la siguiente figura podemos observar los resultados obtenidos (nota media numérica) por los diferentes grupos en esta fase de la investigación. Como se puede observar, las notas obtenidas por los alumnos

pertenecientes a los grupos experimentales son ligeramente superiores a la obtenida por los alumnos del grupo testigo o de control.

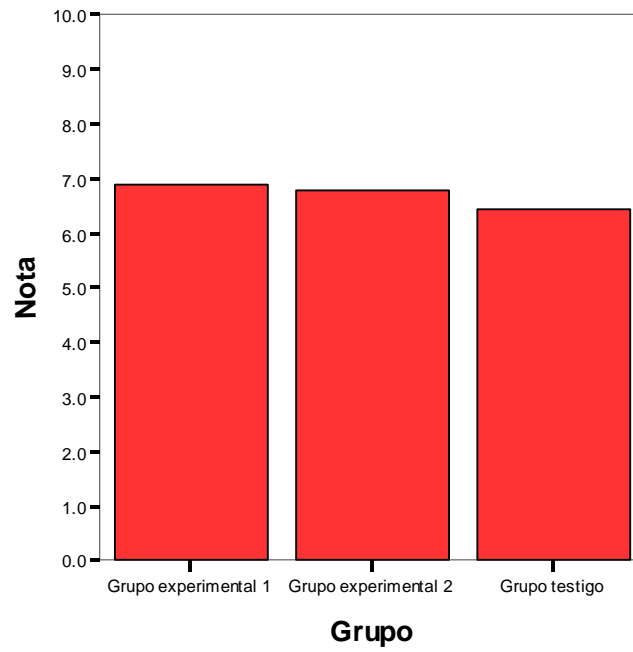


Figura 13.115. Nota media obtenida por los tres grupos en los problemas y proyectos reales propuestos

#### 4.5.14. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (inicio del curso)

También se aplicó, como siempre, el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.54. Percentiles (Etapa 1. Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
		Grupo experimental 2	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			5.000	6.000	7.000		
		Grupo experimental 2			5.000	6.000	7.000		
		Grupo testigo			5.000	6.000	7.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.

*4.5.15. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (final del curso)*

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el cuestionario de ideas previas erróneas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.55. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 1. Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	5.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	9.000
		Grupo experimental 2	5.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	9.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	5.000	6.000	8.000	8.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			6.000	7.000	8.000		
		Grupo experimental 2			6.000	7.000	8.000		
		Grupo testigo			5.000	6.000	8.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### *4.5.16. Trabajo – proyecto final*

Como en todas las fases, el trabajo o proyecto final en grupo se entregaba al final de cada cuatrimestre, teniendo un peso importante en la nota final del alumno.

El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos.

A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se dejaba a los estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

A continuación se muestra la valoración del profesor (nota media numérica) en función de los aspectos comentados más arriba. Como se puede observar, las notas medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales fueron ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos del grupo testigo.



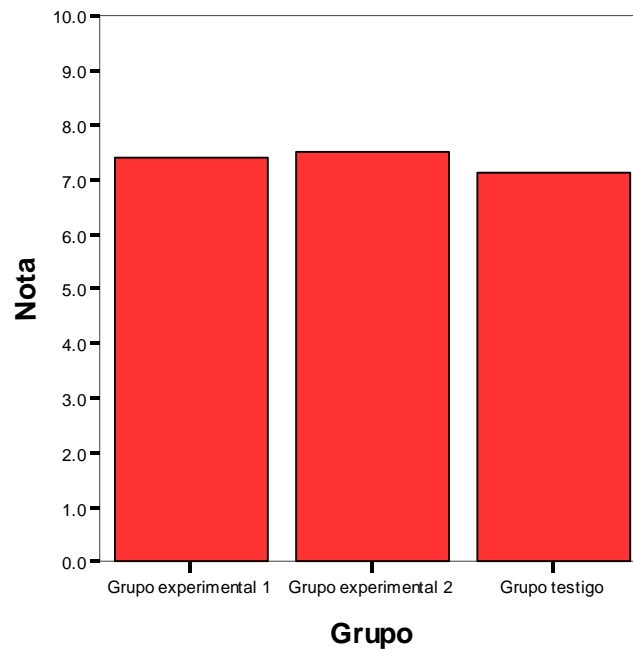


Figura 13.116. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final

#### 4.5.17. Cuestionario MAPE-II

El análisis de los datos está basado en las cinco escalas que componen el instrumento de evaluación de la motivación (cuestionario MAPE-II). Como ya se ha expuesto en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, dichas escalas están compuestas por los siguientes constructos:

- Capacidad de trabajo y rendimiento.
- Motivación intrínseca.
- Ambición.
- Ansiedad inhibidora del rendimiento.
- Ansiedad facilitadora del rendimiento.

Para la realización de la primera escala (capacidad de trabajo y rendimiento) se ha considerado alta capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta capacidad de trabajo y rendimiento.

Consideramos baja capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja capacidad

Para la realización de la segunda escala (motivación intrínseca) se ha considerado alta motivación intrínseca a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta motivación intrínseca.

Consideramos baja motivación intrínseca a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja motivación intrínseca.

Para la realización de la tercera (ambición), cuarta (ansiedad inhibidora del rendimiento) y quinta escala (ansiedad facilitadora del rendimiento) se ha considerado alta motivación, alta ansiedad inhibidora y alta ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas SÍ de cada una de las escalas.

Por otro lado, se ha considerado baja motivación, baja ansiedad inhibidora y baja ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas NO de cada una de las escalas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y testigo en esta fase de la investigación, referentes al test de evaluación de la motivación MAPE-II. Como podemos observar, los grupos experimentales destacan por tener una capacidad de trabajo y rendimiento, motivación intrínseca, ambición y ansiedad facilitadora del rendimiento ligeramente superiores a la del grupo testigo o de control, mientras que este tiene una ansiedad inhibidora del rendimiento ligeramente superior a la de los grupos experimentales.

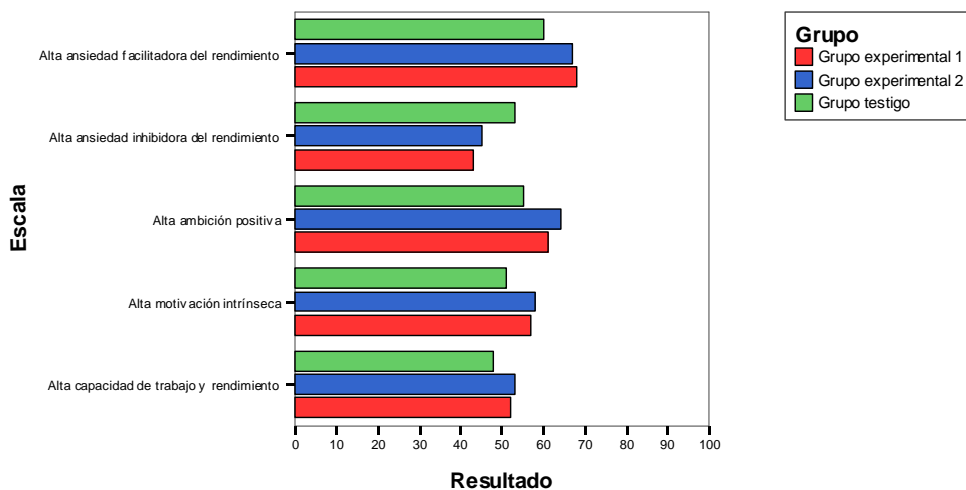


Figura 13.117. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II por los diferentes grupos a lo largo de esta fase

#### 4.5.18. Fichas de observación

Las fichas de observación (ficha personal, ficha de grupo y ficha de laboratorio), las cuales están detalladas en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, se han utilizado para recoger diferentes datos y/o actividades de los alumnos.

Gracias a estas fichas se ha valorado si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado.

En el laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia.

A continuación se muestra la nota media obtenida por los alumnos de los diferentes grupos a lo largo de esta fase de la investigación, la cual se ha obtenido a partir de la valoración obtenida por el profesor a partir de las fichas.

Como podemos observar, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos del grupo testigo o de control.

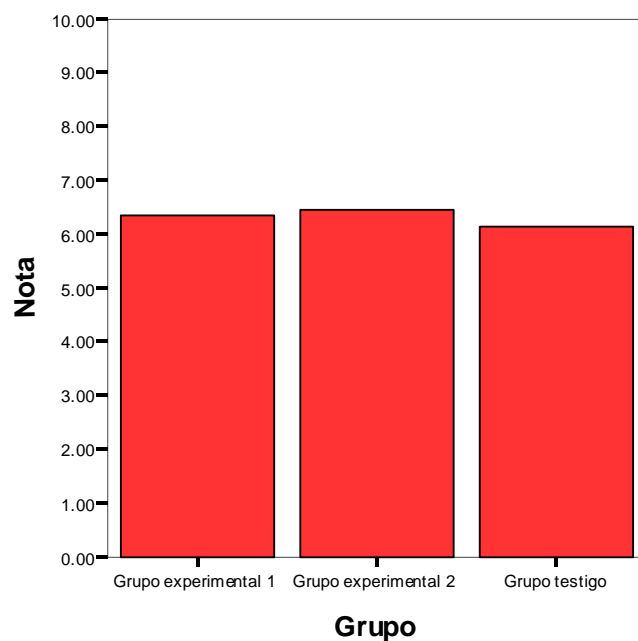


Figura 13.118. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación

#### 4.5.19. Entrevista a los alumnos

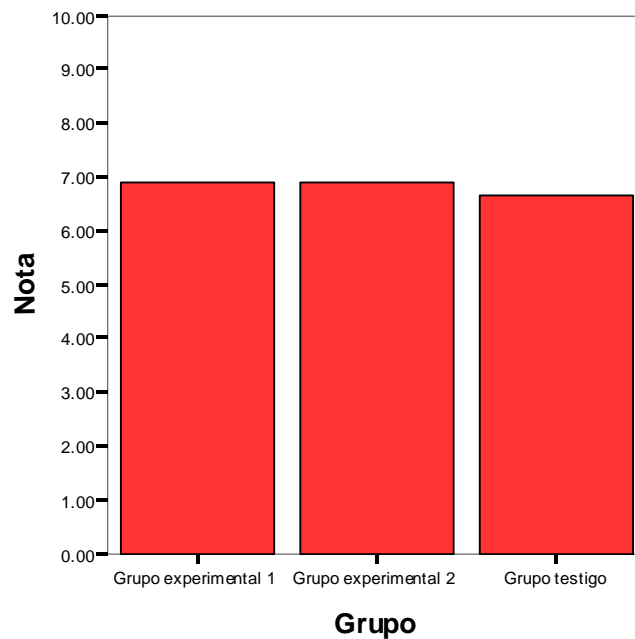
Con la entrevista a los alumnos se ha pretendido evaluar la motivación de los mismos y obtener una valoración por parte del alumnado del método diseñado. Durante las entrevistas el profesor iba tomando notas de lo que comentaba el alumno, lo cual le servía para comprobar la evolución de éstos, además de para obtener una visión por parte de los alumnos del método diseñado.

#### 4.5.20. Base de datos de la plataforma

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos.

A través del Campus los alumnos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar. Mediante el control de acceso al Campus y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido evaluar el interés que sienten por el tema que se está trabajando.

A continuación se muestra una calificación media obtenida por lo alumnos en función de su implicación con el Campus, con la que podemos hacernos una idea de su motivación respecto al tema trabajado a lo largo de esta fase de la investigación.



*Figura 13.119. Resultados medios obtenidos en la valoración de la participación e implicación en el Campus*

#### **4.6. Etapa 2 - Fase III (2012-2014)**

En esta última fase, la investigación se ha experimentado durante cuatro cursos cuatrimestrales. Además de llevar a cabo la aplicación de la metodología junto con los multimedia “Ad hoc”, se han llevado a cabo diferentes charlas y conferencias, además de realizar el análisis de los resultados y se han mejorado algunos aspectos tales como:

- El estudio del comportamiento de los grupos cooperativos.
- El estudio de la motivación respecto a problemas reales en la Ingeniería.
- La influencia de los diferentes profesores implicados en la experimentación.
- Se han realizado debates internos y externos sobre el método.
- Se ha aplicado el método con ligeras variantes en las clases de Tecnología y Electrotecnia en Institutos de secundaria.

Para medir el rendimiento académico y realizar un seguimiento de la trayectoria del alumno se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Exámenes (en la mitad y al final del curso).
- Ejercicios y problemas (durante todo el curso).
- Trabajos propuestos (durante todo el curso).

Para cuantificar el nivel de meta-conocimiento de los alumnos se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Carpeta de mapas conceptuales (durante todo el curso).
- Test de razonamiento lógico para adultos (al inicio y final del curso).

- Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (al inicio y final del curso).
- Estrategias en la solución de problemas (al inicio y final).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Proyectos y/o problemas reales, mediante los cuales el alumno aumenta su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos.

Para medir el aprendizaje significativo se han utilizado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (al inicio y al final del curso).
- Proyecto (trabajos de los alumnos) (durante todo el curso).
- Estrategias en la solución de problemas (inicio y final del curso).
- Práctica estratégica en el laboratorio (al inicio y final del curso).
- Trabajo – proyecto final (final de curso).

Para medir la motivación se han usado los siguientes instrumentos:

- Cuestionario MAPE-II (al inicio y final del curso).
- Fichas de observación (anotaciones durante las clases).
- Entrevista a los alumnos (durante el horario de tutoría).

#### 4.6.1. Examen parcial

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes parciales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la mitad de cada uno de los cuatro cursos (semestres), de esta última fase.



En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 4 cuatrimestres en los que se dividió esta última etapa de la fase III de la investigación.

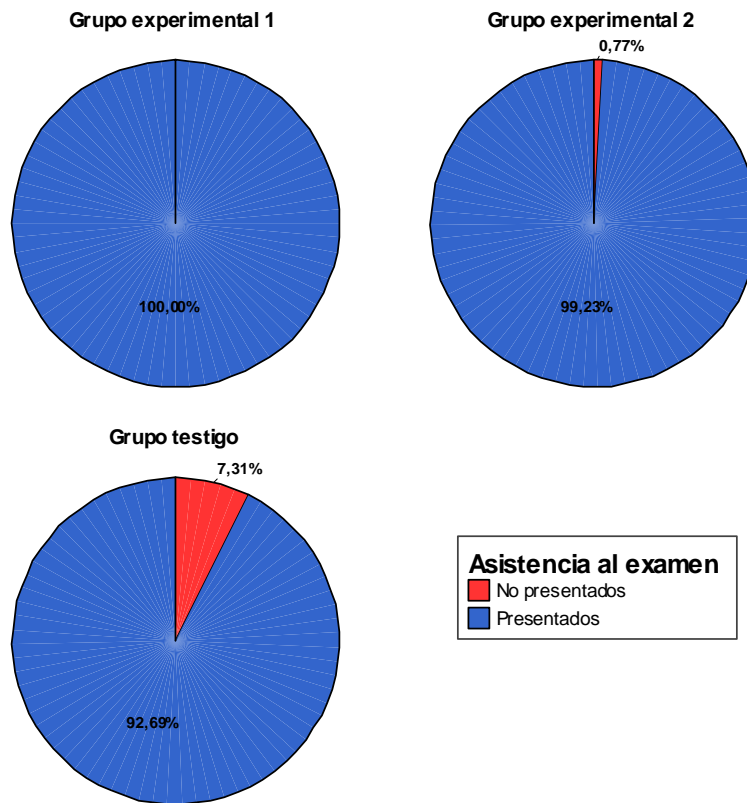


Figura 13.120. Asistencia de los alumnos al examen parcial

En la tabla 13.56 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 38 alumnos (un 7.3 % del total del grupo testigo) que no se

han presentado a lo largo de estos 10 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 no ha habido alumnos que no se hayan presentado, y en el grupo experimental 2 no se presentaron 4 alumnos (lo que supone un 0.8 % del total de los alumnos del grupo experimental 2). En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica lo expuesto anteriormente.

**Tabla 13.56. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	520	100,0%	0	,0%	520	100,0%
Nota Grupo experimental 2	516	99,2%	4	,8%	520	100,0%
Grupo testigo	482	92,7%	38	7,3%	520	100,0%

En la tabla 13.57 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta primera fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 1.5 a 9.6, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 1.6 a 9.8, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 8.2.

**Tabla 13.57. Descriptivos (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Nota	Grupo experimental 1	Media	6.591	
		Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.496
			Límite superior	6.685
			Media recortada al 5%	6.632
		Mediana	6.700	
		Varianza	2,245	
		Desv. típ.	1.4982	
		Mínimo	1.5	
		Máximo	9.6	
		Rango	8.1	

	Amplitud intercuartil	1.9		
	Asimetría	-,368	,107	
	Curtosis	,344	,214	
Grupo experimental 2	Media	6.577	.0713	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.474	
		Límite superior	6.680	
	Media recortada al 5%	6.613		
	Mediana	6.600		
	Varianza	2,623		
	Desv. típ.	1.6197		
	Mínimo	1.6		
	Máximo	9.8		
	Rango	8.2		
	Amplitud intercuartil	1.9		
	Asimetría	-,323	,108	
	Curtosis	,268	,215	
	Grupo testigo	Media	4.658	.0941
		Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	4.522
Límite superior			4.794	
Media recortada al 5%		4.702		
Mediana		4.800		
Varianza		4,271		
Desv. típ.		2.0666		
Mínimo		.1		
Máximo		8.2		
Rango		8.1		
Amplitud intercuartil		3.3		
Asimetría		-,384	,111	
Curtosis		-,725	,222	

A través de los percentiles (tabla 13.58) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico.

Vemos como para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales. En cambio, el grupo testigo o de control tiene unas notas medias inferiores.

**Tabla 13.58. Percentiles (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	3.900	4.800	5.800	6.700	7.700	8.700	8.800
		Grupo experimental 2	3.685	4.600	5.800	6.600	7.700	8.800	9.330
		Grupo testigo	1.000	1.200	3.000	4.800	6.300	7.200	7.900
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.800	6.700	7.700		
		Grupo experimental 2			5.800	6.600	7.700		
		Grupo testigo			3.000	4.800	6.300		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos.

Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 5 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 4 y 8.

En el diagrama de tallo y hojas siguiente se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno. Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

Se observa una influencia de la metodología en las notas de los alumnos y en todos los tramos.

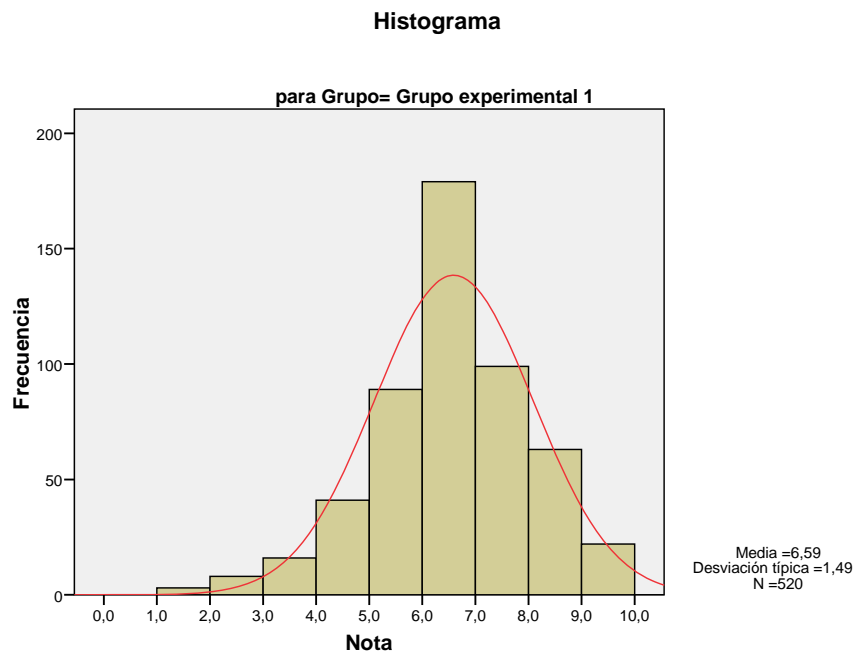


Figura 13.121. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

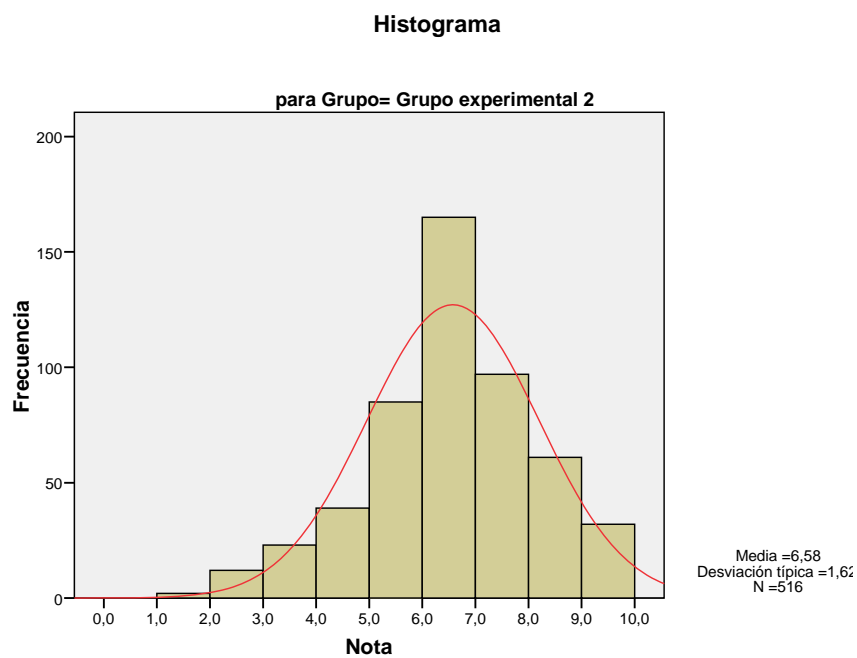


Figura 13.122. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

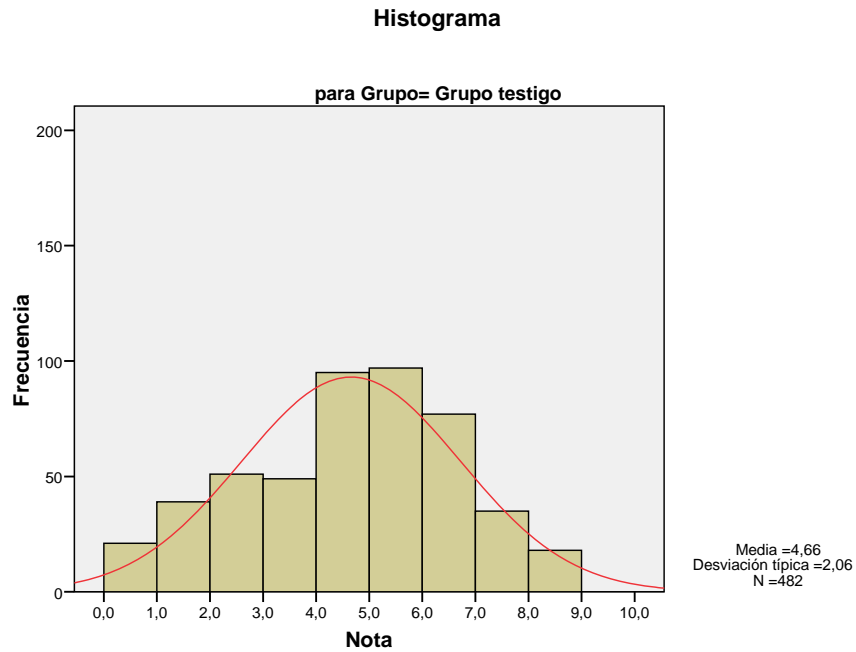


Figura 13.123. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

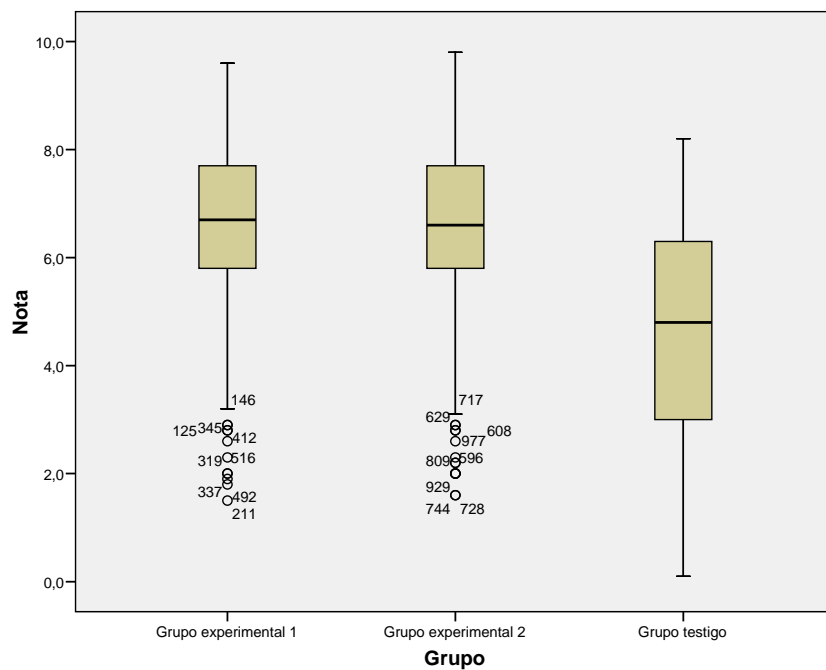


Figura 13.124. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

4.6.2. Examen final

Al igual que en las fases anteriores, con los exámenes finales se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes en la parte final de cada uno de los 4 cursos de esta última fase. En las siguientes figuras y tablas podemos ver el análisis de las notas medias de los alumnos en los 4 cuatrimestres en los que se dividió esta fase de la investigación.

En la tabla 13.59 podemos ver los casos válidos, es decir, la cantidad de alumnos que se presentaron a las diferentes evaluaciones. Los casos perdidos corresponden a los alumnos con nota igual a NP (no presentado), es decir, los alumnos que no se presentaron.

Como se puede observar, el número de alumnos no presentados es mayor en el grupo al que se le imparte la clase magistral tradicional, ya que hay un total de 63 alumnos (un 12.1 % del total del grupo testigo) que no se han presentado a lo largo de estos 10 cuatrimestres, mientras que en el grupo experimental 1 sólo ha habido 1 alumno que no se ha presentado (un 0.2 % del total del grupo experimental 1), y en el grupo experimental 2 han habido 3 alumnos no presentados (un 0.6 % del total del grupo experimental 2). En la figura siguiente podemos ver de forma gráfica lo expuesto anteriormente.

**Tabla 13.59. Resumen del procesamiento de los casos (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Grupo experimental 1	519	99,8%	1	,2%	520	100,0%
Nota Grupo experimental 2	517	99,4%	3	,6%	520	100,0%
Grupo testigo	457	87,9%	63	12,1%	520	100,0%

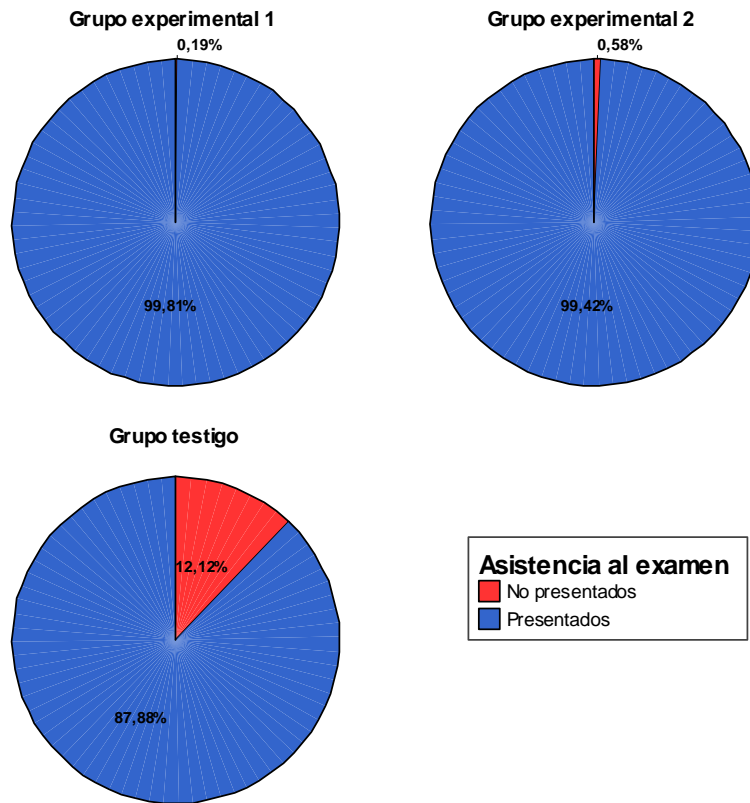


Figura 13.125. Asistencia de los alumnos al examen final

En la tabla 13.60 podemos ver las notas medias de los tres grupos en esta última fase, siendo la de los dos grupos experimentales superior a la del grupo testigo o de control aproximadamente un punto. El rango de las notas del grupo experimental 1 va desde 1.6 a 10.0, en el grupo experimental 2 tenemos que las notas van desde 1.9 a 10.0, mientras que el grupo testigo se queda entre 0.1 y 7.1.

Tabla 13.60. Descriptivos (Etapa 2 - Fase III)

Grupo			Estadístico	Error típ.
Nota	Grupo experimental 1	Media	6.805	.0704
		Límite inferior	6.703	
		Límite superior	6.906	
		Intervalo de confianza para la media al 85%		



	Media recortada al 5%	6.841	
	Mediana	6.900	
	Varianza	2,572	
	Desv. típ.	1.6037	
	Mínimo	1.6	
	Máximo	10.0	
	Rango	8.4	
	Amplitud intercuartil	2.1	
	Asimetría	-,269	,107
	Curtosis	,114	,214
	Media	6.793	.0709
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior 6.691	
		Límite superior 6.895	
	Media recortada al 5%	6.838	
	Mediana	7.000	
	Varianza	2,599	
Grupo experimental 2	Desv. típ.	1.6120	
	Mínimo	1.9	
	Máximo	10.0	
	Rango	8.1	
	Amplitud intercuartil	2.0	
	Asimetría	-,469	,107
	Curtosis	,483	,214
	Media	4.951	.1049
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior 4.799	
		Límite superior 5.102	
	Media recortada al 5%	4.996	
	Mediana	5.500	
	Varianza	5,031	
Grupo testigo	Desv. típ.	2.2431	
	Mínimo	.1	
	Máximo	8.5	
	Rango	8.4	
	Amplitud intercuartil	3.9	
	Asimetría	-,306	,114
	Curtosis	-,927	,228

A través de los percentiles (tabla 13.61) se puede observar la distribución de la nota referente al rendimiento académico. Vemos como

para el mismo percentil las notas son mayores para los alumnos correspondientes a los grupos experimentales.

**Tabla 13.61. Percentiles (Etapa 2 - Fase III )**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Nota	Grupo experimental 1	4.000	4.900	5.900	6.900	8.000	9.000	9.400
		Grupo experimental 2	3.900	4.860	6.000	7.000	7.950	9.000	9.100
		Grupo testigo	1.200	1.200	3.100	5.500	7.000	7.900	8.300
Bisagras de Tukey	Nota	Grupo experimental 1			5.900	6.900	8.000		
		Grupo experimental 2			6.000	7.000	7.900		
		Grupo testigo			3.100	5.500	7.000		

En los siguientes histogramas se muestra la frecuencia de las notas para los tres grupos.

Como se puede observar la nota de la mayor parte de los alumnos de los dos grupos experimentales está por encima del aprobado, concretamente entre 6 y 10; mientras que en el grupo de control o testigo vemos como las notas oscilan la mayoría entre 3 y 7.

En el diagrama de tallo y hojas siguiente se puede observar la distribución de las notas en función del grupo al que pertenece el alumno.

Mediante este diagrama obtenemos de forma rápida una representación visual ilustrativa del conjunto de datos (notas), en el cual vemos como el grupo testigo de control se encuentra por debajo de los grupos experimentales.

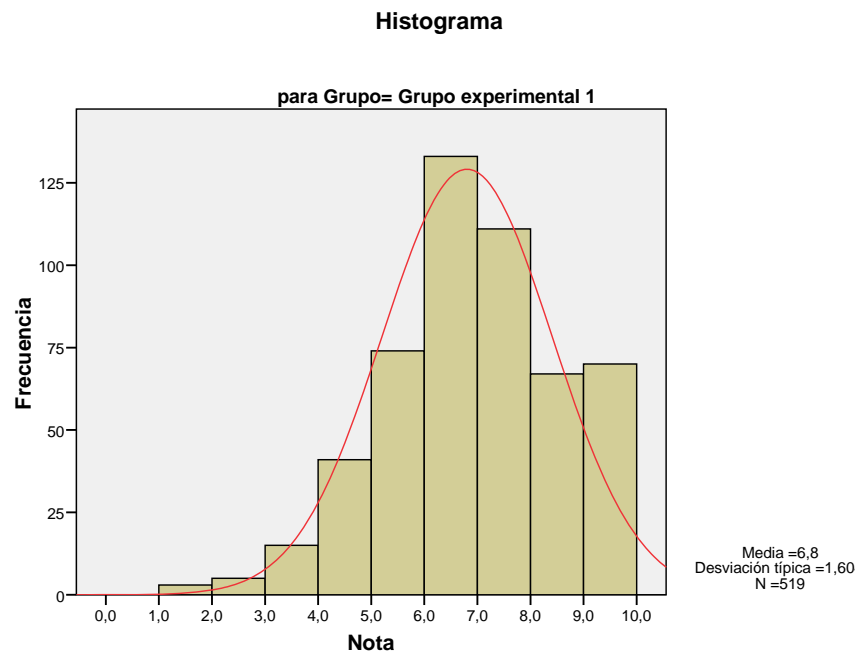


Figura 13.126. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 1)

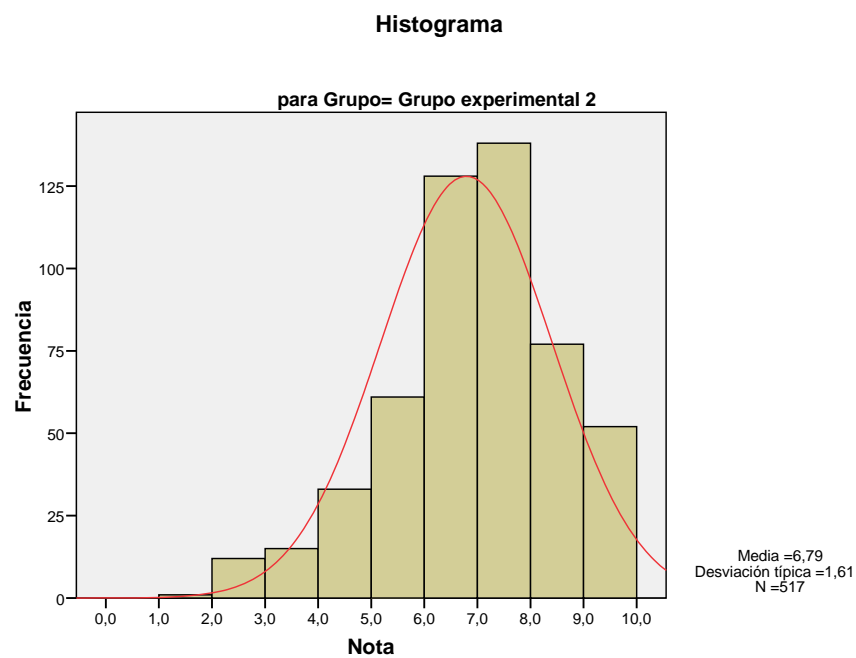


Figura 13.127. Distribución de las notas de los alumnos (grupo experimental 2)

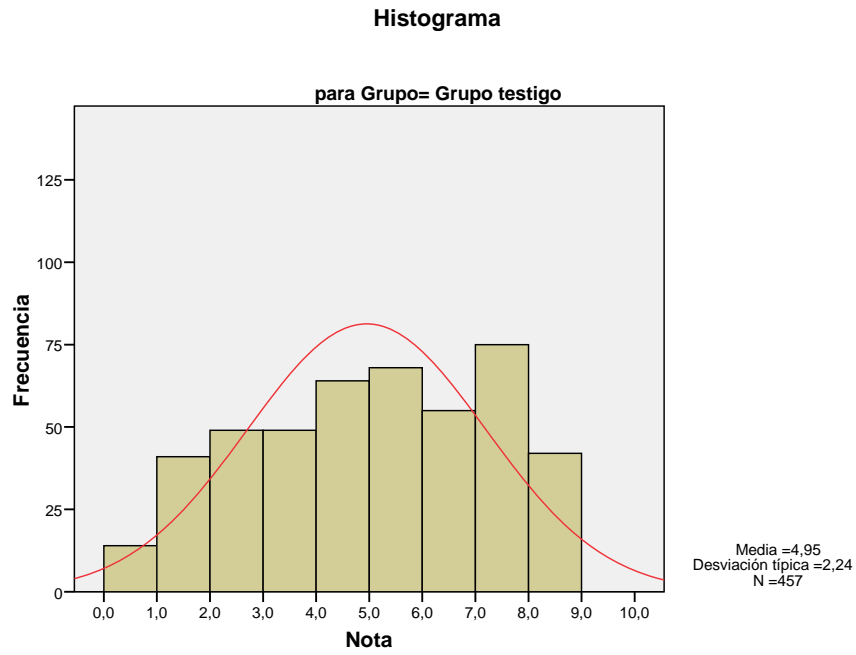


Figura 13.128. Distribución de las notas de los alumnos (grupo testigo)

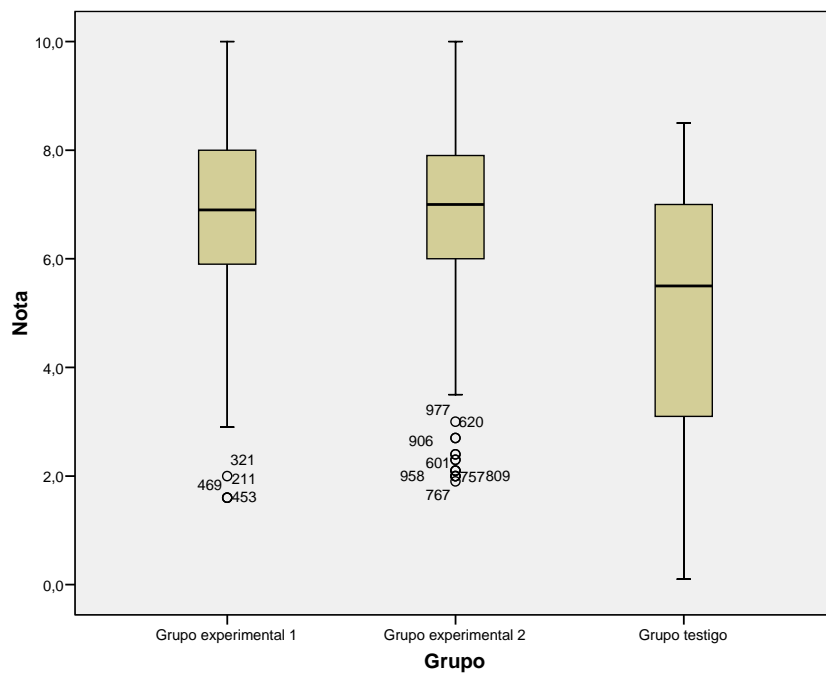


Figura 13.129. Distribución de las notas de los alumnos en función del grupo

4.6.3. Ejercicios, problemas y trabajos propuestos

Con los ejercicios, problemas y trabajos propuestos también se ha pretendido valorar el rendimiento académico de los estudiantes durante toda esta fase de la experimentación. A continuación se muestran los valores descriptivos de las notas obtenidas por los alumnos.

Como se puede observar en la siguiente tabla, las notas medias obtenidas por los grupos experimentales son ligeramente superiores a la nota media obtenida por el grupo testigo. La nota media del grupo experimental 1 es 6.458, y su rango está comprendido entre 3.9 y 9.7. La nota media del grupo experimental 2 es 6.575, y su rango está comprendido entre 3.8 y 9.6. Por último, el grupo experimental tiene una nota media de 5.472 y su rango está comprendido entre 2.8 y 8.7.

**Tabla 13.62. Descriptivos (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo		Estadístico	Error típ.	
Nota	Media	6.458	.0760	
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.349	
		Límite superior	6.568	
	Media recortada al 5%	6.451		
	Mediana	6.000		
	Varianza	3,001		
	Desv. típ.	1.7324		
	Mínimo	3.9		
	Máximo	9.7		
	Rango	5.8		
	Amplitud intercuartil	3.0		
	Asimetría	,029	,107	
	Curtosis	-1,278	,214	
	Grupo experimental 1		Media	6.575
Grupo experimental 2	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior	6.467	
		Límite superior	6.683	
	Media recortada al 5%	6.581		

	Mediana	7.000	
	Varianza	2,911	
	Desv. típ.	1.7062	
	Mínimo	3.8	
	Máximo	9.6	
	Rango	5.8	
	Amplitud intercuartil	3.0	
	Asimetría	-,045	,107
	Curtosis	-1,240	,214
	Media	5.472	.0774
	Intervalo de confianza para la media al 85%	Límite inferior 5.361	
		Límite superior 5.584	
	Media recortada al 5%	5.468	
	Mediana	5.000	
	Varianza	3,115	
	Desv. típ.	1.7649	
	Mínimo	2.8	
	Máximo	8.7	
	Rango	5.9	
	Amplitud intercuartil	3.0	
	Asimetría	,031	,107
	Curtosis	-1,320	,214
Grupo testigo			

#### 4.6.4. Carpeta de mapas conceptuales

Mediante los mapas conceptuales se ha pretendido evaluar la comprensión y/o diagnosticar la incomprensión por parte de los alumnos en una materia determinada; fomentar el aprendizaje significativo para mejorar el éxito de los estudiantes y medir la comprensión de conceptos que tienen los estudiantes sobre una materia, en nuestro caso referente al método.

Para valorar lo expuesto anteriormente se ha cuantificado con una nota numérica los mapas conceptuales que han realizado los alumnos de los diferentes grupos a lo largo del curso. En la siguiente figura se muestran las

notas medias de los alumnos de los dos grupos experimentales y del grupo testigo o piloto.

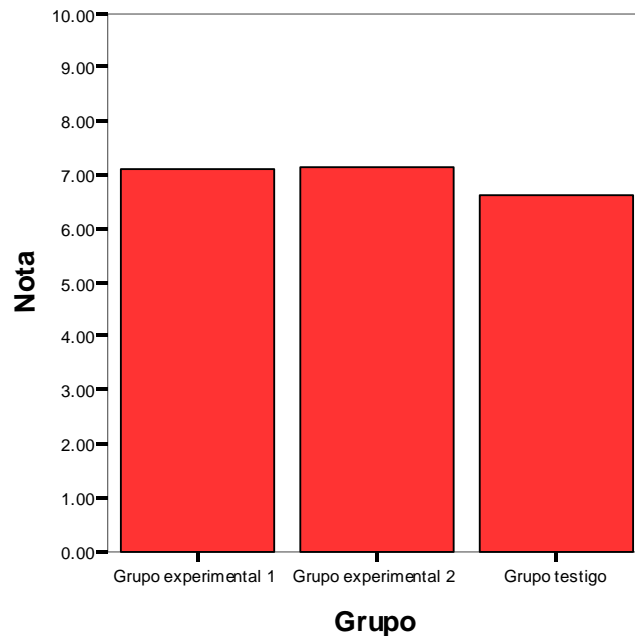


Figura 13.130. Notas medias de los alumnos en los mapas conceptuales

Como podemos observar en la figura anterior, la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior a la nota media del grupo testigo o piloto.

#### 4.6.5. Test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Mediante el test de razonamiento lógico para adultos se ha pretendido evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución al principio del curso. Este test consta de 12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación, tal y como se puede observar en el apéndice documental (anexo III) de la presente tesis.

A continuación podemos ver el análisis de los aciertos de los alumnos en el test de razonamiento lógico durante los cuatrimestres que forman esta fase. Como podemos observar, al inicio del curso los tres grupos tienen unos aciertos medios en el test prácticamente iguales. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 38.2 al 68.7 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 37.1 al 65.1 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 36.5 al 65.3 %. En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos es prácticamente igual.

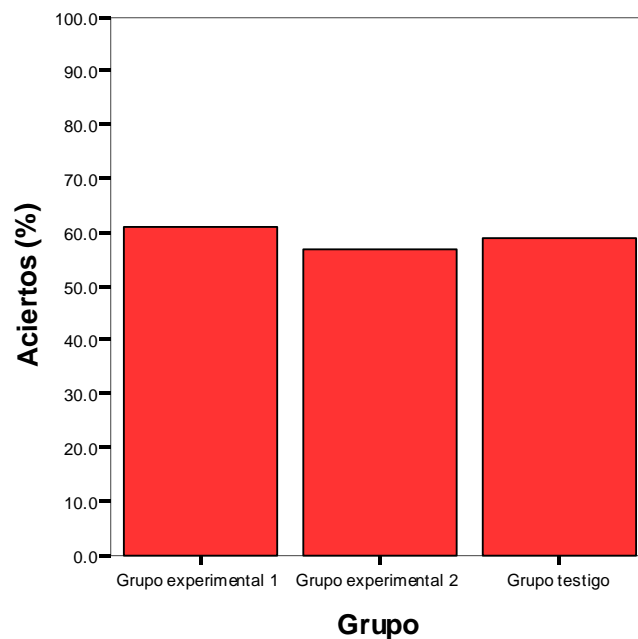


Figura 13.131. Media del % de aciertos de los tres grupos (inicio del curso)

#### 4.6.6. Test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se ha vuelto a realizar el test de razonamiento lógico para adultos, para cuantificar de nuevo el nivel de



meta-conocimiento de los alumnos. Los aciertos medios de los alumnos que pertenecen a los grupos experimentales han aumentado respecto a los alumnos que siguen la clase magistral tradicional. El intervalo del tanto por ciento de aciertos del grupo experimental 1 va desde el 60.2 al 76.5 %. En el grupo experimental 2 tenemos que va desde el 65.7 al 77.7 %; y en el grupo testigo tenemos que el rango de los aciertos va desde el 51.7 al 67.1 %. En la figura siguiente podemos ver la media del tanto por ciento de los aciertos de los estudiantes de los diferentes grupos, constatando que la media de aciertos de los grupos experimentales es mayor que la del grupo testigo.

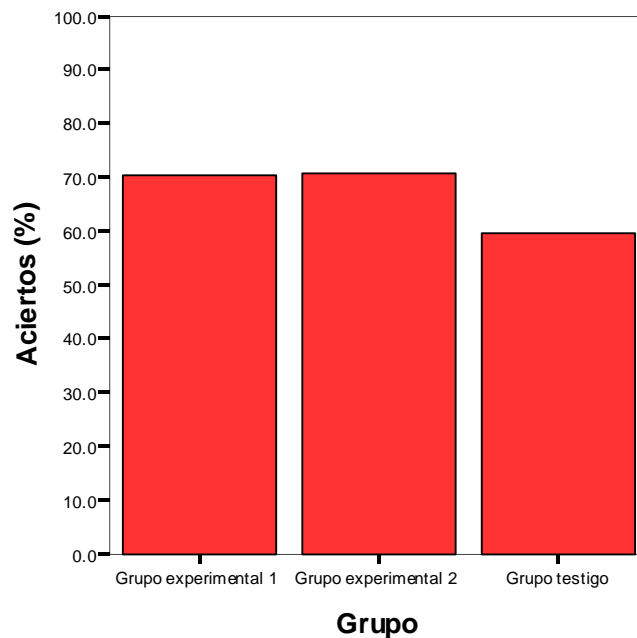


Figura 13.132. Media del % de aciertos de los tres grupos (final del curso)

#### 4.6.7. Test de figuras enmascaradas de Witkin (inicio del curso)

Otra de las herramientas utilizadas ha sido el test de figuras enmascaradas en su forma colectiva (GEFT), el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y

testigo. El test consta de 18 elementos, y su validación y desarrollo se muestra en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis. A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación. Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.63. Percentiles obtenidos al inicio del curso (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertos	Grupo experimental 1	8.000	8.000	9.000	11.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo experimental 2	8.000	8.000	9.000	11.000	13.000	14.000	14.000
		Grupo testigo	8.000	8.000	9.000	11.000	13.000	14.000	14.000
Bisagras de Tukey	Acertos	Grupo experimental 1			9.000	11.000	13.000		
		Grupo experimental 2			9.000	11.000	13.000		
		Grupo testigo			9.000	11.000	13.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.

#### 4.6.8. Test de figuras enmascaradas de Witkin (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el test de figuras enmascaradas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.64. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio	Acertos	Grupo	9.000	9.000	10.000	12.000	14.000	15.000	15.000

ponderado	experimental 1							
	Grupo experimental 2	9.000	9.000	11.000	12.000	14.000	15.000	16.000
	Grupo testigo	8.000	8.000	9.000	11.000	12.000	14.000	14.000
Bisagras de Tukey	Grupo experimental 1			10.000	12.000	14.000		
	Grupo experimental 2			11.000	12.000	14.000		
	Grupo testigo			9.000	11.000	12.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

#### 4.6.9. Estrategias en la solución de problemas (inicio del curso)

En este punto se ha pretendido valorar como el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir una solución al problema expuesto.

Al inicio del curso se plantearon a los alumnos de los dos grupos experimentales y testigo una serie de problemas los cuales ya deberían saber resolver, y se evaluaron en función de si se habían planteado y resuelto de forma correcta, regular o incorrecta. En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo. Además, estos problemas incluían el diseño de algoritmos, con los cuales el profesor evaluaba si la meta-cognición, lo que se conseguía evaluando el grado de optimización del algoritmo.

A continuación se muestra la valoración en tanto por ciento de los problemas propuestos a los estudiantes de los grupos experimentales y testigo, pudiendo observar como la evaluación de los problemas es bastante parecida en los tres grupos.

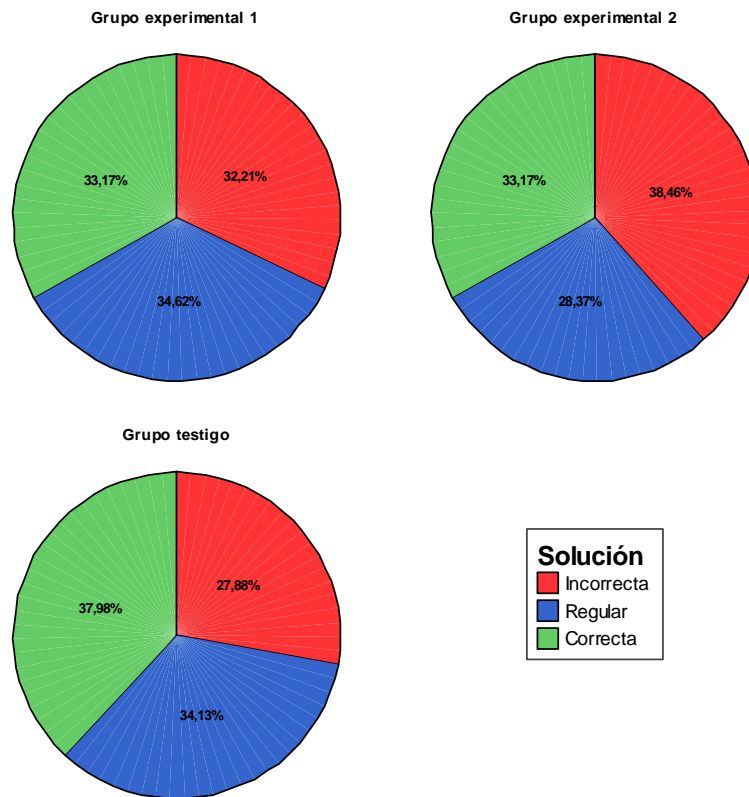


Figura 13.133. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al inicio del curso

#### 4.6.10. Estrategias en la solución de problemas (final del curso)

Al final de cada cuatrimestre se volvió a evaluar de nuevo el meta-conocimiento mediante el sistema descrito en el punto anterior. Se fueron introduciendo problemas con conceptos nuevos, además de los que el alumno supuestamente ya debería saber resolver. A medida que avanzaba el curso se dejaba al alumno que tomara las decisiones por sí mismo, hasta que al final no contó con el profesor como guía.

En la siguiente figura podemos ver el tanto por ciento correspondiente a los problemas propuestos en la parte final de cada cuatrimestre. Como podemos ver, en los grupos experimentales han disminuido las soluciones incorrectas respecto al grupo testigo y han aumentado las soluciones regulares y correctas.

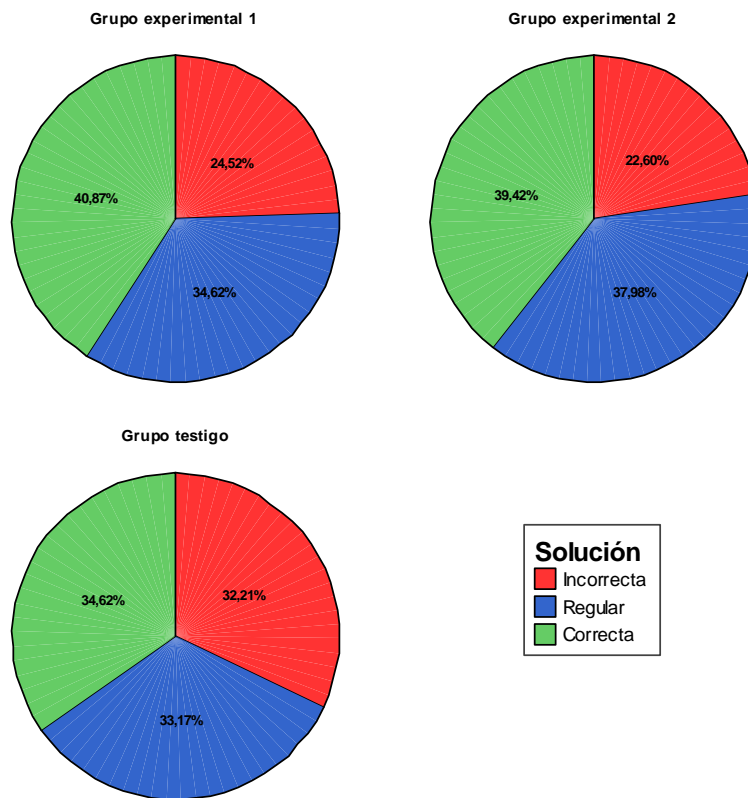


Figura 13.134. Valoración de los problemas propuestos para los tres grupos al final del curso

#### 4.6.11. Práctica estratégica en el laboratorio (inicio del curso)

Como en las otras fases, para las prácticas de las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I se desarrollaron unas placas de circuito impreso.

En primer lugar, los alumnos debían realizar las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados. En sesiones posteriores, el profesor provocó averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta.

El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los alumnos en la reparación de las placas en las sesiones correspondientes al inicio del curso. Como podemos ver, el tiempo medio empleado por los grupos experimentales y testigo son bastante parecidos, al igual que la calificación media obtenida.

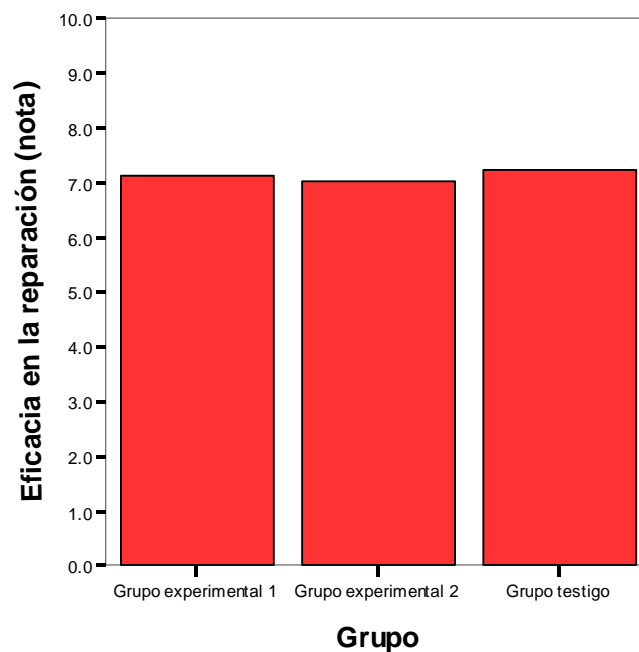
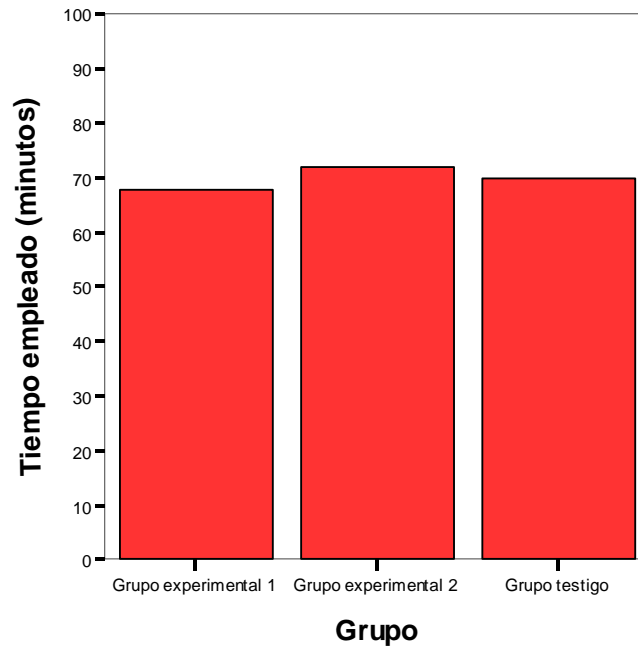


Figura 13.135. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso



*Figura 13.136. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso*

#### *4.6.12. Práctica estratégica en el laboratorio (final del curso)*

En la siguiente figura podemos observar como al final del curso los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo testigo.

Se puede apreciar un aumento de la calificación obtenida en la práctica, así como una disminución del tiempo de reparación consumido por los alumnos en las prácticas.

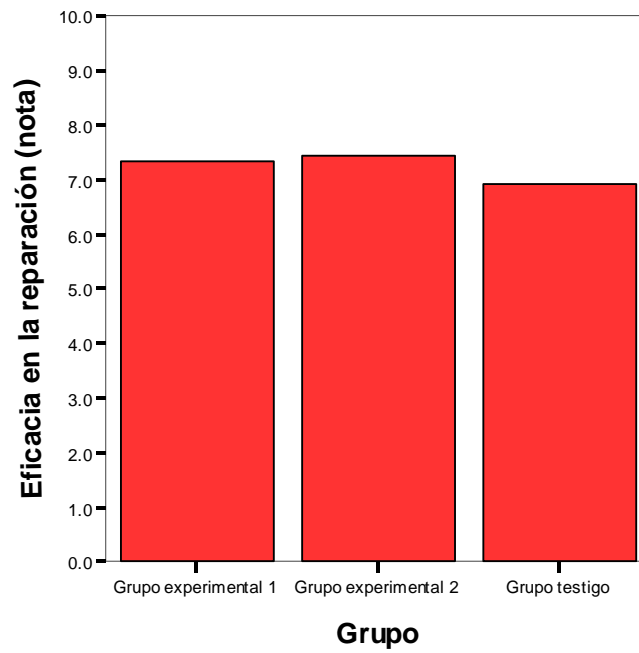


Figura 13.137. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso

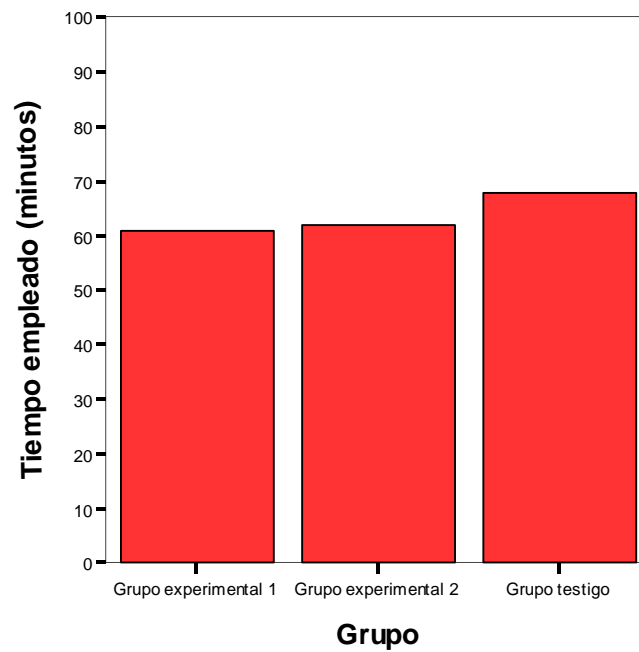


Figura 13.138. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al final del curso



#### 4.6.13. Proyectos y/o problemas reales

Otra de las herramientas utilizadas fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos. En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos.

En la siguiente figura podemos observar los resultados obtenidos (nota media numérica) por los diferentes grupos en esta fase de la investigación. Como se puede observar, las notas obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales son ligeramente superiores a la obtenida por los alumnos del grupo testigo o de control.

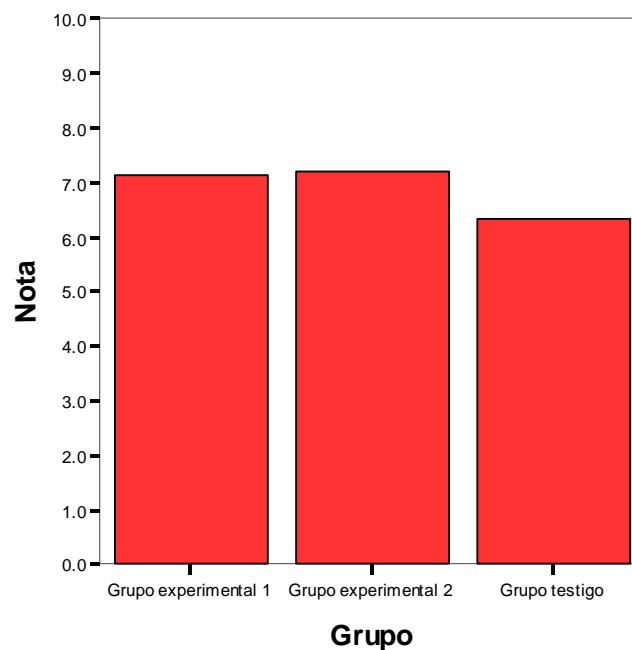


Figura 13.139. Nota media obtenida por los tres grupos en los problemas y proyectos reales propuestos

#### 4.6.14. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (inicio del curso)

Como en otras fases, se ha utilizado el cuestionario de detección de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo. El test consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y el grupo testigo al inicio del curso en esta fase de la investigación.

Se han cuantificado los elementos acertados por cada uno de los grupos.

**Tabla 13.65. Percentiles (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
		Grupo experimental 2	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			5.000	6.000	7.000		
		Grupo experimental 2			5.000	6.000	7.000		
		Grupo testigo			5.000	6.000	7.000		

Como se puede observar En la tabla anterior los tres grupos obtuvieron aproximadamente los mismos resultados en el test al inicio del curso.

4.6.15. Cuestionario de detección de ideas previas erróneas (final del curso)

Al final del cuatrimestre se volvió a realizar el cuestionario de ideas previas erróneas a los alumnos de los diferentes grupos, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 13.66. Percentiles obtenidos al final del curso (Etapa 2 - Fase III)**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	4.000	4.000	5.000	7.000	9.000	10.000	10.000
		Grupo experimental 2	4.000	4.000	5.000	7.000	9.000	10.000	10.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			5.000	7.000	9.000		
		Grupo experimental 2			5.000	7.000	9.000		
		Grupo testigo			5.000	6.000	7.000		

Como podemos observar en la anterior tabla, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos pertenecientes al grupo experimental.

4.6.16. Trabajo – proyecto final

Igual que en las otras fases, el trabajo o proyecto final en grupo se entregaba al final de cada cuatrimestre, teniendo un peso importante en la nota final del alumno.

El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la solución, cuantificando así

la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos.

A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se dejaba a los estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

A continuación se muestra la valoración del profesor (nota media numérica) en función de los aspectos comentados más arriba. Como se puede observar, las notas medias obtenidas por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales fueron ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos del grupo testigo.

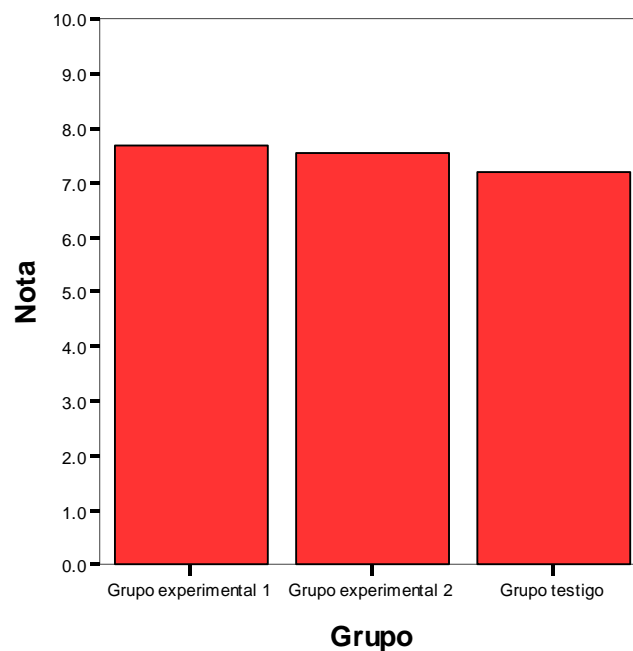


Figura 13.140. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final

#### 4.6.17. Cuestionario MAPE-II

Como en otras fases, el análisis de los datos está basado en las cinco escalas que componen el instrumento de evaluación de la motivación (cuestionario MAPE-II). Como ya se ha expuesto en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, dichas escalas están compuestas por los siguientes constructos:

- Capacidad de trabajo y rendimiento.
- Motivación intrínseca.
- Ambición.
- Ansiedad inhibidora del rendimiento.
- Ansiedad facilitadora del rendimiento.

Para la realización de la primera escala (capacidad de trabajo y rendimiento) se ha considerado alta capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta capacidad de trabajo y rendimiento.

Consideramos baja capacidad de trabajo y rendimiento a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 1 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja capacidad

Para la realización de la segunda escala (motivación intrínseca) se ha considerado alta motivación intrínseca a las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas NO de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas SÍ de los elementos con saturación positiva y las respuestas NO de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la alta motivación intrínseca.

Consideramos baja motivación intrínseca a las respuestas NO de los elementos con saturación positiva de la escala 2 y a las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa de dicha escala. La suma total de las respuestas NO de los elementos con saturación positiva y las respuestas SÍ de los elementos con saturación negativa nos da el valor total de la baja motivación intrínseca.

Para la realización de la tercera (ambición), cuarta (ansiedad inhibidora del rendimiento) y quinta escala (ansiedad facilitadora del rendimiento) se ha considerado alta motivación, alta ansiedad inhibidora y alta ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas SÍ de cada una de las escalas.

Por otro lado, se ha considerado baja motivación, baja ansiedad inhibidora y baja ansiedad facilitadora del rendimiento a las respuestas NO de cada una de las escalas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por los grupos experimentales y testigo en esta fase de la investigación, referentes al test de evaluación de la motivación MAPE-II. Como podemos observar, los grupos experimentales destacan por tener una capacidad de trabajo y rendimiento, motivación intrínseca, ambición y ansiedad facilitadora del rendimiento

ligeramente superiores a la del grupo testigo o de control, mientras que este tiene una ansiedad inhibitoria del rendimiento ligeramente superior a la de los grupos experimentales.

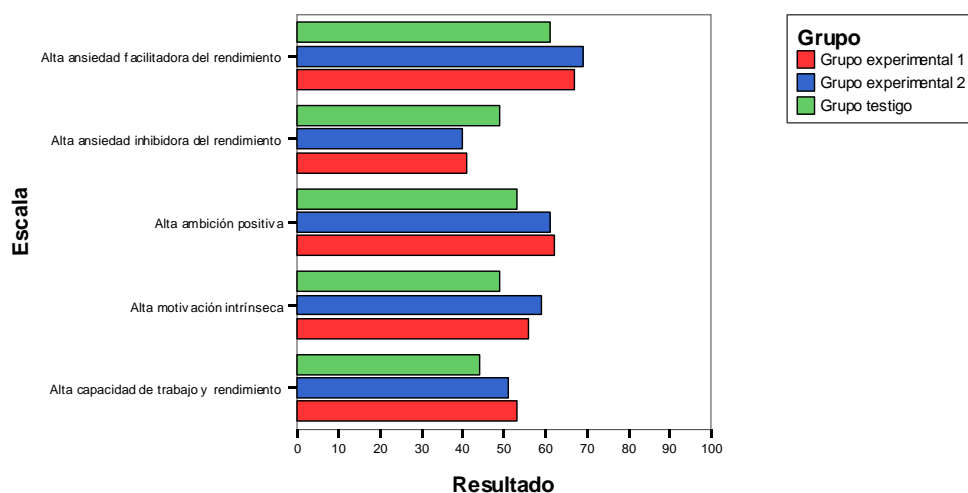


Figura 13.141. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II por los diferentes grupos a lo largo de esta fase

#### 4.6.18. Fichas de observación

Las fichas de observación (ficha personal, ficha de grupo y ficha de laboratorio), las cuales están detalladas en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis, se han utilizado para recoger diferentes datos y/o actividades de los alumnos.

Gracias a estas fichas se ha valorado si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado.

En el laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia. A continuación se muestra la nota media obtenida por los alumnos de los diferentes grupos a lo largo de esta fase de la investigación, la cual se ha obtenido a partir de la valoración obtenida por el profesor a partir de las fichas. Como podemos observar, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por los alumnos del grupo testigo o de control.

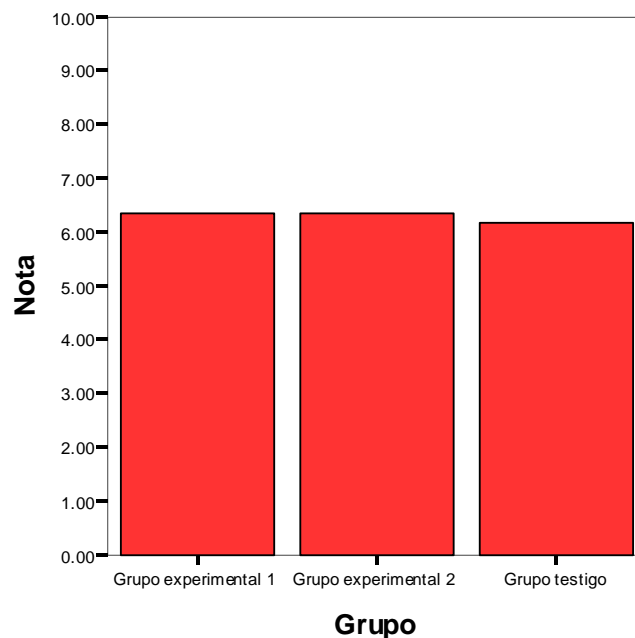


Figura 13.142. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación

#### 4.6.19. Entrevista a los alumnos

Con la entrevista a los alumnos se ha pretendido evaluar la motivación de los mismos y obtener una valoración por parte del alumnado del método diseñado. Durante las entrevistas el profesor iba tomando notas de lo que comentaba el alumno, lo cual le servía para comprobar la



evolución de éstos, además de para obtener una visión por parte de los alumnos del método diseñado.

#### 4.6.20. Base de datos de la plataforma

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos. A través del Campus los alumnos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar. Mediante el control de acceso al Campus y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido evaluar el interés que sienten por el tema que se está trabajando. A continuación se muestra una calificación media obtenida por lo alumnos en función de su implicación con el Campus, con la que podemos hacernos una idea de su motivación respecto al tema trabajado a lo largo de esta fase de la investigación.

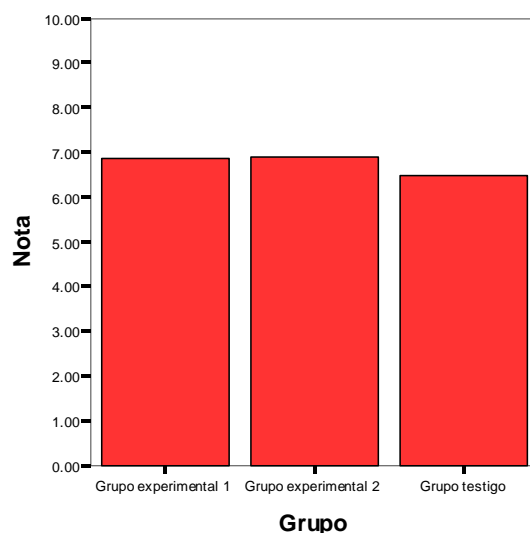


Figura 13.143. Resultados medios obtenidos en la valoración de la participación e implicación en el Campus

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS, CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y CONCLUSIONES

Una vez obtenidos todos los datos estadísticos, procede verificar y contrastar las hipótesis planteadas en el capítulo 11 de la tesis.

El procedimiento será constatar el cumplimiento de las hipótesis más directas para ir contrastando a posteriori las más complejas.

### 5.1. Cumplimiento de la hipótesis I<sub>1</sub>

#### Hipótesis I<sub>1</sub>

(Etapa 1 – Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional. La disminución de ideas alternativas erróneas se produce con independencia de factores psicológicos, como el estilo cognitivo o la capacidad de razonamiento formal.*

Esta hipótesis relaciona el cambio conceptual con el modelo metodológico seguido, y alude también a la posible influencia de dos variables o factores psicológicos.

Por esto se ha desglosado en otras tres hipótesis operativas, que se denominaron I<sub>1.1</sub>, I<sub>1.2</sub>, y I<sub>1.3</sub> respectivamente.

5.1.1. *Cumplimiento de la hipótesis I<sub>1.1</sub>*

**Hipótesis I<sub>1.1</sub>**

(Etapa 1 – Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas y una potenciación de sus esquemas conceptuales, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional.*

Para verificar esta hipótesis se han utilizado diversas herramientas, una de ellas son los mapas conceptuales, los cuales nos han servido para ilustrar la estructura cognoscitiva o de significados que tienen los alumnos, y con ella hemos podido evaluar lo “ordenados” que tenían en su mente los conocimientos que se le han ido transmitiendo a lo largo de los diferentes cursos. Además, han facilitado la organización lógica y estructurada de los contenidos desarrollados en los diferentes cursos, ya que para los alumnos han sido útiles debido a que han podido separar la información significativa de la información trivial.

En la figura siguiente podemos ver como a lo largo de las diferentes fases de las que ha constado la investigación, la nota media en los mapas conceptuales realizados a lo largo del curso por los alumnos pertenecientes a los grupos a los cuales se ha aplicado la metodología propuesta ha ido aumentando a medida que el método se ha ido consolidando, constatando así lo expuesto en la hipótesis I<sub>1.1</sub>.

(Nota: A partir de este instante y para simplificar las figuras: Etapa 1- Fase I = Fase 1; Etapa 2 – Fase I = Fase II, Etapa 1 Fase 2 = Fase III; etc.)

Además de los mapas conceptuales se han utilizado los problemas guiados, el test de ideas previas y el trabajo en el laboratorio, el análisis de los cuales veremos más adelante.

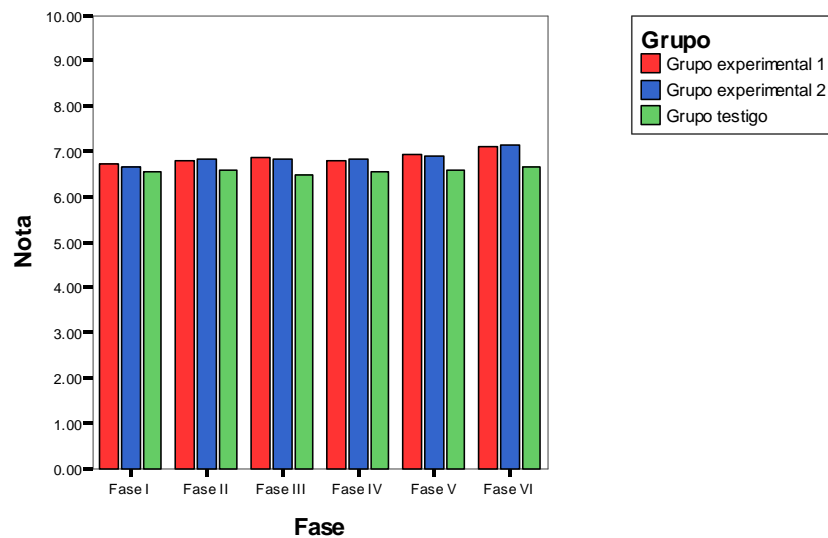


Figura 13.144. Nota media de los diferentes grupos a lo largo de la investigación en los mapas conceptuales

### 5.1.2. Cumplimiento de la hipótesis I<sub>1.2</sub>

#### **Hipótesis I<sub>1.2</sub>**

(Etapa 1 – Fase I)

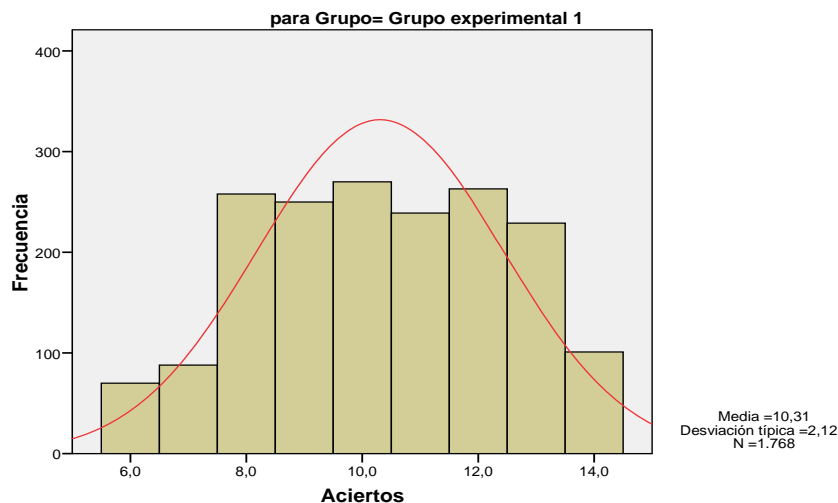
*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia del estilo cognitivo DIC, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional.*

Al inicio de cada curso se realizó el test de figuras enmascaradas de Witkin en su forma colectiva (detallado en el apéndice documental (anexo I) con el cual se ha efectuado un diagnóstico del estilo cognitivo DIC (dependencia-independencia de campo de la percepción) durante las diferentes fases de la investigación. A continuación se muestran los resultados medios obtenidos en este test al inicio de cada curso. Como se puede comprobar, los aciertos medios de los diferentes grupos, tanto los experimentales como el grupo testigo, son muy parecidos al inicio del curso.

**Tabla 13.67. Percentiles medios al inicio del curso**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	7.000	8.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000
		Grupo experimental 2	7.000	7.000	8.000	10.000	12.000	13.000	14.000
		Grupo testigo	7.000	7.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			9.000	10.000	12.000		
		Grupo experimental 2			8.000	10.000	12.000		
		Grupo testigo			9.000	10.000	12.000		

**Histograma**



*Figura 13.145. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 1)*

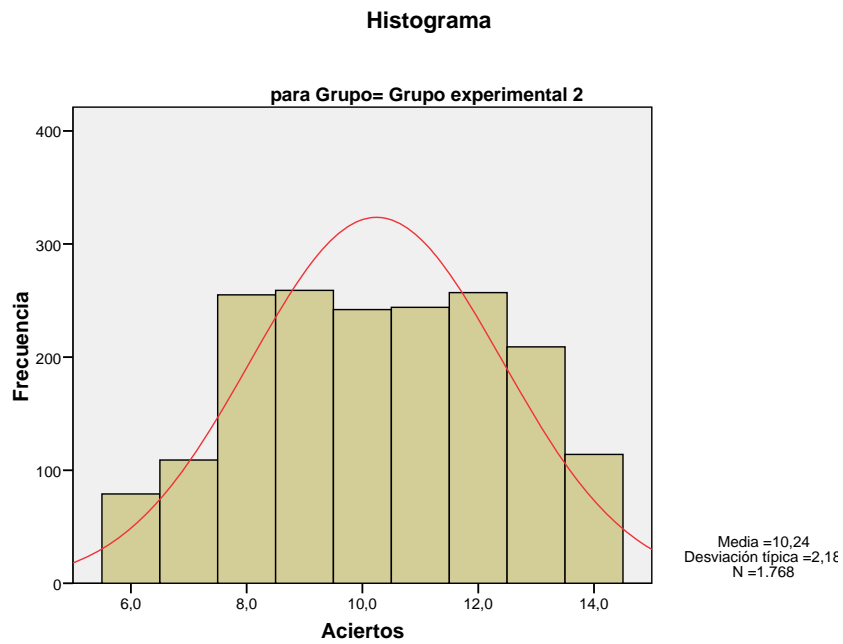


Figura 13.146. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 2)

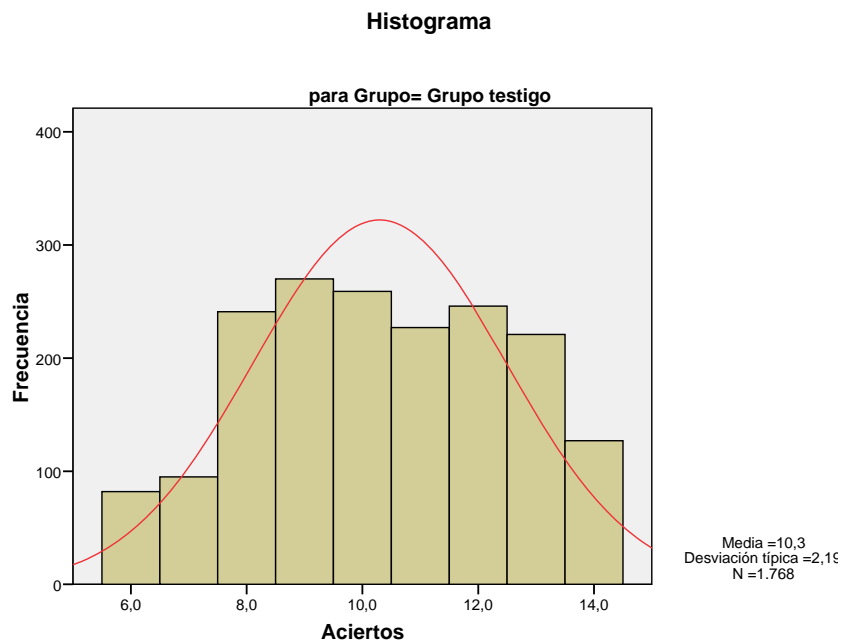


Figura 13.147. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo testigo)

A continuación se muestran los resultados medios obtenidos en el test de figuras enmascaradas de Witkin efectuado al final de cada curso.

Como se puede observar, tanto los alumnos de los grupos experimentales dependientes de campo (de carácter más abierto y que conceden mucha importancia a las relaciones sociales) como los independientes de campo (más introvertidos y con mayor capacidad de reestructuración de las ideas por si solos) han mejorado en el desarrollo de aspectos meta-cognitivos, constatando lo expuesto en la hipótesis I<sub>1,2</sub>.

El grupo testigo, en cambio, ha obtenido unos resultados medios parecidos a los del inicio del curso.

**Tabla 13.68. Percentiles medios al final del curso**

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	9.000	9.000	10.000	11.000	13.000	14.000	14.550
		Grupo experimental 2	9.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000	15.000
		Grupo testigo	7.000	8.000	8.000	10.000	12.000	13.000	14.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			10.000	11.000	13.000		
		Grupo experimental 2			10.000	12.000	13.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

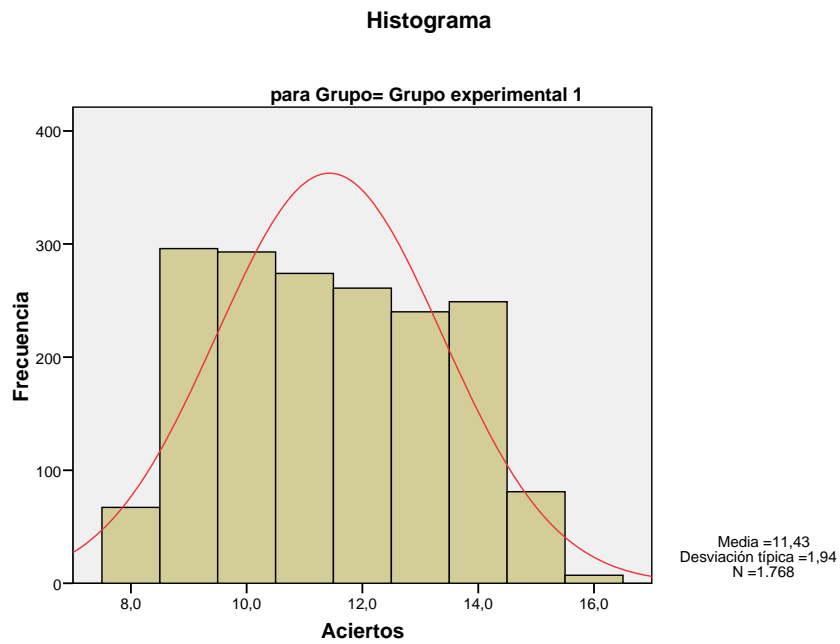


Figura 13.148. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 1)

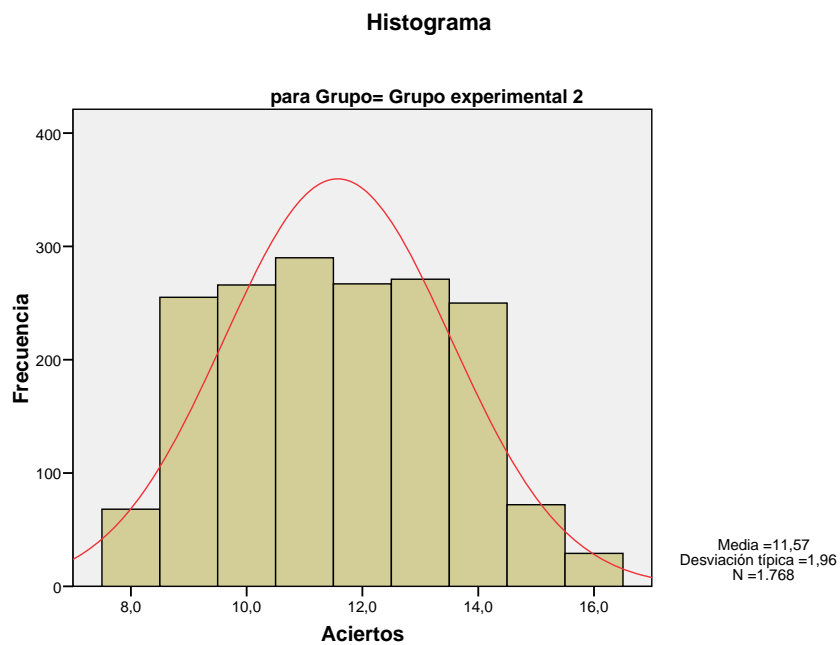


Figura 13.149. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 2)



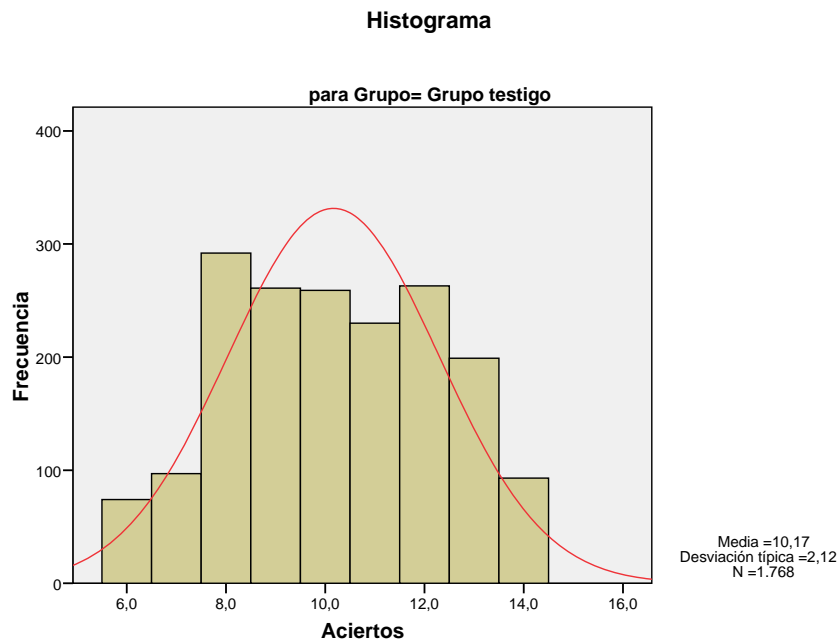


Figura 13.150. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo testigo)

### 5.1.3. Cumplimiento de la hipótesis $I_{1.3}$

#### **Hipótesis $I_{1.3}$**

(Etapa 1 – Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia de la capacidad de razonamiento formal, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional.*

Con el test de razonamiento lógico para adultos se ha valorado el nivel de razonamiento formal y su evolución a largo de los diferentes

cursos. Tal y como podemos observar en la figura siguiente, a lo largo de las diferentes fases de las que ha constado la investigación los aciertos medios en el test de razonamiento lógico para adultos realizados al principio del curso han estado aproximadamente entre el 50% y el 60% en los tres grupos.

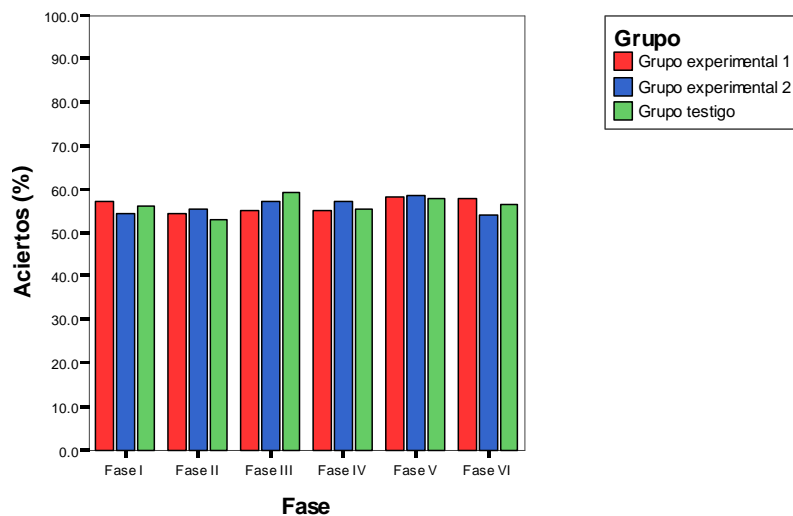


Figura 13.151. Aciertos medios de los diferentes grupos a lo largo de la investigación en el test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Por otro lado, tal y como podemos observar en la figura siguiente, a lo largo de las diferentes fases los aciertos medios en el test de razonamiento lógico para adultos de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales han ido creciendo a lo largo de cada curso académico (cuatrimestre), constatando el aumento en su meta-conocimiento con respecto al inicio del curso, y por lo tanto, lo expuesto en la hipótesis II<sub>1.3</sub>.

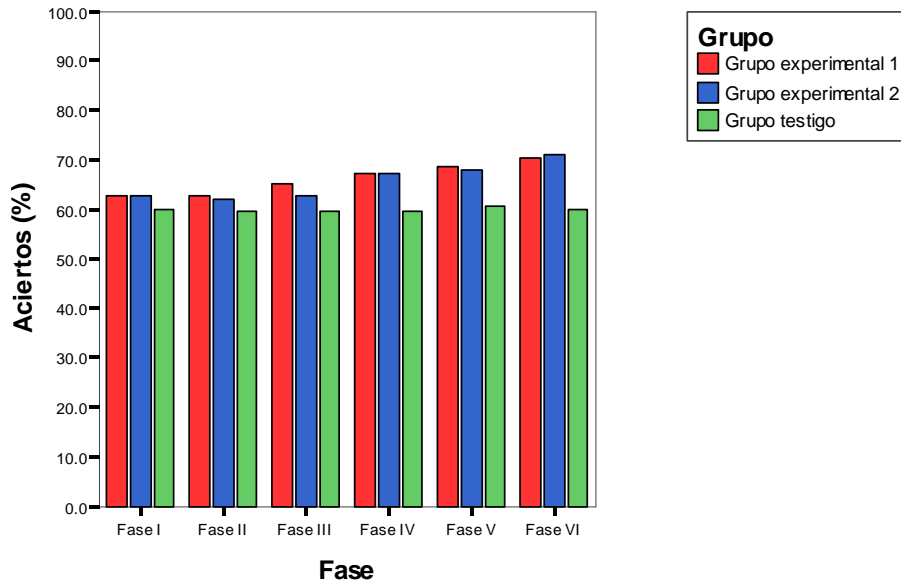


Figura 13.152. Aciertos medios de los diferentes grupos a lo largo de la investigación en el test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

## 5.2. Cumplimiento de la hipótesis I<sub>2</sub>

El aprendizaje significativo, como se ha señalado, se refiere tanto al aprendizaje conceptual como al aprendizaje procedimental. Éste está relacionado con la aplicación de procedimientos, coherentes con la metodología científica, dirigidos a la interpretación de situaciones problemáticas y a la aplicación de estrategias de resolución.

Los argumentos que exponen los alumnos cuando se les pide la justificación de una respuesta, o de la explicación de una situación, se basan más en sus pre-concepciones que en los modelos de la Ciencia (Sardá y Sanmartí, 2000).

Por otro lado, los alumnos imitan, en parte, la forma de proceder de los profesores en la resolución de problemas (Gil y Ramírez, 1989) y, por

encima de todo, suelen considerar que los ejemplos de problemas resueltos en los libros de texto son un referente explícito del procedimiento a seguir en la resolución de problemas (Concari y Giorgi, 2000).

Hay que decir, además, que el método incide muy directamente en la eliminación y no generación de las ideas alternativas erróneas, ya que muchas veces, al no ser el profesor del todo claro y riguroso en las explicaciones, puede provocar la aparición de ideas alternativas erróneas.

El hecho de trabajar los problemas en grupos cooperativos, y las discusiones entre alumnos (con la intervención del profesor) favorece el cambio metodológico, y se refleja en las memorias de los trabajos. La evaluación de las memorias por parte del profesor y alumnos haciendo hincapié en los procedimientos utilizados por el alumno, ayudará al alumno a reconocer los aspectos adecuados e inadecuados de su metodología y en suma, a autorregularse. En consecuencia, la metodología educativa propuesta favorecerá el cambio metodológico deseado.

### **Hipótesis I<sub>2</sub>**

(Etapa 1 – Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio procedimental de los alumnos de ingeniería respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional.*

Como ya hemos visto en puntos anteriores de esta tesis, un ejemplo de cómo evaluar el meta-conocimiento ha sido con el diseño de algoritmos en las asignaturas de Circuitos Digitales y SDI1, y su posterior valoración.

Mediante estos algoritmos el profesor ha podido evaluar si la meta-cognición del alumno ha mejorado, lo que traducido a la programación significa que el algoritmo que el alumno ha diseñado es óptimo (ha utilizado una estrategia de desarrollo del problema adecuada), por lo tanto está bien organizado (al igual que los conocimientos “en la cabeza” del alumno), ocupa la menor memoria electrónica y recursos posibles, etc.

En el lado opuesto tendríamos un algoritmo que funciona correctamente y cumple las especificaciones deseadas pero que no está optimizado, con lo cual utiliza más recursos y memoria de la que podría necesitar, etc., y en consecuencia es de mayor tamaño, menos fiable y constituye una tecnología menos sostenible. Por esto es muy importante que un Ingeniero tenga un buen nivel de meta-conocimiento, para que sea capaz de realizar diseños más óptimos, fiables y sostenibles con el medio.

Además de estos algoritmos, también se ha cuantificado el meta-conocimiento y el aprendizaje significativo con una serie de problemas, y se han evaluado en función de si se habían planteado y resuelto según un baremo (solución correcta, regular o incorrecta).

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo, lo que ha hecho que los alumnos hayan mejorado su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos, cada vez con menos ayuda por parte del profesor.

En las figuras siguientes se muestra la valoración obtenida por los alumnos de los diferentes grupos en estos aspectos (problemas y algoritmos), tanto en la forma de resolverlos como en su resultado final. Como se puede observar, al principio del curso, con la colaboración del

profesor, la valoración entre los tres grupos es muy parecida, mientras que a medida que ha ido avanzando el curso (poco a poco el profesor iba disminuyendo su colaboración) los resultados incorrectos han disminuido ligeramente en los grupos experimentales, constatando así una mejora tanto en el meta-conocimiento como en el aprendizaje significativo, y en consecuencia, constatando el cumplimiento de las hipótesis I<sub>2</sub>. Además, se puede apreciar un ligero aumento en los resultados correctos por parte de los grupos experimentales al irse consolidando el método. Así, un resumen de todas la Etapas y Fases.

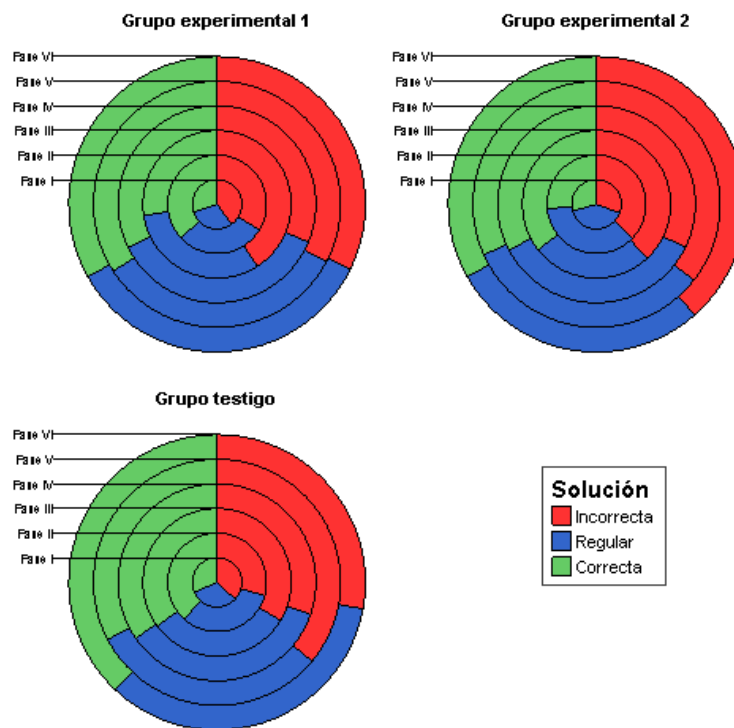


Figura 13.153. Valoración de los problemas propuestos al inicio del curso

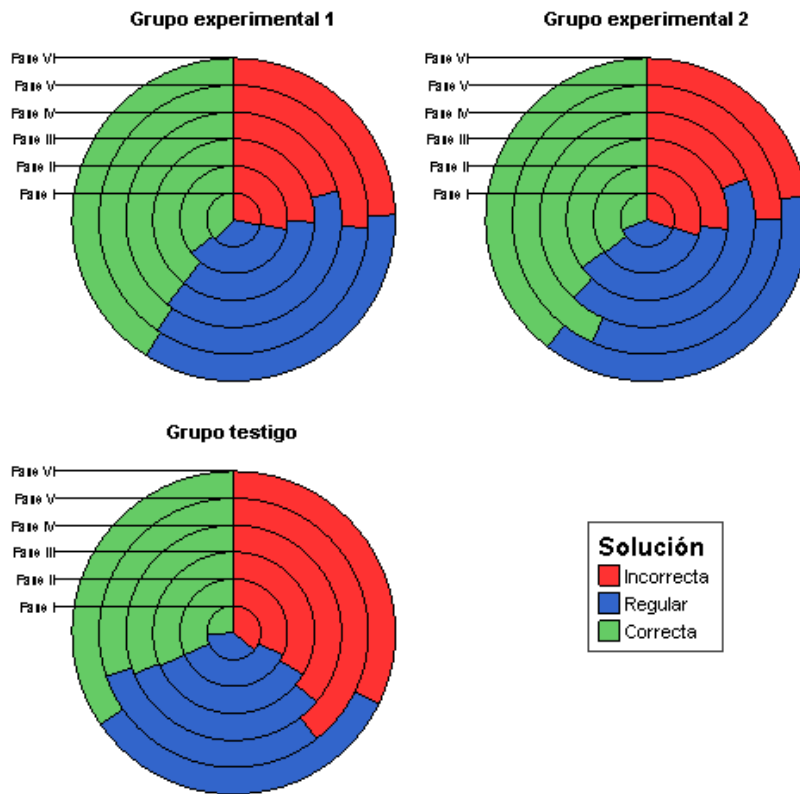


Figura 13.154. Valoración de los problemas propuestos al final del curso

El cumplimiento de las hipótesis anteriores verifica la hipótesis I (más general) presentada en el capítulo 11, demostrando que la metodología activa participativa cooperativa propuesta ha favorecido el aprendizaje significativo de los grupos experimentales. Se ha verificado el cambio conceptual o en las concepciones de sus alumnos, lo que se ha traducido en una disminución de las ideas alternativas erróneas de éstos y sus esquemas conceptuales. También se han utilizado prácticas de laboratorio, cuyos resultados analizamos más adelante.

**Hipótesis I**

(Etapa 1 – Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el aprendizaje significativo del alumno frente a los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional.*

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis I:

**Tabla 13.69. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis I**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Carpeta (mapas conceptuales)	Mapas conceptuales	Se recogen durante todo el curso	Evalúan el progreso en la evolución de los mapas conceptuales
Problemas guiados y trabajo en el laboratorio	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua de las ideas previas erróneas y de los esquemas conceptuales
Test de razonamiento lógico para adultos	12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación	Inicio y fin de curso	Evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución a largo del curso
Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (GEFT)	18 ítems gráficos con figuras geométricas que deben ser descubiertas dentro de otras más complejas	Inicio y fin del curso	Diagnóstico del estilo cognitivo DIC (dependencia – independencia de campo)
Algoritmos y problemas	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua del meta-conocimiento



### 5.3. Cumplimiento de la hipótesis II<sub>1</sub>

En el planteamiento del problema se alude a la meta-cognición. Es razonable suponer que la realización de actividades de autorregulación, en las que el alumno ha de ser capaz de realizar procesos de control de su propia actividad cognitiva, debe favorecer la meta-cognición.

Aunque se han aplicado muchas herramientas, básicamente la cuestión es establecer qué aspectos de la meta-cognición se favorecen y, de ellos, cuáles son contrastables o puede confirmarse experimentalmente.

En consecuencia, buscamos algún indicador que permita tener idea si el alumno distingue lo que sabe de lo que no sabe.

Un indicador sencillo es la comparación entre las expectativas de acierto ante situaciones problemáticas, como las que se proponen en los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas. Por ello enunciamos la hipótesis:

#### **Hipótesis II<sub>1</sub>**

(En todas la Etapas y Fases)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto.*

Mediante el test de ideas previas erróneas se han cuantificado las ideas alternativas erróneas de los alumnos de los diferentes grupos.

Estas ideas previas o alternativas son denominadas de múltiples formas (aunque con pequeños matices): errores conceptuales, preconceptos,

ideas intuitivas, esquemas conceptuales alternativos, constructos personales... Actualmente existe cierto consenso en denominarlas ideas alternativas.

Las ideas previas erróneas a la instrucción o aprendizaje pueden variar la percepción de los conocimientos por parte de los alumnos e incluso pueden formar una barrera que dificulte o rechace dichos conocimientos. La evaluación continua ha sido una herramienta muy útil a la hora de observar la modificación o no de estas estructuras cognitivas.

El test de ideas previas erróneas, el cual se puede aplicar de forma simultánea a los alumnos que forman los grupos experimentales y testigo, consta de 10 cuestiones sobre teoría de circuitos, las cuales se muestran en el apéndice documental (anexo I) de la presente tesis.

A continuación se muestran los resultados obtenidos al inicio del curso en las diferentes fases de la investigación. Se ha cuantificado la media de los elementos acertados por cada uno de los grupos en todas las fases.

**Tabla 13.70. Percentiles medios al inicio del curso**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	3.000	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
		Grupo experimental 2	3.000	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
		Grupo testigo	3.000	4.000	4.000	5.000	7.000	7.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			4.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			4.000	5.000	6.000		
		Grupo testigo			4.000	5.000	7.000		

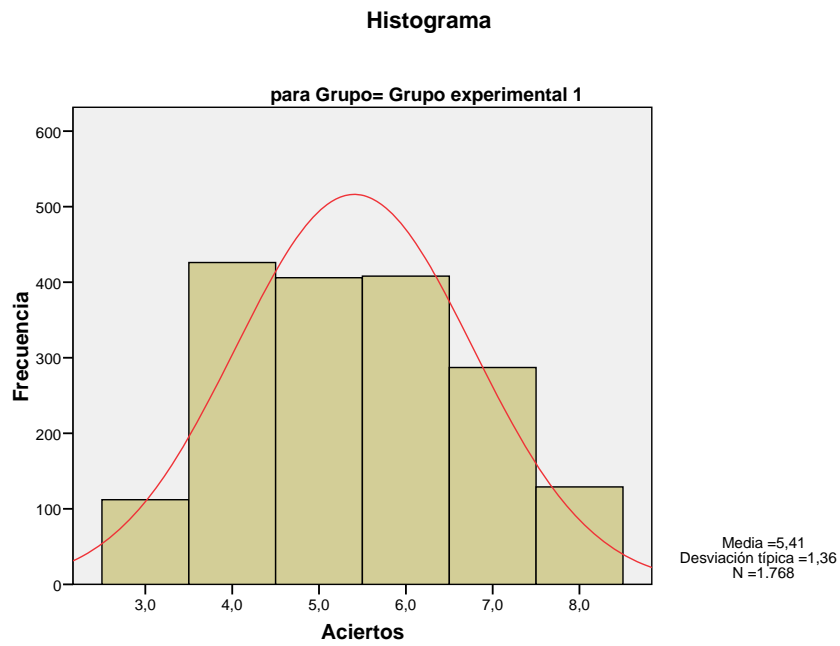


Figura 13.155. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 1)

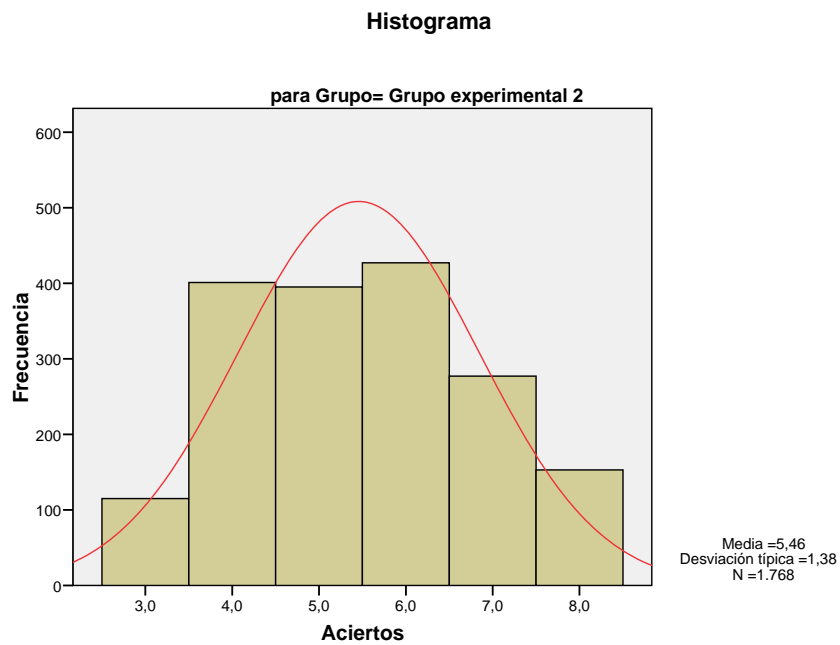


Figura 13.156. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 2)

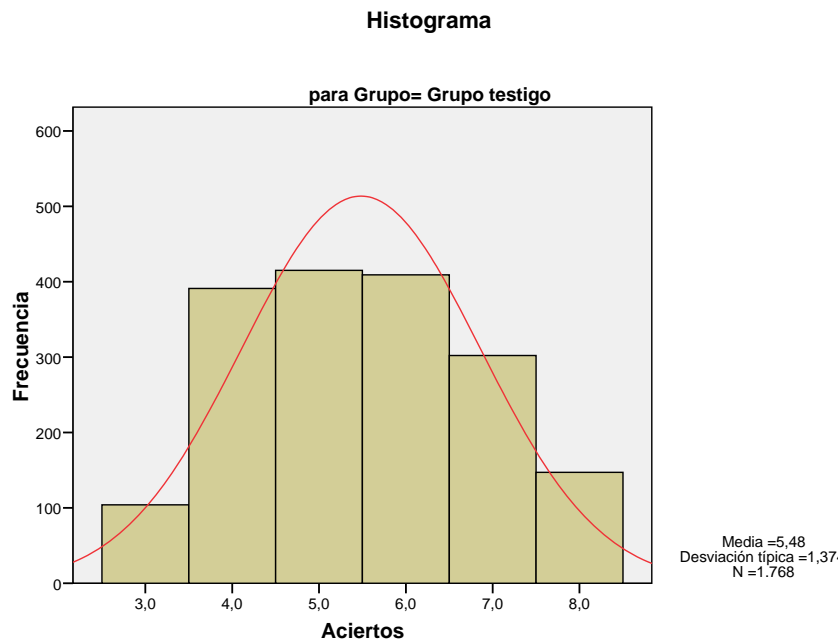


Figura 13.157. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo testigo)

A continuación se muestran los resultados medios obtenidos en el test de ideas previas erróneas, efectuado al final de cada curso. El resultado obtenido por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es superior al obtenido por el grupo testigo, constatando así lo expuesto en la hipótesis II<sub>1</sub>, ya que como se puede comprobar ha habido una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas en los grupos a los que se le ha aplicado la nueva metodología.

Tabla 13.71. Percentiles medios al final del curso

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo ex. 1	4.000	4.000	5.000	6.000	8.000	9.000	9.000
		Grupo ex. 2	4.000	4.000	5.000	6.000	8.000	8.000	9.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	4.000	6.000	7.000	7.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo ex. 1			5.000	6.000	8.000		
		Grupo ex. 2			5.000	6.000	8.000		
		Grupo testigo			4.000	6.000	7.000		

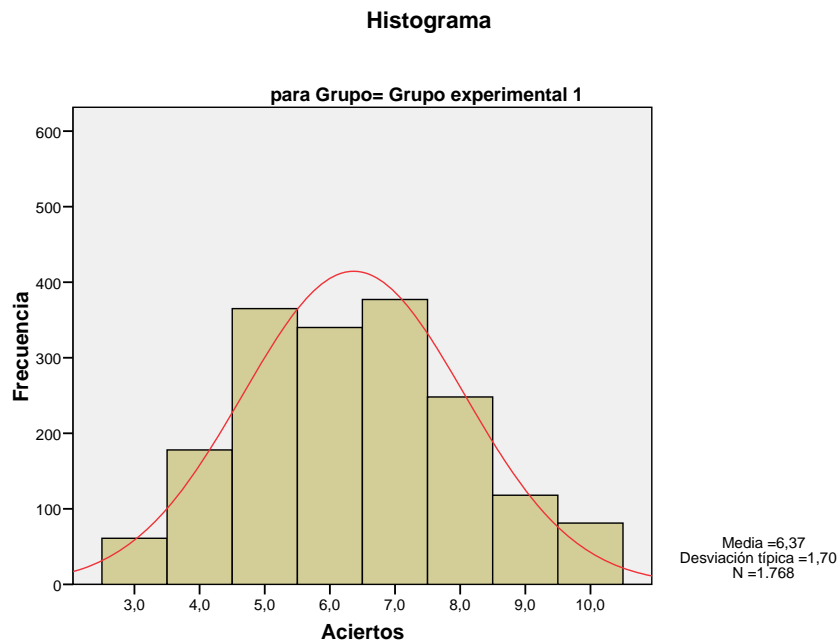


Figura 13.158. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 1)

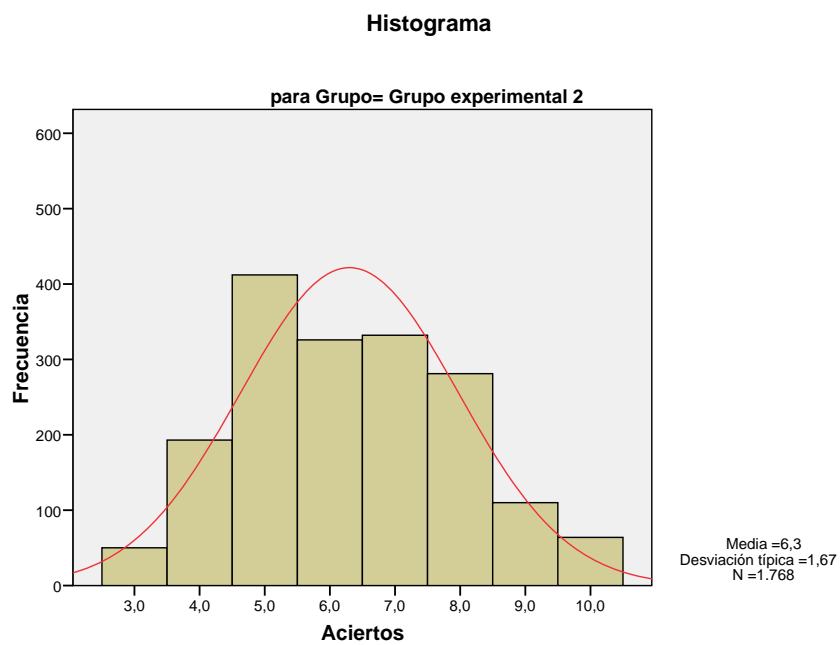


Figura 13.159. Distribución de los aciertos medios al final del curs (grupo experimental 2)

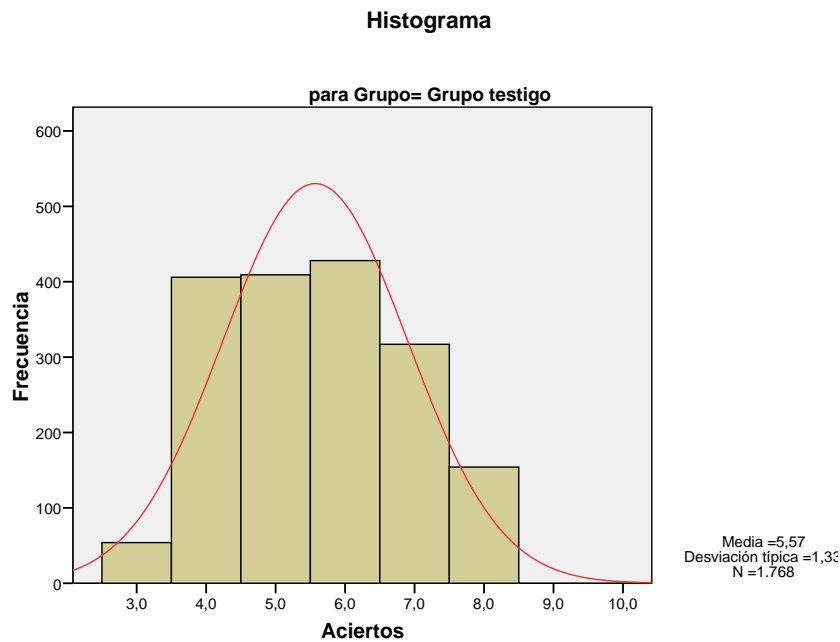


Figura 13.160. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo testigo)

#### 5.4. Cumplimiento de la hipótesis II<sub>2</sub>

##### Hipótesis II<sub>2</sub>

(En todas las Etapas y Fases)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la meta-cognición de tal modo que el alumno pueda solucionar problemas nuevos.*

Con los resultados obtenidos en el proyecto final se ha cuantificado la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en las diferentes fases de la investigación. El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la

solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos.

A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se ha dejado a los estudiantes que fueran ellos los que tomaran decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor.

En la siguiente figura se puede observar la calificación media obtenida por los diferentes grupos, constatando nuestras hipótesis iniciales de mejora del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los grupos a los cuales se les ha aplicado la nueva metodología, constatando el cumplimiento de las hipótesis II<sub>2</sub>, en todas la Etapas y Fases.

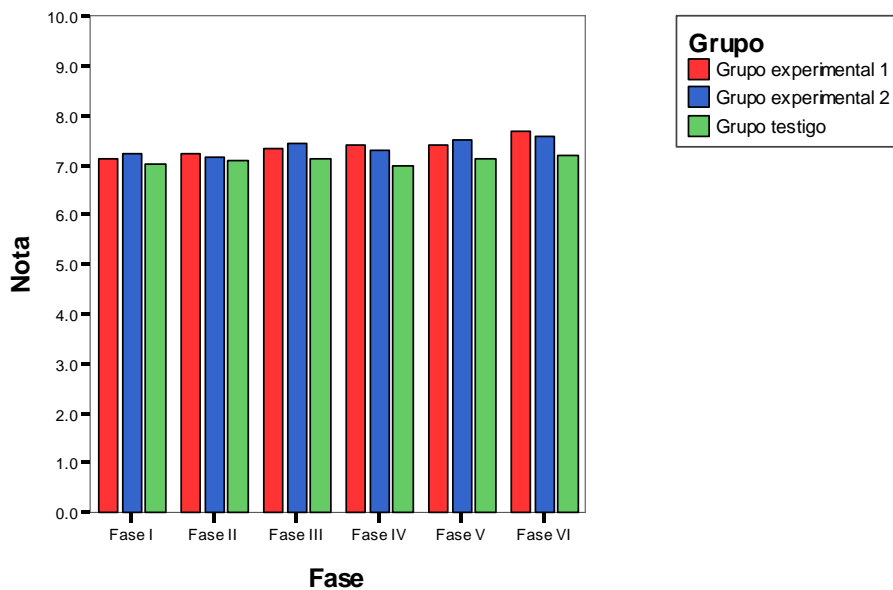


Figura 13.161. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final durante las diferentes fases de la investigación

Para evaluar el meta-conocimiento y el aprendizaje significativo en el laboratorio de prácticas se había optado en primer lugar por utilizar el

cuestionario de práctica estratégica. Al aplicar dicho test se obtuvieron unos resultados que mostraban desviaciones debido a que éste no se ajustaba a los estudiantes de ingeniería, por lo cual se decidió no utilizarlo para la investigación y se optó por desarrollar una nueva herramienta para cuantificar el meta-conocimiento y el aprendizaje significativo en el laboratorio. La herramienta desarrollada fueron diferentes circuitos impresos diseñados especialmente para las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I, en el cual los alumnos, en primer lugar, realizaban las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados.

En sesiones posteriores, el profesor había provocado averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta. El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación. El alumno que tiene las ideas “ordenadas” en su cabeza consigue llegar antes a la fuente de la avería y sabe encontrar el camino óptimo para repararla, de manera que para cuantificar el meta-conocimiento y la estrategia, nos hemos preguntado a lo largo de cada uno de los cursos: (¿El alumno ha sabido reparar la avería del circuito impreso o no? ¿Cuánto tiempo ha tardado en encontrar y reparar la avería?). En las siguientes figuras se muestra la nota media que obtuvieron los alumnos en la reparación de las placas de circuito impreso, así como el tiempo medio de reparación. Como podemos observar al principio del curso los alumnos de los diferentes grupos obtuvieron unas notas similares referentes a la eficacia en la reparación de las placas. Por lo que respecta al tiempo de reparación, los resultados fueron diferentes según la fase, variando el grupo que menos tardaba en reparar la placa de circuito impreso según la fase de la investigación. A partir de todo esto podemos afirmar que



un aumento en la capacidad de diagnóstico y destreza en la solución de las prácticas significa una potenciación del meta-conocimiento.

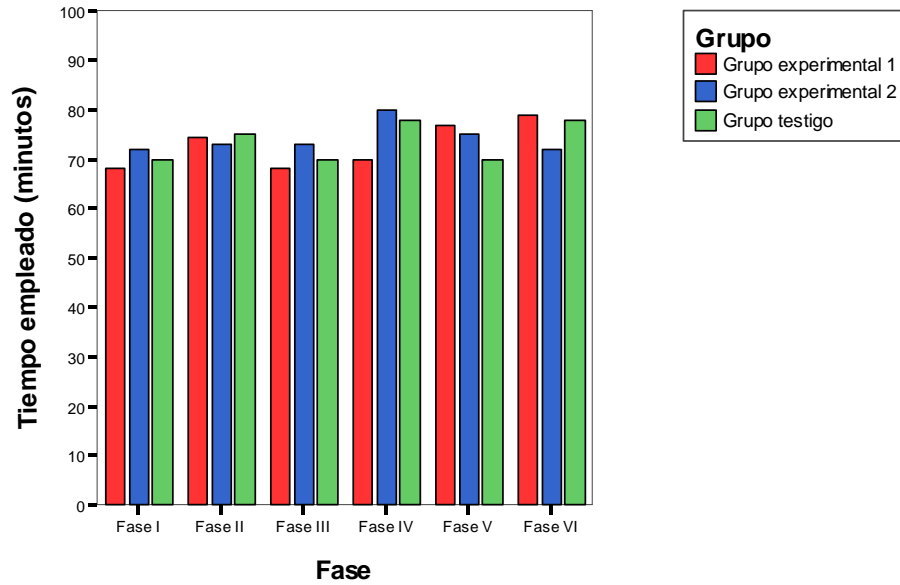


Figura 13.162. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso durante las diferentes fases de la investigación

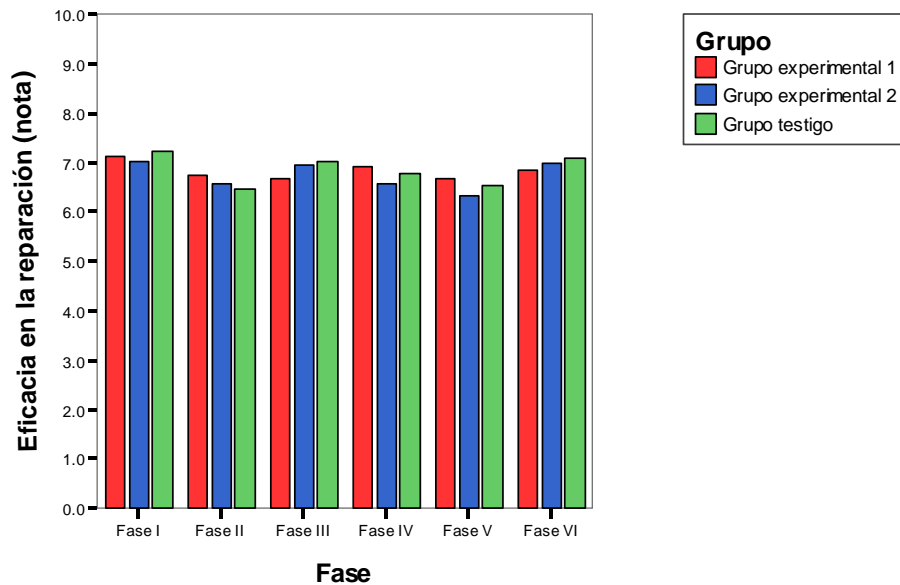


Figura 13.163. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso durante las diferentes fases de la investigación

Los resultados obtenidos al final del curso han mostrado un aumento del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los grupos experimentales, constatando el cumplimiento de las hipótesis II<sub>2</sub>.

Como podemos observar en las siguientes figuras, la eficacia media en la reparación de los grupos experimentales ha sido superior que la del grupo testigo o de control, habiendo aumentado en comparación a los resultados obtenidos al principio del curso.

Referente al tiempo empleado para reparar la placa de circuito impreso, los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales lo han conseguido en un tiempo medio inferior al de los alumnos pertenecientes al grupo testigo o de control, demostrando esto un aumento de su meta-conocimiento.

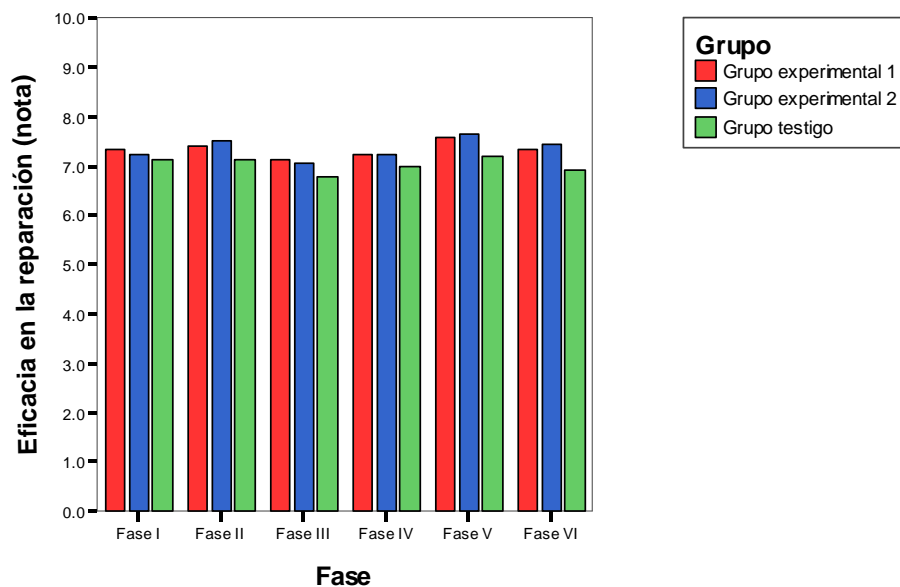


Figura 13.164. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso durante las diferentes fases de la investigación

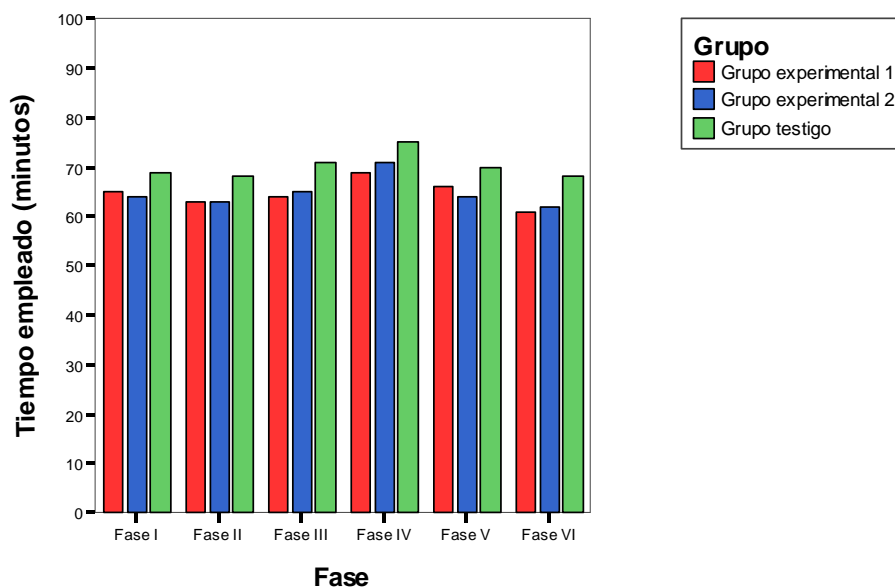


Figura 13.165. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso durante las diferentes fases de la investigación

Otra de las herramientas utilizadas para verificar la hipótesis  $II_2$  fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos.

En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos.

En la siguiente figura podemos observar las notas medias de los alumnos de los diferentes grupos en los trabajos y proyectos reales, pudiendo comprobar cómo los alumnos de los grupos experimentales han obtenido una nota media superior a la de los alumnos del grupo testigo.

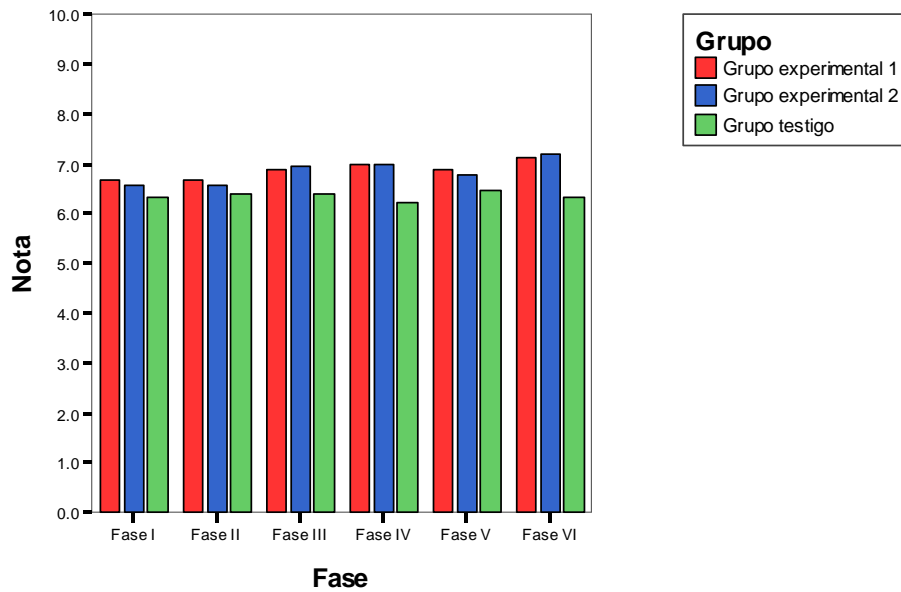


Figura 13.166. Nota media obtenida por los tres grupos en los proyectos y problemas reales durante las diferentes fases de la investigación

El cumplimiento de las hipótesis anteriores (hipótesis  $II_1$  y  $II_2$ ) verifica la hipótesis II, más general, demostrando que la metodología activa participativa cooperativa propuesta ha favorecido el desarrollo de la metacognición y la capacidad de los alumnos a enfrentarse a problemas nuevos que pueden encontrarse en la vida real.

### **Hipótesis II**

(En todas las Etapas y Fases)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto y capacidad de enfrentarse a problemas nuevos.*

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis II:

**Tabla 13.72. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis II**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Cuestionario de detección de ideas alternativas erróneas	Una serie de 10 ítems de respuesta múltiple con explicación	Pre-test al comienzo del curso y post-test después del aprendizaje	Diagnóstico de ideas previas e ideas alternativas erróneas
Trabajo – Proyecto final	Memoria: escrito y presentación electrónica	Final de curso	Evaluación del aprendizaje significativo
Cuestionario de Practica estratégica	30 cuestiones sobre los procedimientos usados	Inicio y fin del curso	Observación de estrategias de aprendizaje
Prácticas estratégica en el laboratorio	Prácticas con placas de circuito impreso (averiadas y no averiadas)	Durante todo el curso	Evaluación del meta-conocimiento y el aprendizaje significativo
Proyectos reales	Planteamiento de Problemas / Proyectos reales	Durante todo lo que dura el problema / proyecto	Capacidad de enfrentarse y solucionar problemas nuevos

### 5.5. Cumplimiento de la hipótesis III

Parece evidente que si conseguimos favorecer el cambio conceptual y procedimental de los alumnos así como su potencial meta-cognitivo además de aumentar la motivación, conseguiremos mejorar el rendimiento académico; pero era necesario constatarlo y por ello enunciamos la siguiente hipótesis:

### **Hipótesis III**

(Etapas 1 y 2 de la Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el rendimiento académico de manera muy significativa frente a la aplicación de clase magistral tradicional u otra.*

Una vez obtenidos los resultados académicos (notas numéricas medias de los alumnos) de todos los cursos que han conformado las diferentes fases de la investigación, respecto al rendimiento académico podemos observar en la figura siguiente cómo a lo largo de la investigación la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos a los cuales se ha aplicado la nueva metodología propuesta ha ido aumentando a medida que el método se ha ido consolidando, constatando así el cumplimiento de la hipótesis generada en el presente trabajo de investigación que hace referencia al rendimiento académico (hipótesis III) en todas las Etapas y Fases.

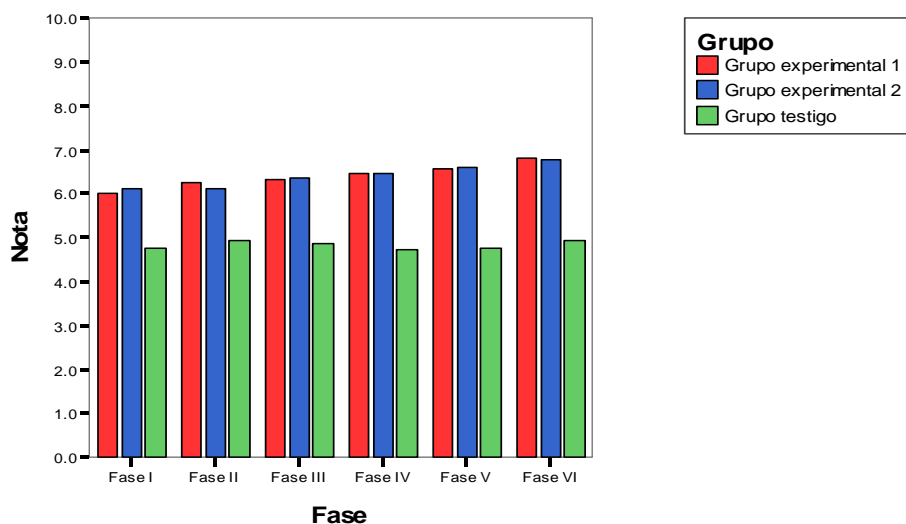


Figura 13.167. Notas medias de los diferentes grupos a lo largo de la investigación

Podemos concluir que el rendimiento académico ha aumentado gracias al trabajo en grupos cooperativos, el cual no sólo ha favorecido a los alumnos con menor capacidad, sino que además ha presentado ventajas para todos los alumnos, tal y como ya se ha descrito en la presente tesis (los alumnos más “lentos” con compañeros parecidos a ellos se sienten más seguros y pueden aprender con más facilidad, lo que luego se refleja en la nota obtenida por el alumno gracias a su trabajo y estudio). Los alumnos de los grupos experimentales han realizado los ejercicios, problemas y trabajos propuestos mediante grupos cooperativos de trabajo, obteniendo los profesores una evaluación continua del rendimiento académico a lo largo de todo el curso, lo cual ha representado al mismo tiempo una posibilidad de analizar la bondad del método.

Como se ha visto en apartados anteriores, las notas medias de los alumnos de estos grupos han estado por encima de la calificación media obtenida por los alumnos de los grupos testigo o de control. Por otro lado también ha intervenido la motivación, ya que podemos asegurar que estimularla ha interesado por su notable contribución al rendimiento académico. Aunque la inteligencia y el rendimiento previo son también muy importantes, diversos estudios y un buen cúmulo de investigaciones han destacado que la motivación es uno de los factores que es necesario optimizar para favorecer el rendimiento académico. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis III:

**Tabla 13.73. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis III**

INSTRUMENTO	CONTENIDO	MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	MOTIVO
Exámenes	Problemas de nivel que implican	En la mitad y al final del curso	Valorar el rendimiento

---

	dominar la asignatura		académico en dos momentos puntuales
Ejercicios y problemas	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua del rendimiento académico
Carpeta (trabajos – proyecto)	Todos los trabajos que acompañan al trabajo – proyecto	Durante todo el curso que dura el trabajo – proyecto	Evaluación continua del rendimiento académico

### 5.6. Cumplimiento de la hipótesis IV

Lo que resulta obvio es que una alta capacidad de trabajo y rendimiento, correlaciona positivamente con un mayor nivel de motivación por parte del alumno.

La motivación puede ser de dos tipos: intrínseca o extrínseca. La motivación intrínseca hace que el alumno se motive por el mismo, mientras que la extrínseca viene provocado por un agente externo.

#### **Hipótesis IV**

(Etapas 1 y 2 de la Fase I)

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la motivación de los alumnos hacia la asignatura, respecto de los alumnos a los que se les ha aplicado la clase magistral tradicional u otra.*

En la figura siguiente podemos ver la media de alumnos presentados y no presentados durante todos los cuatrimestres pertenecientes a la investigación. Como era de esperar, ha habido un mayor número de alumnos



presentados en los grupos experimentales (alrededor del 99%), mientras que el grupo testigo ha tenido una media de un 90% de alumnos presentados.

Podemos afirmar que, además haber mejorado el rendimiento académico, la metodología propuesta ha aumentado la motivación de los alumnos y les ha ayudado a “no tirar la toalla” y abandonar el curso, lo que habría provocado la apatía y el desinterés de los mismos en vez de aumentar su motivación por aprender, constatando de esta forma lo expuesto en la hipótesis IV del capítulo 11.

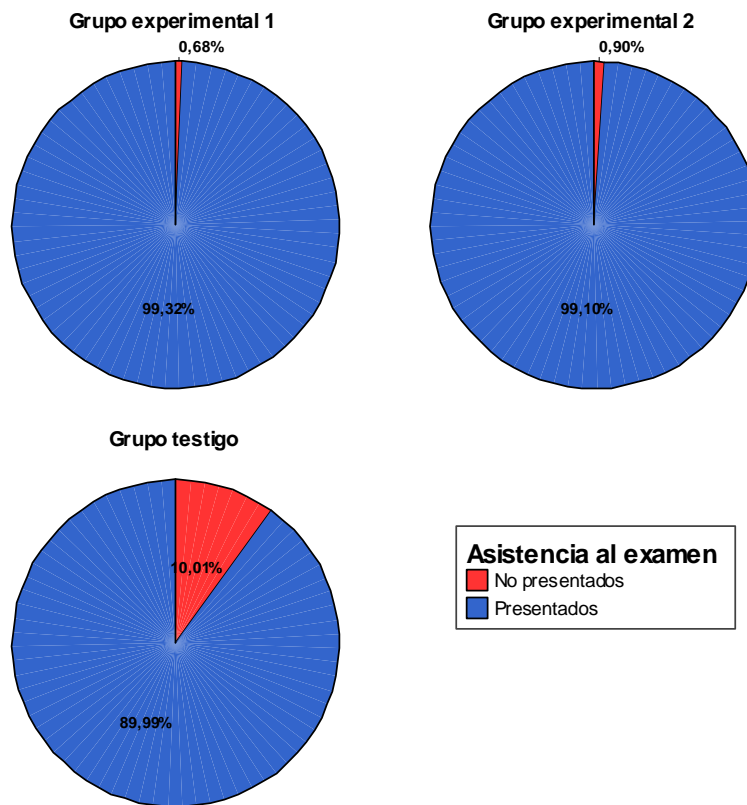


Figura 13.168. Asistencia media de los diferentes grupos en toda la investigación

Por otro lado, podemos concluir que si el alumno no está motivado por la tarea de aprender es casi imposible que los resultados de su aprendizaje sean buenos. No obstante, también ha habido alumnos en los

cuales no ha variado su motivación, ya fuere por su interés en la materia impartida (electrónica en nuestro caso), por su ambición, por el deseo de aprender o por prosperar en su formación personal y/o profesional. Otra herramienta utilizada ha sido el cuestionario MAPE-II. Con los resultados obtenidos en el cuestionario se ha constatado un aumento en la motivación de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales, tal y como se ha expuesto en la hipótesis IV. Si analizamos los resultados obtenidos en las diferentes escalas de las que consta el cuestionario, concluimos que en la escala 1 (capacidad de trabajo y rendimiento) la alta capacidad de trabajo y rendimiento está estrechamente vinculada a una mayor calificación académica; en consecuencia, la baja capacidad de trabajo y rendimiento está estrechamente vinculado a una calificación académica inferior. Teóricamente, el alumnado que ha mantenido una fuerte persistencia y esfuerzo a lo largo de su trayectoria académica se ha visto recompensado por un éxito en sus calificaciones; y el alumnado ha desistido en su persistencia y esfuerzo ha visto disminuidas sus calificaciones en todas las Etapas y Fases.

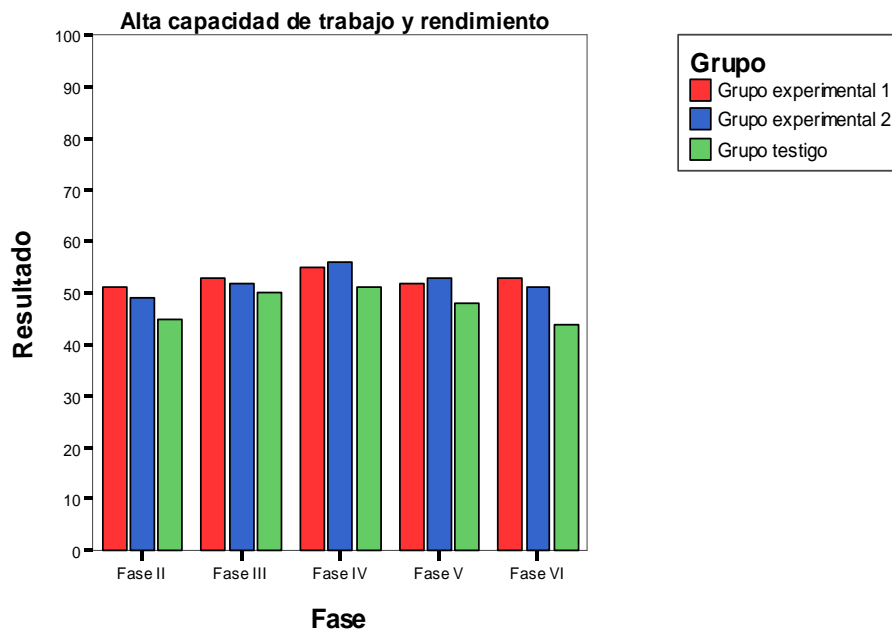


Figura 13.169. Resultados medios obtenidos en la alta capacidad de trabajo y rendimiento

Pero, evidentemente, la capacidad de trabajo y rendimiento es un factor más de entre los muchos que inciden sobre las calificaciones. No es el único ni el más decisivo. ¿Cuántos alumnos/as, y entre ellos algunos de los pertenecientes a nuestro estudio, no obtienen los resultados académicos deseados a pesar de su alta capacidad de trabajo y rendimiento? (y viceversa)

Lo que si resulta obvio a lo largo de esta investigación es que una alta capacidad de trabajo y rendimiento correlaciona positivamente con un mayor nivel de motivación por parte del alumnado.

La percepción de la persona sobre su propio esfuerzo y persistencia en los estudios, cuando va acompañada de un rendimiento académico aceptable (traducido en notas o calificaciones), aumenta considerablemente el lugar de control interno de dicha persona; es decir, siente que él o ella son los responsables en gran medida de sus aciertos y ello los motiva y anima para futuros exámenes o evaluaciones.

Analizando la escala 2 (motivación intrínseca), hemos comprobado que ésta hace que los alumnos, en lugar de moverse por la reducción de ciertos impulsos, busquen experiencias que les permitan desarrollar y extender sus capacidades al máximo. Al alumno le mueve la necesidad de ser efectivo, competente y tener control sobre el ambiente.

Los alumnos con una alta motivación intrínseca tienen como objetivo conseguir unas metas, y para conseguirlas se “auto-motivan” para iniciar, mantener y dirigir su aprendizaje para llegar a esas metas con el mayor éxito posible. Como ya hemos comentado anteriormente, puede ser que se motiven ellos mismo o que ya estén motivados desde su interior, se sienten a gusto y disfruten realizando sus tareas.

El alumno disfrutará de estas tareas si sabe que las puede completar, si le ofrecen metas claras a conseguir, si rápidamente él sabe si lo está haciendo bien o mal, y si son lo suficientemente exigentes como para poner a prueba sus propias capacidades, en todas las Etapas y Fases.

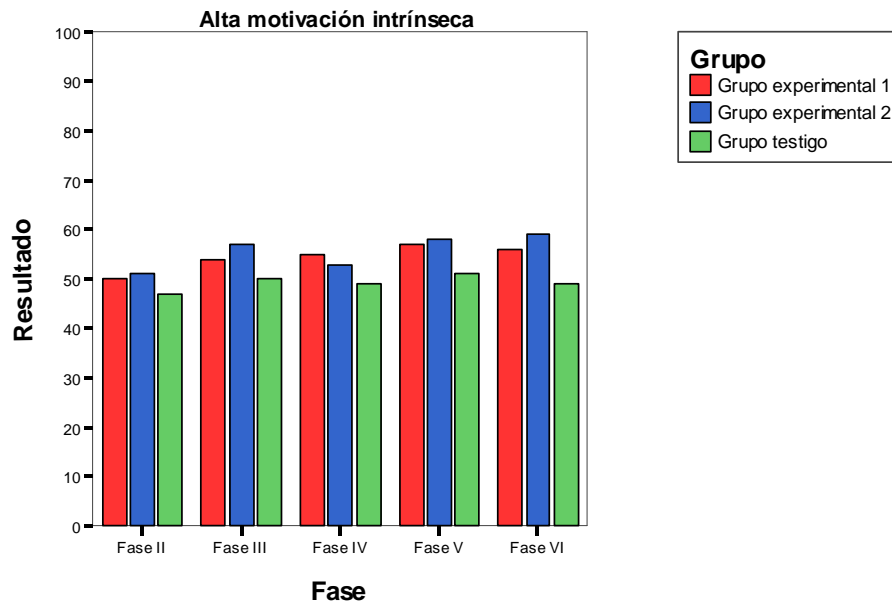


Figura 13.170. Resultados medios obtenidos en la alta motivación intrínseca

Podemos decir que la motivación intrínseca se manifiesta en un sentimiento de competencia y autodeterminación que induce al sujeto a la realización de una tarea. No obstante, no se puede esperar que todos los alumnos estén motivados intrínsecamente, no todos disfrutaban con todas las actividades académicas. Con esto queremos decir que puede ser que existan alumnos que estén intrínsecamente motivados para realizar según que trabajos, pero no lo estén para realizar otros, ya sea porque no ven claro que pueden conseguir realizándolo, o bien porque no les supone un reto.

Los alumnos que no están motivados intrínsecamente, es decir que lo están extrínsecamente, sólo se motivan cuando al realizar una tarea obtienen

una recompensa exterior o un premio, o bien lo que hacen es evitar un castigo o una situación embarazosa. Esto no quiere decir que los resultados académicos de estos últimos alumnos tengan que ser inferiores a la de los que están motivados extrínsecamente, lo que si resulta obvio a lo largo de nuestra investigación es que una alta motivación intrínseca correlaciona positivamente con un mayor lugar de control interno. El disfrute o interés de la persona por los aprendizajes (independientemente de los refuerzos externos) aumenta su autoestima y la motivación por los aprendizajes.

Analizando la escala 3 (ambición), tenemos que los resultados obtenidos, en todas las Etapas y Fases, por los grupos experimentales en la alta ambición han mostrado un valor ligeramente superior a los del grupo testigo.

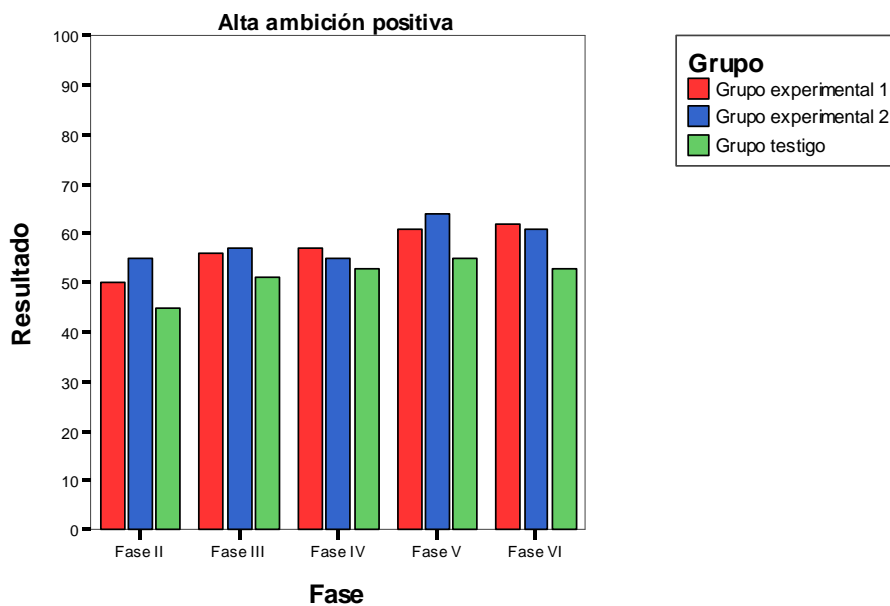


Figura 13.171. Resultados medios obtenidos en la alta ambición positiva

En el caso de nuestro estudio, nos encontramos con alumnos que están realizando el segundo curso de la carrera, una carrera que requiere una serie de habilidades y competencias personales y académicas importantes.

La ambición, en estos casos, es una ambición motivada puesto que el alumnado es consciente de que, en un futuro, sus esfuerzos tendrán una recompensa ya que dispondrán un amplio abanico de conocimientos, y con ellos podrán optar a situaciones laborales óptimas.

Por lo que respecta a la escala 4 (ansiedad inhibidora del rendimiento), se han obtenido unos resultados (en líneas generales) superiores para los alumnos con peor calificación. Esto significa que a algunos alumnos esta ansiedad les limita y no les deja rendir suficientemente. Por este motivo, en la aplicación de la nueva metodología siempre se han marcado objetivos y metas asequibles, claras y concisas, ya que esto ha hecho disminuir la ansiedad de los alumnos. En la figura siguiente podemos ver un esquema gráfico sobre cómo los alumnos llegan al nivel deseado pero de una forma escalonada, en todas las Etapas y Fases.

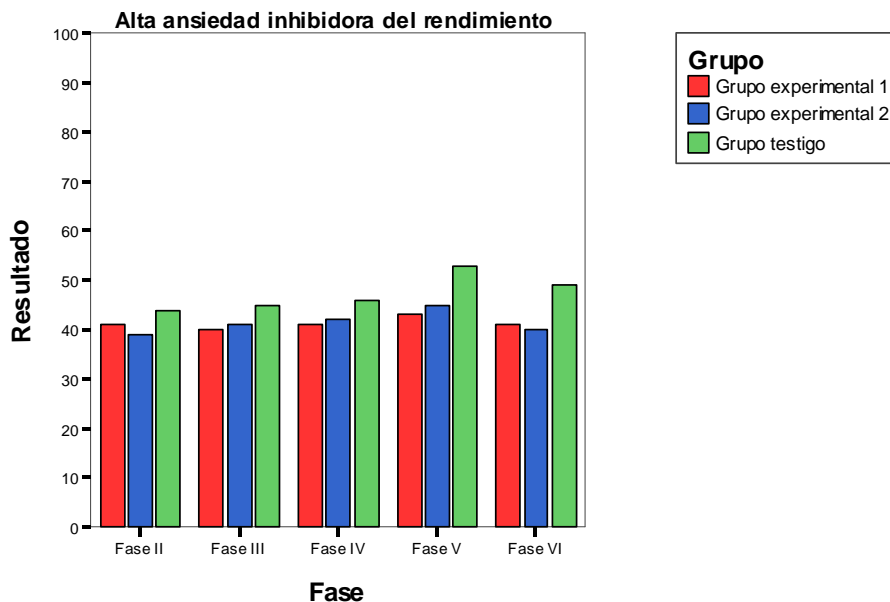
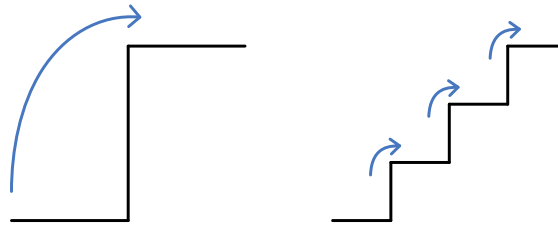


Figura 13.172. Resultados medios obtenidos en la ansiedad inhibidora del rendimiento



*Figura 13.173. Los alumnos llegan al mismo nivel pero de forma más asequible*

La ansiedad, técnicamente hablando, es una respuesta adaptativa normal, del organismo, que se caracteriza por un estado de tensión ante una situación inmediata o ante la amenaza percibida hacia la integridad física o psicológica de la persona. Es un componente habitual en las reacciones emocionales normales del ser humano ante la multiplicidad de situaciones estimulares entre las que diariamente se mueve. Se ha valorado como inhibidora cuando aparece de forma desproporcionada, inadecuada, genera malestar en el sujeto al ser desbordado por ella y dificulta una adaptación enriquecedora.

La ansiedad inhibidora hace referencia a los estados desagradables de tensión, incomodidad, preocupación o miedo generalizado, provocados por factores tales como las amenazas al bienestar o a la autoestima, los conflictos, las frustraciones y las presiones internas o externas para alcanzar metas que están más allá de las propias capacidades. Es una ansiedad que se caracteriza por producir una merma en los rendimientos del sujeto. Por ejemplo, debe haber algunos alumnos a los cuales la presión de un examen o el cúmulo de trabajo les hacen estar más nerviosos y no les permite concentrarse lo suficiente para afrontar esas tareas. Existen alumnos a los cuales el realizar fallos les afecta mucho y rehúyen los trabajos y las tareas que ellos creen que no son capaces de superar por miedo a que los demás se den cuenta de esta situación. Es decir, que la crítica de los demás les afecta

en mayor medida. Estos alumnos, en las ocasiones importantes (básicamente en los exámenes) se ponen nerviosos, o bien se quedan bloqueados y no pueden demostrar lo que demostrarían en una situación más normal. En este aspecto hay que decir que nosotros hemos realizado una evaluación continua para evitar la ansiedad que provoca el examen.

Por otro lado están los alumnos a los cuales esta ansiedad no les afecta de una manera tan significativa. Estos alumnos no sufren una presión tan fuerte porque saben sobreponerse a ella. Tiene la suficiente capacidad como para no ponerse tan nervioso ante un examen o bien administrarse bien el tiempo cuando tienen que realizar muchas tareas a la vez. Por último, por lo que respecta a la escala 5 (ansiedad facilitadora del rendimiento), en consecuencia con lo dicho sobre la escala 4, los resultados obtenidos son bastante lógicos, ya que se ha obtenido una mayor puntuación de ansiedad facilitadora del rendimiento en los alumnos que tienen mejores notas, en todas las Etapas y Fases.

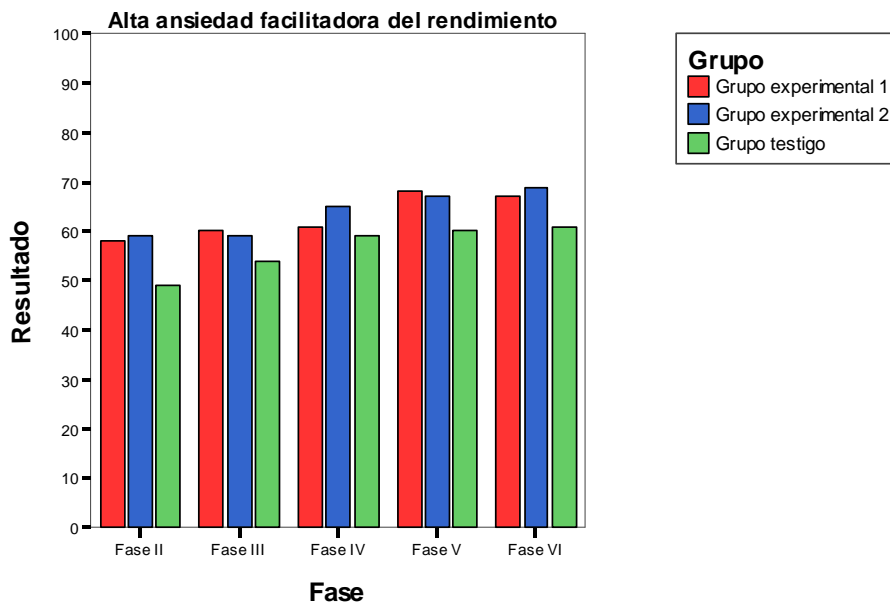


Figura 13.174. Resultados medios obtenidos en la ansiedad facilitadora del rendimiento



Como componente habitual, esta ansiedad puede ser absolutamente normal, incluso dinamizadora del ser humano cuando aparece proporcionada, adecuada tanto en intensidad como en duración, a las características objetivas de las diversas situaciones estimulares que la generan.

Esta ansiedad es la que hace que los alumnos mantengan una tensión adecuada. Sin ésta, el alumno podría no superar situaciones más o menos críticas. Por ejemplo, si al entrar a un examen un alumno no está en un mínimo estado de alerta, es muy posible que obtenga una calificación inferior a la que obtendría si estuviera un poco más “activado”. Esa pequeña tensión hará que el alumno detecte y responda a las demandas de la evaluación de una manera mucho más efectiva.

La figura siguiente muestra un resumen de los resultados medios obtenidos por los diferentes grupos a lo largo de las 6 fases de la investigación, constatando lo expuesto en la hipótesis IV planteada en el capítulo 11 de la presente tesis, y comprobando también como al consolidarse el método (últimas fases de la investigación) los valores estadísticos obtenidos han sido más constantes que al principio de la investigación.

También hay que decir que en el año 2000 hubo un cuatrimestre en que se dejó de aplicar el método, lo cual hizo que los resultados obtenidos al final del cuatrimestre fueran parecidos a los del inicio del curso, en todas las Etapas y Fases.

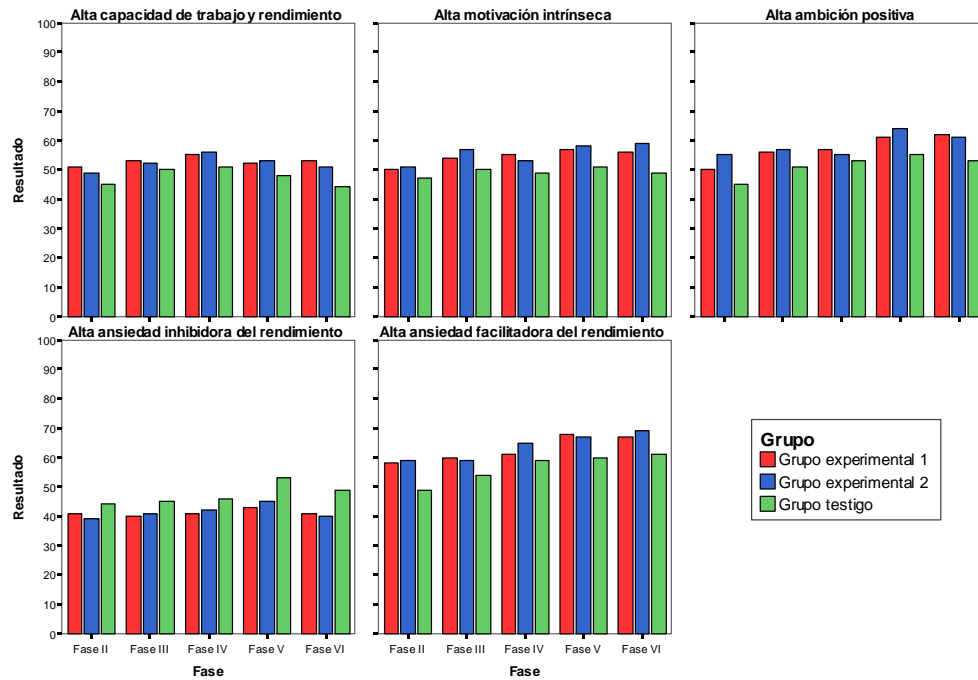


Figura 13.175. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II a lo largo de las diferentes fases de la investigación

Con los resultados obtenidos mediante las fichas de observación se ha valorado si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado. En el laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia. Como podemos observar en la figura siguiente, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo experimental, constatando así un aumento en la motivación de los alumnos de estos grupos y una mejora del aprendizaje significativo, tal y como se planteaba en las hipótesis IV del capítulo 11, en todas las Etapas y Fases.

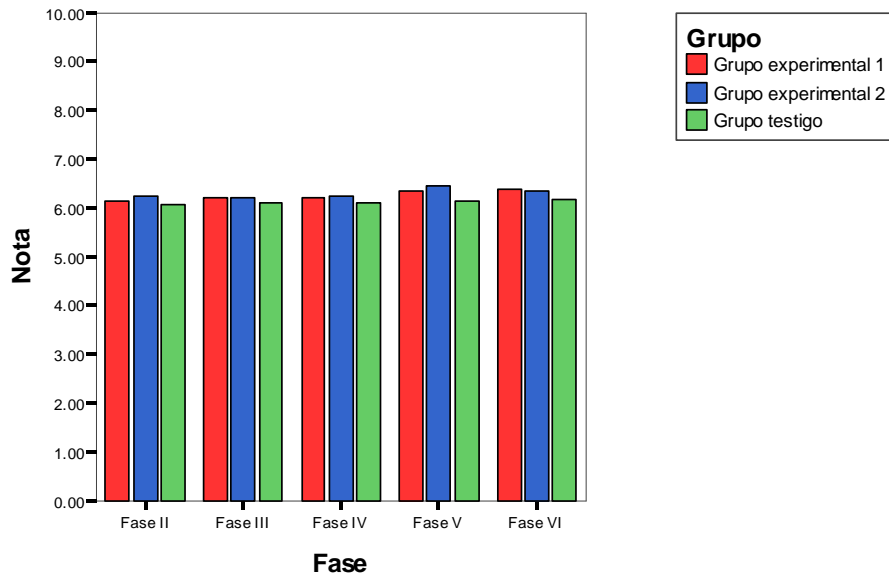


Figura 13.176. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación a lo largo de las diferentes fases de la investigación

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos. A través del *Campus* éstos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar.

Mediante el control de acceso al *Campus* y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido cuantificar la motivación, constatando así lo expuesto en las hipótesis IV. Como podemos observar en la figura siguiente, a lo largo de las diferentes fases de las que ha constado la investigación los grupos experimentales han obtenido una mayor nota en lo que respecta a la participación en la base de datos del *Campus*.

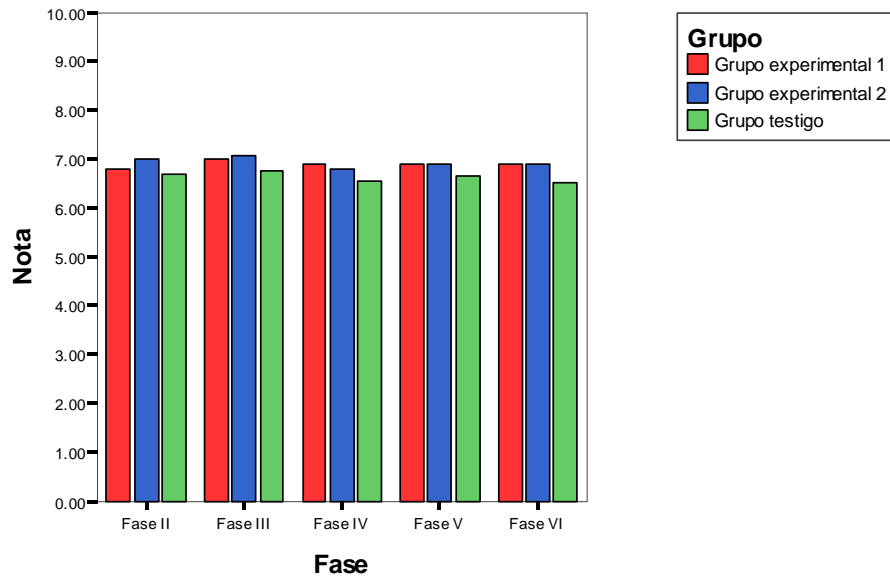


Figura 13.177. Resultados medios obtenidos en la base de datos de la plataforma a lo largo de las diferentes fases de la investigación

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis IV:

Tabla 13.74. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis IV

INSTRUMENTO	CONTENIDO	MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	MOTIVO
Cuestionario de MAPE-II	74 preguntas	Al principio del curso	Medición de la motivación inicial y final
Fichas de observación	Ficha del alumno Ficha de grupo Ficha de laboratorio	Anotaciones en clase y en el despacho el mismo día	Control de la praxis
Entrevista a los alumnos	Entrevista abierta	Durante el aprendizaje (en horario de tutoría)	Evaluación de la motivación y recogida de opinión sobre la metodología
Base de datos de la plataforma	Registro de conexiones y actividades	Durante las conexiones	Participación, interés e iniciativas

Por lo tanto, según todo lo expuesto anteriormente, el cumplimiento de todas las hipótesis descritas constata lo expuesto en la hipótesis general presentada en el capítulo 11 de esta tesis:

**Hipótesis general**

*La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa propuesta para asignaturas técnicas en la ingeniería, además de establecer mejor el estado cognitivo, favorecen más el aprendizaje significativo, el desarrollo de la meta-cognición y motivación, con independencia de características cognitivas o psicológicas de los alumnos.*

**6. EVALUACIÓN DE LA METODOLOGÍA CON LAS TIC**

Según Barberá *et al.* (2004), cada vez resulta más evidente que, a pesar de sus enormes ventajas, el uso educativo de las TIC no es en sí mismo garantía de la calidad del aprendizaje. Éstas no son sino instrumentos mediadores del proceso de enseñanza y aprendizaje que amplían sus posibilidades y, en consecuencia, contribuyen a la transformación cualitativa de la interactividad educativa que crean todos los implicados por su participación en el proceso (Law, 2009).

La calidad de los contextos o entornos educativos que median las TIC se mide por la calidad de la interactividad profesor-alumno-contenidos de aprendizaje y más concretamente, por la calidad de las ayudas educativas que se desarrollan para sostener, orientar y guiar la actividad constructiva del alumno. De este modo, según (Barberá *et al.*, 2001a y b, p 227):

*“el material de evaluación será básicamente el diálogo que suceda en esta comunidad de práctica y las acciones que estudiantes y profesor realicen con el material y los recursos que están a su alcance, así como los procedimientos que estudiantes y profesores decidan utilizar del contexto para aproximarse al contenido del curso”*

Según Onrubia (2005), la calidad de un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje no está tanto en las herramientas técnicas de que dispone, en los materiales que incluye o en las actividades de aprendizaje que plantea a los alumnos, sino en la manera en que esas herramientas, materiales y actividades se combinan y se ponen en juego para promover que alumnos y profesores se impliquen en unas u otras formas de actividad conjunta, y en la manera en que esas formas de actividad se organizan, combinan, secuencian y evolucionan a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo al profesor más o menos posibilidades de ajustar la ayuda a los alumnos.

En esta línea, aunque actualmente hay una importante profusión de modelos de calidad que tienen orígenes diversos, desde la psicología de la educación se propone evaluar la calidad de un ambiente de educación, tanto a distancia a distancia como presencial, atendiendo a la dinámica de las principales formas de interacción. Desde esta posición y según (Barberá *et al.*, 2001) y (Chiecher, 2008), el núcleo de calidad se centraría en tres tipos de interacciones dinámicas e interdependientes: a) las interacciones material-aprendiz; b) las interacciones profesor-aprendiz; c) las interacciones aprendiz-aprendiz.

Un aspecto a valorar para poder apreciar la calidad de un contexto virtual tiene que ver con la relación entre el alumno y el material o

contenido de aprendizaje. Un contexto educativo soportado en TIC debería disponer de variedad de materiales en formatos diversos, que presenten al aprendiz, de la manera más clara, ordenada y estructurada posible, los contenidos que ha de aprender (Barberá, *et al.*, 2001).

A continuación consideraremos, para evaluar nuestros multimedia y metodología, cada uno de estos criterios y el modo en que se ha progresado en calidad en cada uno de ellos al incorporar en nuestras propuestas virtuales. Proponemos también un cuarto indicador de calidad, que tiene que ver con las evaluaciones que los mismos alumnos hicieron luego de participar de la propuesta.

***Las interacciones aprendiz-material. Cambios experimentados con el uso de las herramientas TIC en apoyo de nuestra metodología.***

Tomando en cuenta este aspecto, podemos afirmar que hubo un progreso si comparamos la relación aprendiz-material en los grupos testigo con clase magistral tradicional y los grupos donde se aplicó la metodología propia y los multimedia propios. La aplicación de las herramientas TIC habilitó un cambio en ese sentido, permitiendo trabajar documentos en formato digital que los estudiantes pueden descargar y leer en pantalla. Además ha permitido una fácil actualización de los contenidos y una mejora evidente de la presentación de los mismos.

Puesto que los materiales son variados y diversos, y los archivos de considerable tamaño, se trabaja también con dispositivos de almacenaje masivo de información para entregar los alumnos al inicio y durante el curso, información de las asignaturas

Ahora bien, aunque la relación alumno-materiales ha variado, ello por sí solo no garantiza que los alumnos aprendan más y mejor. Más aún, muchos afirman que les resulta más amigable estudiar del material impreso y no usando documentos digitalizados. Siguiendo a Onrubia (2005) la interacción entre alumno y contenido no garantiza por sí sola formas óptimas de construcción de significados y sentidos. El elemento que debe tratar de facilitar esas formas óptimas de construcción no es otro que la ayuda educativa ofrecida por el profesor.

Veamos entonces cómo ha variado la interacción entre profesores y alumnos a partir de la aplicación de nuestra metodología.

***Las interacciones entre estudiantes y profesor. Cambios experimentados con el uso de las herramientas TIC en apoyo de nuestra metodología.***

Sobre este punto en particular, se han publicado en los últimos años una diversidad de estudios que atienden a las características específicas que asume la interacción profesor-alumno en ambientes mediados por tecnologías. Por mencionar solo algunos de los múltiples trabajos publicados en los últimos años, podemos citar a Cabero (2007), Chiecher *et al.* (2006), Constantino (2006), Gairín y Muñoz (2006), García *et al.* (2008), Offir *et al.* (2003).

La mayoría de los trabajos analizan las interacciones en ambientes asincrónicos que, por el momento, parecen ser los más difundidos. Sin embargo, hay todavía camino por transitar atendiendo también a las posibilidades de interacción sincrónica que ofrecen diversas plataformas.

La interacción entre profesores y alumnos constituye un punto clave a atender en el análisis de la calidad de un ambiente virtual. En efecto, Barberá *et al.* (2001) y García *et al.* (2008), señalan que en este tipo de



contextos resulta importante que el docente contribuya con sus aportes a que los estudiantes puedan representarse adecuadamente las características de la actividad de enseñanza / aprendizaje y, en tal sentido, reciban todo tipo de ayuda que vaya en dirección de favorecer la construcción del conocimiento.

En este marco, entendemos que el paso del uso de las herramientas TIC/TAC en apoyo a nuestra metodología, ha favorecido en mucho las interacciones entre profesores y alumnos. De hecho, el estudiante tiene la posibilidad de acceder las 24 horas del día y los 7 días de la semana, pudiendo dirigirse a distintos espacios que, de algún modo, procuran organizar y facilitar su tarea. Así por ejemplo, puede acceder a los foros habilitados para evacuar dudas y consultas y recibir una respuesta más o menos inmediata de parte del docente; puede consultar el calendario para saber cuándo debe entregar tareas; puede mantenerse al día mirando las noticias que los profesores cuelgan en la plataforma; puede consultar sus calificaciones y los comentarios y devoluciones que los profesores enviamos sobre las tareas realizadas; etc.

Además, el *campus* virtual ha permitido al docente disponer de información acerca de la actividad de cada alumno, puesto que registra los accesos de cada usuario y las secciones visitadas. Así pues, aunque un estudiante no participe en los foros, resulta posible saber si está atendiendo o no a la instancia virtual con solo consultar sus accesos. En cambio, con el uso del correo, que hacemos con los alumnos del grupo testigo, no se dispone de un mecanismo de control de los accesos de cada alumno; esto es, si el alumno no participaba enviando un mensaje, no tenemos noticia de su grado de implicación con la instancia virtual.

Por otra parte, y siguiendo en la línea de optimizar las interacciones profesor - alumno, Barberá *et al.* (2001) sugieren que un docente a distancia no sólo debería ser experto en su materia, sino además en las características

de los medios tecnológicos. Si así fuera, estaría seguramente en mejores condiciones de ofrecer orientaciones diferentes y pertinentes según el momento del proceso y conforme a los recursos tecnológicos con que cuenta para llevar a cabo las interacciones con sus estudiantes.

Aquí encontramos un punto en el que podemos avanzar apuntando hacia una mejora en la calidad de nuestras propuestas. En efecto, al ser expertos en tecnologías aunque no en pedagogía, entendemos que con el paso de los años y con las experiencias protagonizadas, hemos ganado en algunos conocimientos pedagógicos y podremos aportar sobre estas cuestiones.

Cabe resaltar en el tema de la intercomunicación, que hay una mayor calidad para las interacciones profesor-alumno, mencionamos el uso del chat. En efecto, la plataforma dispone de la posibilidad de comunicación sincrónica que podríamos quizás comenzar a explotar organizando encuentros semanales, al estilo de un horario de consulta en el espacio virtual.

***Las interacciones entre estudiantes. Cambios experimentados con el uso de las herramientas TIC en apoyo de nuestra metodología.***

Las interacciones entre alumnos han dado un paso sin precedentes con la incorporación de las TIC; en efecto, en los ambientes virtuales de los que hoy disponemos, existen los recursos necesarios como para permitir y promover los intercambios entre estudiantes.

En relación con este aspecto de las interacciones entre alumnos, Barberá *et al* (2001) plantean los beneficios y la importancia de generar posibilidades de intercambio real de ideas, creencias, saberes y experiencias,

tanto en grupos de alumnos con distintos niveles de conocimientos sobre un tema como en grupos donde los miembros tengan competencias similares. En cualquier caso, puede favorecerse el avance y la construcción conjunta del conocimiento.

Con la incorporación de la plataforma, pero sobre todo por la filosofía de la metodología propuesta y con la habilitación de los foros donde la participación de cada alumno es vista por todos los compañeros y los docentes y, en algunos casos, inquietudes planteadas por un alumno son respondidas por otro.

Pensando en sacar el mayor provecho del recurso disponible y proyectando a futuro, advertimos la riqueza de proponer actividades que deban resolverse de manera grupal y asentando los intercambios en un foro especialmente habilitado para tal fin.

***La voz de los alumnos. Otro indicador acerca de la calidad de la propuesta de aprendizaje.***

Como ya hemos comentado, proponemos también un cuarto indicador de calidad, que tiene que ver con las evaluaciones que los mismos alumnos hicieron luego de participar de la propuesta.

En el transcurso de la presente investigación, la opinión de los alumnos nos ha proporcionado valiosa información. Aun reconociendo falencias y sabiendo que tenemos muchos puntos en los que podemos y debemos mejorar, entendemos que la voz de los alumnos y sus opiniones respecto de la experiencia virtual constituyen un indicador que nos impulsa a seguir adelante. En efecto, al terminar el cursado de las asignaturas se les solicita que completen un cuestionario; entre diversas cuestiones, se solicita

al estudiante que mencione tres aspectos que le hayan agradado en el cursado de la materia. Es notable reseñar que la mayoría de los estudiantes hace alusión a la experiencia virtual como un aspecto positivo de la asignatura.

Para cerrar este análisis sobre el apoyo de las TIC a nuestra propuesta de metodología, podemos tomar nuevamente las consideraciones de Onrubia (2005), quien propone distinguir entre un nivel de *diseño tecno-pedagógico* y un nivel de *interactividad real* al analizar la calidad de los entornos virtuales. El primero, vinculado con las características y herramientas tecnológicas del entorno así como con las características del diseño instruccional previsto y el modo en que estas prohíben, dificultan, permiten, promueven u obligan a los participantes a implicarse en determinadas formas de organización de la actividad conjunta. El segundo nivel, de la interactividad real, tiene que ver con el uso efectivo de las herramientas disponibles y la concreción que los participantes hacen del diseño previsto.

Considerando estos dos planos de análisis, parece indudable que la propuesta virtual soportada en la plataforma supera ampliamente a la anterior, tanto desde el punto de vista del diseño tecno-pedagógico como de la interactividad real que en este entorno tuvo lugar. En efecto, desde el primer nivel de análisis mencionado, y atendiendo tan solo a los recursos disponibles, pueden notarse claramente las mayores posibilidades de interacción y de acción conjunta que ofrece la plataforma en comparación con el correo electrónico. Ahora bien, si atendemos al segundo plano de análisis, el de la interactividad real, entendemos que también se produce un avance.

Sin embargo, reconocemos también que en ciertas ocasiones los recursos disponibles no son aprovechados al máximo por parte de los estudiantes y quizás tampoco de parte de los profesores si no se aplica la filosofía de la metodología propuesta, que obliga tanto al profesorado como al alumnado a su uso extensivo.

## CAPÍTULO 14

### RECAPITULACIÓN, CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

---

---

#### RESUMEN

La finalidad de este capítulo es mostrar una panorámica general del trabajo. Se presentan, en una síntesis del contenido del trabajo, los resultados, las conclusiones más importantes, las implicaciones teóricas y prácticas, y las sugerencias y perspectivas que se abren, derivadas de la investigación realizada. Primero, se revisa con brevedad el marco teórico, con el propósito de recordar las características que delimitan el problema estudiado y la teoría que sustenta el modelo de evaluación propuesto. Después, se escriben las hipótesis generales propuestas como solución del problema planteado y la metodología utilizada en la contrastación de las hipótesis. El resumen de las conclusiones más relevantes en el que se presenta de forma sucinta los resultados obtenidos, la confirmación de las hipótesis, y la discusión del alcance y la posible generalización de resultados. Por último, nos ocupamos de las implicaciones teóricas y su relación con trabajos de investigación precedentes, de las implicaciones y sugerencias para la enseñanza y de las sugerencias de líneas de investigación futuras, que se derivan del estudio.

---

---



## ÍNDICE

<b>1. Revisión de la investigación.....</b>	<b>949</b>
1.1. Marco teórico.....	949
1.2. Marco práctico.....	951
1.3. Multimedia "Ad hoc" junto a la metodología propia e hipótesis.	953
1.3.1. Multimedia "Ad hoc" junto a la metodología propia .....	955
1.3.2. Planteamiento del problema .....	955
1.3.3. Formulación de hipótesis .....	958
<b>2. Conclusiones finales .....</b>	<b>963</b>
2.1. Conclusiones del cumplimiento de las hipótesis.....	965
2.1.1. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis I <sub>1</sub> .....	965
2.1.2. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis I <sub>2</sub> .....	974
2.1.3. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis II <sub>1</sub> .....	979
2.1.4. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis II <sub>2</sub> .....	984
2.1.5. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis III.....	991
2.1.6. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis IV.....	994
2.2. Síntesis de las conclusiones .....	1007
<b>3. Valoración de la aplicación de la investigación .....</b>	<b>1009</b>
<b>4. Aportaciones de la investigación.....</b>	<b>1018</b>
4.1. Publicaciones propias y de otros autores generadas fruto de la presente tesis.....	1021
4.1.1. Libros .....	1021
4.1.2. Capítulos en libros.....	1022
4.1.3. Artículos en revistas .....	1023
4.1.4. Ponencias en congresos .....	1023
4.1.5. Conferencias.....	1029
4.1.6. Trabajos y manuales encargados por ICE de la UPC.....	1030
4.1.7. Citas de otros autores .....	1031
<b>5. Futuras líneas de trabajo.....</b>	<b>1032</b>



5.1. <i>Ajustar aún más la investigación a las nuevas competencias transversales y habilidades necesarias para los futuros Ingenieros</i>	1032
5.2. <i>Ajustar y extender el diseño de multimedia "Ad hoc" y el modelo metodológico a otras materias y niveles educativos.....</i>	1034
5.3. <i>Seguir insistiendo en los multimedia "Ad hoc" junto al modelo metodológico.....</i>	1035
5.4. <i>El meta-conocimiento y la ingeniería.....</i>	1036
5.5. <i>Los multimedia "Ad hoc" junto al modelo metodológico y las habilidades de la ola cuántica .....</i>	1037
5.6. <i>La web 2.0 y el EEES.....</i>	1037

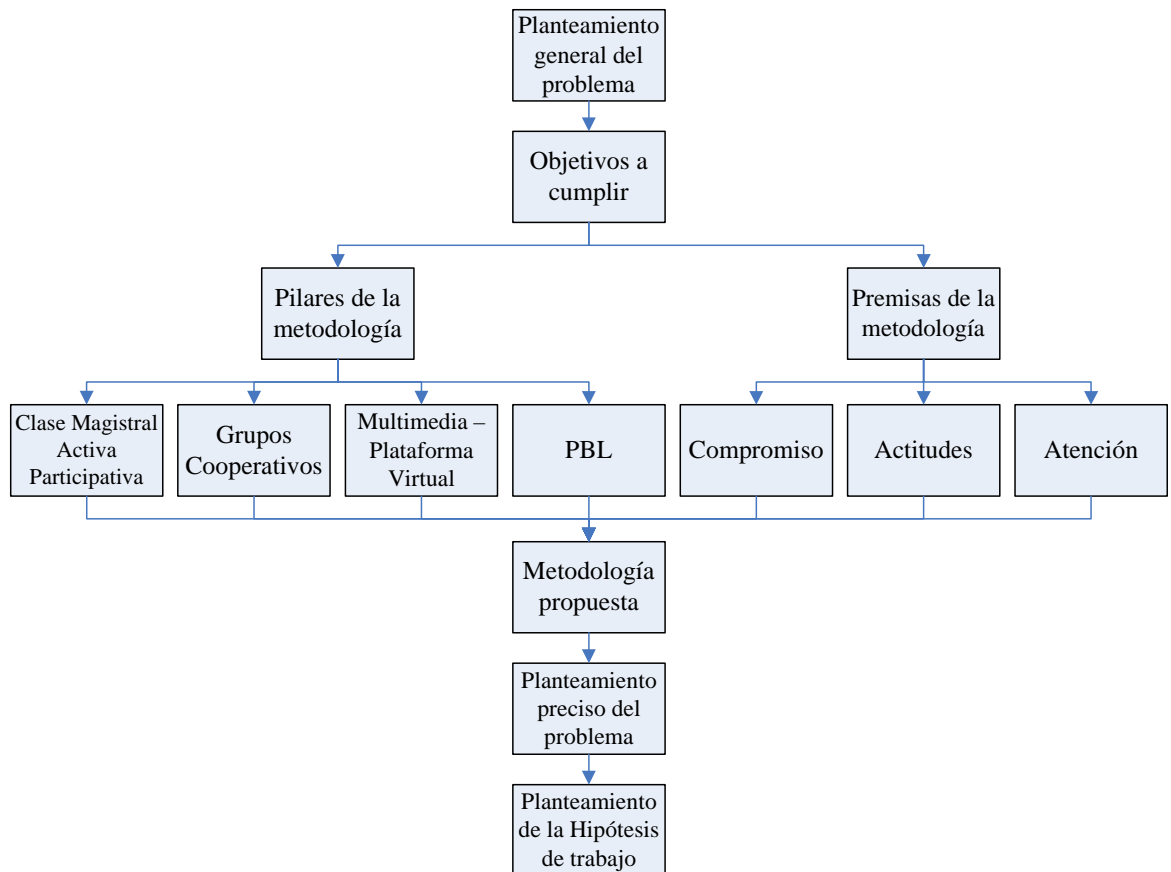


Figura 14.1. Diagrama descriptivo del capítulo 14



## **1. REVISIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Marco teórico**

En el capítulo 1 se ha abordado el tema de la meta-cognición. La meta-cognición es un término que se usa para designar a una serie de operaciones, actividades y funciones cognoscitivas llevadas a cabo por una persona, mediante un conjunto interiorizado de mecanismos intelectuales que le permiten recabar, producir y evaluar información, a la vez que hacen posible que dicha persona pueda conocer, controlar y autorregular su propio funcionamiento intelectual.

En el capítulo 2 se han estudiado las teorías psicológicas del aprendizaje, llegando a la conclusión de que las teorías psicológicas del aprendizaje se orientan cada vez más al análisis de la interacción entre los materiales de aprendizaje y los procesos meta-cognitivos del sujeto, y que para estructurar nuestro aprendizaje se definen estrategias, que son como “las secuencias integradas de procedimientos que se eligen con un determinado propósito”.

Se han revisado también someramente en el capítulo 3, algunas de las tendencias o corrientes didácticas de mayor difusión o incidencia en el panorama educativo reciente, destacando el constructivismo como el más completo y el más adaptado al marco del EEES. También se describen los soportes metodológicos y técnicos que se pueden utilizar para desarrollar un aprendizaje significativo que, a fin de cuentas, es el que nos interesa.

En el capítulo 4 se ha hecho un repaso de las dos metodologías de mayor implantación en el actual sistema educativo: la clase magistral tradicional y la clase magistral activa/participativa. Se ha realizado una exposición de la metodología, los recursos que utiliza, así como las

carencias y virtudes que presenta, acompañado de las opiniones expresadas por docentes y alumnos respecto a dichas metodologías.

En el capítulo 5 se ha abordado una de las técnicas más interesantes e innovadoras que hay en el panorama educativo actual: el aprendizaje en grupos cooperativos. Se trata de una metodología que reúne propiedades beneficiosas para el alumno, el profesor y la sociedad, favoreciendo el aprendizaje significativo, generando innovación en la metodología didáctica y formando ciudadanos integrados. También se tratan los conflictos que surgen, naturales en cualquier interacción entre alumnos, y diversas formas de evitarlos o solucionarlos. Por último se trata el complejo tema de la evaluación en grupos cooperativos.

El mapa conceptual, tratado en el capítulo 6, es un recurso esquemático para representar un conjunto de conceptos y sus relaciones de una manera gráfica que provee a los profesores y alumnos de una forma rica para organizar y comunicar lo que saben. Un mapa conceptual puede representar su comprensión sobre un dominio específico. Debido a que un mapa conceptual exterioriza la estructura del conocimiento de una persona, este puede servir como punto de partida de cualquier concepción de concepto que la persona pueda tener concerniente a la estructura del conocimiento.

Otra de las técnicas interesante, planteada en el capítulo 7, es el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL). El aprendizaje basado en problemas es un enfoque educativo orientado al aprendizaje y a la instrucción en el que los estudiantes abordan problemas reales o hipotéticos en grupos pequeños y bajo la supervisión de un tutor, y así es como se aplica en la metodología propuesta. Se señala que el aprendizaje basado en problemas es preferible utilizarlo con pequeños grupos de estudiantes que trabajan en grupos cooperativos en el estudio de un problema.

En el capítulo 8 se han tratado los tutores multimedia, vídeos y las plataformas virtuales, que serán las herramientas de apoyo muy importante para acabar de completar toda aquella información que reciben en las clases. También se analizan las características de este tipo de materiales de enseñanza, así como las perspectivas de las técnicas, estrategias, funciones, ventajas, limitaciones y concretaremos la significación del término multimedia.

En el capítulo 9 se ha visto la gran importancia que adquiere la motivación en el proceso de aprendizaje, así como los factores responsables de la apatía y el desinterés de los alumnos hacia el aprendizaje de las asignaturas. Se han revisado las teorías actuales de la motivación académica y los factores de los que depende la motivación.

## **1.2. Marco práctico**

El marco práctico presenta el planteamiento de la investigación, con el propósito de contribuir a la formulación concreta del problema que se investiga (la búsqueda de unos multimedia “Ad hoc” que junto a una metodología docente destinados a favorecer el aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades meta-cognitivas, la motivación de los alumnos y el rendimiento académico).

El interés de la investigación está justificado si se tiene en cuenta que uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ingenierías es formar un ingeniero capaz de desenvolverse en el marco de la Sociedad de la Información y del Conocimiento en la cual estamos inmersos, y más con la actual implantación del EEES.

Los multimedia junto a la metodología docente que se propone, tiene el objetivo de ayudar al alumno adaptar los conocimientos que adquiere en la Universidad al mundo profesional, sino también potenciar algo tan importante en la ingeniería como es el meta-conocimiento.

En el capítulo 10 se plantea tanto el estudio a nivel teórico como a nivel práctico del problema central de esta tesis. El estudio teórico trata de verificar si es posible elaborar unos multimedia “ad hoc” apoyados en una nueva metodología ya validada que englobe unas determinadas técnicas, que sean capaces de mejorar el rendimiento académico, el aprendizaje significativo de los alumnos, su motivación por la asignatura y sobre todo su nivel de meta-conocimiento. El estudio práctico valora la aplicación de este modelo en las asignaturas de Ingeniería, impartidas en la Universidad Politécnica de Cataluña.

También expone este capítulo que es necesaria la evaluación de estos multimedia con la metodología docente usando la combinación de las metodologías de investigación cuantitativa y cualitativa para hacer una valoración tanto positiva como negativa de todos ellos. Por un lado, se necesita buscar una relación causal entre las variables, de ahí que sea preciso el diseño experimental cuantitativo. Por otro lado, es indispensable la interpretación de los hechos y la descripción de los acontecimientos que tienen lugar en el proceso educativo, lo que corresponde a la metodología cualitativa. Y por ello, se propone una combinación de ambas

En el capítulo 11 se expone la metodología educativa propuesta y aplicada en general en el aula de Ingeniería. Se detalla a modo de ejemplo su aplicación en las asignaturas de Sistemas Digitales y Circuitos Digitales. Planteamos una metodología estructurada en los siguientes pilares:

- Clase magistral activa participativa.
- Formación de grupos cooperativos.
- Aprendizaje basado en problemas (PBL).
- Utilización de Plataforma Virtual y tutores multimedia.

En el capítulo 12 se muestra como se realiza la investigación experimental mediante la cual podemos verificar las hipótesis expuestas sobre la validez de los multimedia junto a la metodología propuesta. Para ello se utiliza una serie de instrumentos, variables y pruebas mediante los cuales se constata el aumento de algunos indicadores como el aprendizaje significativo, del meta-conocimiento, la motivación y el rendimiento académico.

En el capítulo 13 se plantea la investigación educativa, el análisis de los datos es siempre una tarea estadística compleja. Por esto se recurre a la estadística gestionada por ordenador. En la presente investigación se ha utilizado el paquete estadístico SPSS (*Statistics Package for Social Sciences*), y se muestran resumidos, los resultados estadísticos obtenidos a lo largo de los años (2007-2014), y su posterior análisis.

### **1.3. Multimedia “Ad hoc” junto a la metodología propia e hipótesis**

Después de haber estudiado la situación actual, y haber constatado que no coinciden con las que se desean para un ingeniero que acaba de finalizar sus estudios, se ha hecho la propuesta de unos multimedia “ad hoc” junto a la metodología docente activa participativa cooperativa.

En este orden de ideas, se planteó la posibilidad de elaborar unos multimedia junto a un modelo metodológico que tuviera las características adecuadas para favorecer la construcción de un aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades meta-cognitivas, la motivación de los alumnos y el



rendimiento académico. De acuerdo con estas consideraciones, se propusieron alcanzar los siguientes objetivos:

1. Elaborar un modelo de metodología junto a unos multimedia “Ad hoc” destinados a conseguir que el alumno alcance unos niveles meta-cognitivos que le faciliten su salida al mundo laboral y le permitan evolucionar en poco tiempo hacia los niveles de un Ingeniero experto.
2. Determinar la influencia estos multimedia tienen sobre el aprendizaje conceptual y procedimental.
3. Aplicar y comprobar la influencia que ejercen la Ingeniería, en los que se requiere el desarrollo meta-cognitivo y de la autonomía o capacidad de autorregulación del alumno.
4. Investigar el cambio actitudinal del estudiante con la aplicación de estos multimedia junto a la metodología propia.

De acuerdo con estos objetivos, se planteó el problema en torno a la elaboración de un modelo de metodología educativa. A la vista de los objetivos enunciados, la metodología elaborada debía contener las siguientes características:

- Potenciar el meta-conocimiento en los alumnos de Ingeniería.
- Solucionar la problemática actual de la formación en Ingeniería, en el contexto social y tecnológico.
- Potenciar el tipo de habilidades que se requieren para desarrollar con éxito los trabajos profesionales relacionadas con los diferentes campos del conocimiento electrónico: diseño y diagnóstico.
- Analizar las diferencias entre expertos e inexpertos, con el fin de descubrir qué rasgos de los primeros hay que inculcar a los segundos.
- Aprovechar los conocimientos de la Inteligencia Artificial al campo de la Didáctica.

- Desarrollar técnicas de análisis de sistemas con un enfoque topológico y funcional.
- Generar multimedia “Ad hoc” para la docencia en Ingeniería.

### 1.3.1. Multimedia junto a la metodología docente

La metodología, ya validada, se ha basado en tres premisas en las que se debe involucrar a los alumnos: compromiso, actitudes y atención.

Dicha metodología propuesta se ha apoyado en cuatro pilares básico.



Figura 14.2. Esquema de la multimetodología seguida

### 1.3.2. Planteamiento del problema

Teniendo en cuenta los objetivos expresados con anterioridad y el planteamiento general del problema de investigación, se han elaborado unos multimedia que junto al modelo metodológico, tienen la intención de favorecer el aprendizaje significativo, donde se ha puesto énfasis en la transferencia de criterios de evaluación al alumno, con el propósito de

favorecer la meta-cognición y la autorregulación. Aun cuando tanto los multimedia como el modelo metodológico propuesto se consideraban bien fundamentados, desde el punto de vista teórico, y algunos aspectos estaban avalados por los resultados de otras investigaciones, se debió llevar a la práctica para constatar que cumplía los objetivos planteados en su elaboración. Por consiguiente, el problema que se investigó es de tipo práctico y se resume en la pregunta,

*¿Podemos elaborar unos multimedia “Ad hoc” junto a la metodología para la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas técnicas en la ingeniería basada en la perspectiva constructivista del aprendizaje y estructurada sobre la clase magistral activa participativa, el trabajo en grupos cooperativos centrado en la resolución de problemas reales (PBL) y apoyada en las nuevas tecnologías multimedia que favorezca el aprendizaje significativo, el rendimiento académico y el desarrollo del meta-conocimiento y la motivación de los alumnos?*

Aunque estos multimedia junto a la metodología educativa fuera capaz de mejorar el aprendizaje significativo y determinados aspectos de la meta-cognición, era necesario preguntarse si la mejora se daba en todos los alumnos o, por el contrario, si no se daba en casos en los que hubiera factores cognitivos, como el estilo cognitivo DIC (dependencia-independencia de campo de la percepción) y el nivel de razonamiento formal, que anulasen el efecto beneficioso de las actividades de evaluación y transferencia de criterios propuesta.

A priori era de esperar que todos los alumnos, tanto los dependientes de campo (de carácter más abierto y que conceden mucha importancia a las relaciones sociales) como los independientes de campo (más introvertidos y

con mayor capacidad de reestructuración de las ideas por si solos) mejorasen el aprendizaje y el desarrollo de aspectos meta-cognitivos. Lo mismo en cuanto a la capacidad de razonamiento formal.

Se replanteó la pregunta incorporando las características cognitivas de los alumnos.

*Los multimedia “ad hoc” junto a la metodología activa participativa cooperativa, ¿favorece la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas técnicas en la ingeniería basada en la perspectiva constructivista del aprendizaje y estructurada sobre la clase magistral activa participativa, el trabajo en grupos cooperativos centrado en la resolución de problemas reales (PBL) y apoyada en las nuevas tecnologías multimedia que favorezca el aprendizaje significativo, el rendimiento académico y el desarrollo del meta-conocimiento y la motivación de los alumnos, con independencia de factores psicológicos como el estilo cognitivo o la capacidad de razonamiento formal?*

La pregunta formulada así era todavía más compleja, y la respuesta, supuestamente afirmativa, debía analizarse desglosándola en problemas simples, cuyas respuestas constituyeron las hipótesis. Estas hipótesis han dado la solución al problema planteado, una vez hecha la verificación experimental del cumplimiento de dichas relaciones.

### 1.3.3. Formulación de hipótesis

Se ha elaborado una hipótesis general que ha dado respuesta afirmativa al problema planteado es la siguiente:

#### **Hipótesis general**

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa para asignaturas técnicas en la ingeniería, además de establecer mejor el estado cognitivo, favorecen más el aprendizaje significativo, el desarrollo de la meta-cognición y motivación, con independencia de características cognitivas o psicológicas de los alumnos.*

Las conjeturas de la hipótesis general no han podido verificarse experimentalmente de forma directa, por la complejidad de la aseveración. Por ello, ha sido necesario desglosarla en hipótesis cuyos enunciados contienen una proposición causal entre variables, que sea comprobable experimentalmente. Para cada eta y fase, se han elaborado distintas hipótesis, por ejemplo para la Fase I (Etapas 1 i 2).

#### **Hipótesis I**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el aprendizaje significativo del alumno frente a los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra parecida*

Esta hipótesis es muy general, dado que la puesta en práctica de la metodología activa participativa cooperativa propuesta para favorecer el aprendizaje significativo, se refiere tanto al aprendizaje declarativo como el procedimental. Se trataba de verificar si se producía un cambio conceptual o un cambio en las concepciones; para constatar una disminución de las ideas alternativas erróneas de los estudiantes y sus esquemas conceptuales.

### **Hipótesis I<sub>1</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra parecida. La disminución de ideas alternativas erróneas se produce con independencia de factores psicológicos, como el estilo cognitivo o la capacidad de razonamiento formal.*

Esta hipótesis nos ha permitido relacionar el cambio conceptual con el modelo de evaluación seguido, aludiendo también a la posible influencia de dos variables o factores psicológicos. Por esto la desglosamos en otras tres hipótesis operativas, que denominamos I<sub>1.1</sub>, I<sub>1.2</sub>, y I<sub>1.3</sub> respectivamente.

### **Hipótesis I<sub>1.1</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas y una potenciación de sus esquemas*

*conceptuales, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra parecida.*

**Hipótesis I<sub>1,2</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia del estilo cognitivo DIC, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra parecida.*

**Hipótesis I<sub>1,3</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia de la capacidad de razonamiento formal, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra parecida.*

Pero el aprendizaje significativo, como se ha señalado, se refiere tanto al aprendizaje conceptual como al aprendizaje procedimental. Éste está relacionado con la aplicación de procedimientos, coherentes con la metodología científica, dirigidos a la interpretación de situaciones problemáticas y a la aplicación de estrategias de resolución. Los argumentos que exponen los alumnos cuando se les pide la justificación de una respuesta, o de la explicación de una situación, se basan más en sus preconcepciones que en los modelos de la Ciencia.

El hecho de haber trabajado los problemas en grupos cooperativos, y las discusiones entre alumnos (con la intervención del profesor) ha favorecido el cambio metodológico, y se ha reflejado en las memorias de los trabajos. La evaluación de las memorias por parte del profesor y alumnos haciendo hincapié en los procedimientos utilizados por el alumno, ha ayudado al alumno a reconocer los aspectos adecuados e inadecuados de su metodología y en suma, a autorregularse. En consecuencia, la metodología educativa propuesta ha favorecido el cambio metodológico deseado, como se ha constatado con el cumplimiento de la siguiente hipótesis.

**Hipótesis I<sub>2</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio procedimental de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra parecida.*

En el planteamiento del problema se aludía a la meta-cognición. Era razonable suponer que la realización de actividades de autorregulación, en las que el alumno ha de ser capaz de realizar procesos de control de su propia actividad cognitiva, debía favorecer la meta-cognición. La cuestión era establecer qué aspectos de la meta-cognición se favorecían y, de ellos, cuáles eran contrastables o podían confirmarse experimentalmente. En consecuencia, se buscó algún indicador que permitiera su detección. Un indicador sencillo es la comparación entre las expectativas de acierto ante situaciones problemáticas, como las que se proponen en los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas. Por ello se planteó la hipótesis:



**Hipótesis II**

(Todas las Etapas y Fases)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto y capacidad de enfrentarse a problemas nuevos.*

**Hipótesis II<sub>1</sub>**

(Todas las Etapas y Fases)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto.*

**Hipótesis II<sub>2</sub>**

(Todas las Etapas y Fases)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece la meta-cognición de tal modo que el alumno pueda solucionar nuevos problemas.*

Se pensó que si conseguíamos favorecer el cambio conceptual y procedimental de los alumnos así como su potencial meta-cognitivo además de aumentar la motivación, conseguiríamos mejorar el rendimiento académico, y por ello se planteó la siguiente hipótesis:

### **Hipótesis III**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el rendimiento académico de manera muy significativa frente a la aplicación de clase magistral tradicional, u otra parecida.*

Lo que resulta obvio es que una alta capacidad de trabajo y rendimiento, correlaciona positivamente con un mayor nivel de motivación por parte del alumno. La motivación puede ser de dos tipos intrínseca o extrínseca. Por ello pareció interesante introducir la siguiente hipótesis:

### **Hipótesis IV**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece la motivación de los alumnos hacia la asignatura, respecto de los alumnos a los que se les ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra parecida.*

## **2. CONCLUSIONES FINALES**

La estrategia general de la investigación, dadas las características del problema planteado, ha consistido en el estudio del comportamiento de los alumnos en su ambiente habitual, lo que conlleva limitaciones en la manipulación de las variables que intervienen. Es decir, se ha estudiado la respuesta de los alumnos ante un estímulo (aplicación de los multimedia junto a la metodología docente).

Por consiguiente, se ha realizado una investigación de tipo cuasi experimental, en la que se ha propuesto también la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos.

Dado que se trata de contrastar diversas hipótesis, y en cada una de ellas se relacionan variables diferentes, se ha procedido a desglosar la investigación en diseños experimentales parciales.

En cada uno de ellos se han definido las poblaciones implicadas en el estudio y las muestras utilizadas, las variables y los procedimientos experimentales llevados a cabo con cada una de las muestras seleccionadas. Se han señalado como variables independientes las relacionadas con las características cognitivas (nivel educativo, grado de dependencia-independencia de campo de la percepción -DIC-, nivel de razonamiento formal, e ideas alternativas previas erróneas), y las variables controladas de las estrategias didácticas propuestas al grupo experimental (aplicación de la metodología docente).

Las variables dependientes definidas han sido todas de tipo constitutivo (se identifican con constructos) y se refieren a aspectos relacionados con el aprendizaje significativo, conceptual y procedimental (ideas alternativas erróneas y utilización de procedimientos coherentes con la metodología científica, respectivamente), y con aspectos meta-cognitivos (expectativas de acierto).

Además se ha precisado la designación de los grupos, la situación en que se recogieron los datos, en cada caso, los procedimientos experimentales, y el análisis de las variables. Entre las condiciones en las que se han desarrollado las experiencias, resaltamos la aplicación de los cuestionarios destinados a la detección de las ideas alternativas erróneas y de la prueba de valoración de estrategias y procedimientos.

Se ha probado la validez y fiabilidad de las pruebas diseñadas. En el análisis de validez se han tenido en cuenta dos aspectos, la validez de constructo y la validez de contenido. En la valoración de la fiabilidad se ha estimado la estabilidad de las puntuaciones y de las categorías de respuestas, mediante el cálculo del coeficiente de correlación. También se ha valorado la consistencia interna de la prueba LADE, mediante el cálculo del coeficiente de correlación entre mitades.

En todos los casos se utilizaron, como mínimo, tres grupos (del mismo centro en el que se ha llevado a cabo la fase experimental). Dos grupos experimentales, con los que se llevó a cabo la metodología docente activa participativa junto a los multimedia “Ad hoc”, y un grupo de control, al que se le impartió la asignatura con el método de clase magistral tradicional. Se ha verificado la equivalencia de los grupos experimentales y sus grupos de control respectivos.

El estudio estadístico se ha realizado con el paquete estadístico SPSS, versión 15, que incluye el análisis exploratorio, pruebas de hipótesis, cálculo de coeficientes de correlación, y otros análisis estadísticos bivariantes y multivariantes.

## **2.1. Conclusiones del cumplimiento de las hipótesis**

El procedimiento ha sido constatar el cumplimiento de las hipótesis más directas para ir contrastando a posteriori las más complejas. El proceso se ha hecho para cada Etapa y Fase de la misma forma y exactamente.

### *2.1.1. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis I<sub>1</sub>*

### **Hipótesis I<sub>1</sub>**

(Todas las Fases y Etapas)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra parecida. La disminución de ideas alternativas erróneas se produce con independencia de factores psicológicos, como el estilo cognitivo o la capacidad de razonamiento formal.*

Recordemos que para su verificación fue desglosada en otras tres hipótesis:

#### 2.1.1.1. Cumplimiento de la hipótesis I<sub>1,1</sub>

### **Hipótesis I<sub>1,1</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, al producirse una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas y una potenciación de sus esquemas conceptuales, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra parecida.*

Para verificar esta hipótesis se han utilizado diversas herramientas, entre ellas los mapas conceptuales, los cuales nos han servido para ilustrar la estructura cognoscitiva o de significados que tienen los alumnos, y con ella

hemos podido evaluar lo “ordenados” que tenían en su mente los conocimientos que se le han ido transmitiendo a lo largo de los diferentes cursos. Además, han facilitado la organización lógica y estructurada de los contenidos desarrollados en los diferentes cursos, ya que para los alumnos han sido útiles debido a que han podido separar la información significativa de la información trivial.

En la figura 14.3 podemos ver como a lo largo de todas las etapas y fases de las que ha constado la investigación, la nota media en los mapas conceptuales realizados a lo largo del curso por los alumnos pertenecientes a los grupos a los cuales se ha aplicado la nueva metodología propuesta, ha ido aumentando a medida que el método se ha ido consolidando, constatando así lo expuesto en la hipótesis I<sub>1,1</sub>. Además de los mapas conceptuales se han utilizado los problemas guiados y el trabajo en el laboratorio, el análisis de los cuales veremos más adelante. En todas las Fases.

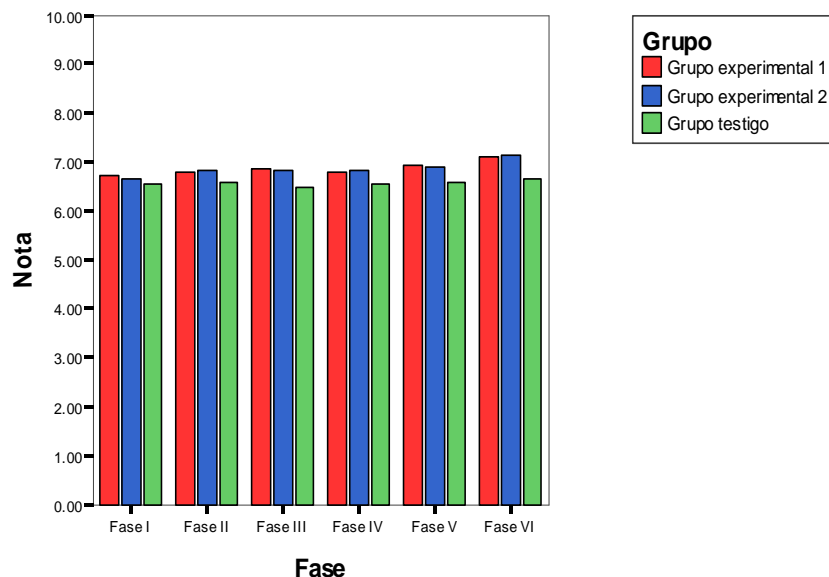


Figura 14.3. Nota media de los diferentes grupos a lo largo de la investigación en los mapas conceptuales

2.1.1.2. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis I<sub>1,2</sub>

**Hipótesis I<sub>1,2</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de a aplicación de la metodología activa participativa cooperativa, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia del estilo cognitivo DIC, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra parecida.*

Al inicio de cada curso se realizó el test de figuras enmascaradas de Witkin en su forma colectiva, detallado en el apéndice documental (anexo I) con el cual se ha efectuado un diagnóstico del estilo cognitivo DIC (dependencia-independencia de campo de la percepción) durante las diferentes fases de la investigación. A continuación se muestran los resultados medios obtenidos en este test al inicio de cada curso. Como se puede comprobar, los aciertos medios de los diferentes grupos, tanto los experimentales como el grupo testigo, son muy parecidos al inicio del curso.

**Tabla 14.1. Percentiles medios al inicio del curso**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	7.000	8.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000
		Grupo experimental 2	7.000	7.000	8.000	10.000	12.000	13.000	14.000
		Grupo testigo	7.000	7.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			9.000	10.000	12.000		
		Grupo experimental 2			8.000	10.000	12.000		
		Grupo testigo			9.000	10.000	12.000		

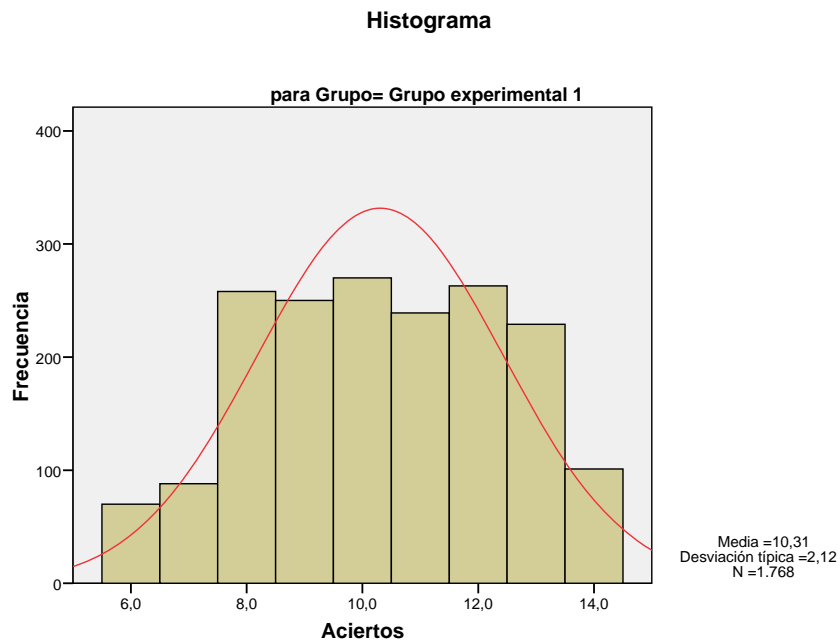


Figura 14.4. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 1)

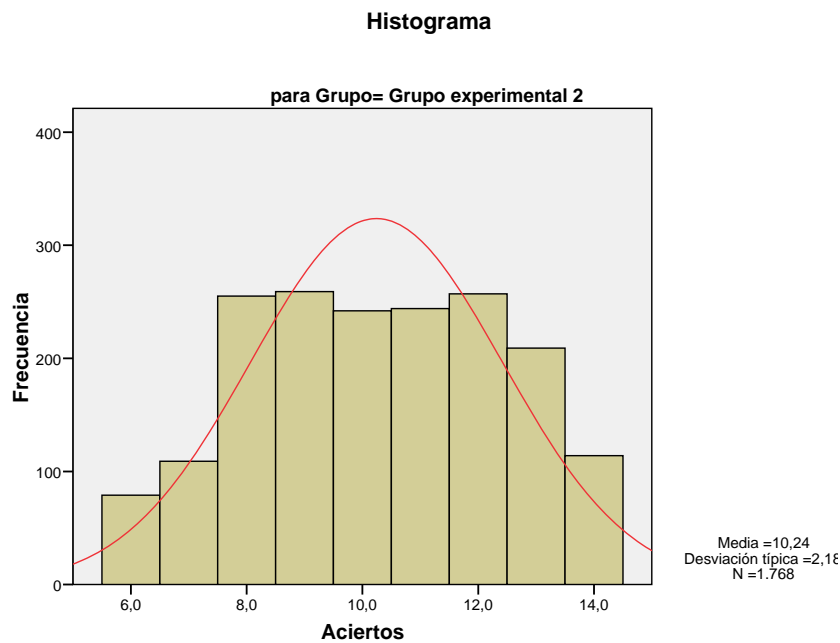


Figura 14.5. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 2)



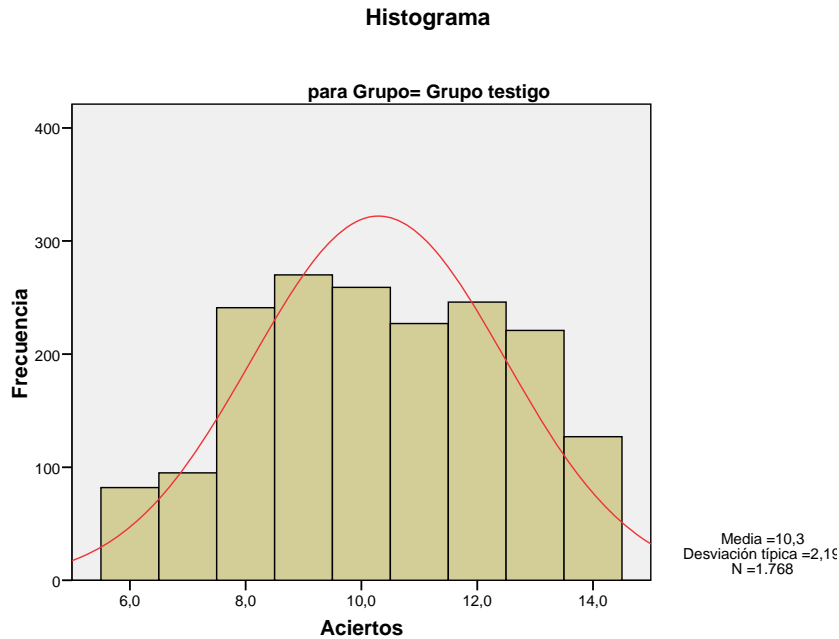


Figura 14.6. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo testigo)

A continuación se muestran los resultados medios obtenidos en el test de figuras enmascaradas de Witkin efectuado al final de cada curso.

En conclusión observamos que, tanto los alumnos de los grupos experimentales dependientes de campo (de carácter más abierto y que conceden mucha importancia a las relaciones sociales) como los independientes de campo (más introvertidos y con mayor capacidad de reestructuración de las ideas por si solos) han mejorado en el desarrollo de aspectos meta-cognitivos, constatando lo expuesto en la hipótesis I<sub>1.2</sub>. El grupo testigo, en cambio, ha obtenido unos resultados medios parecidos a los del inicio del curso.

**Tabla 14.2. Percentiles medios al final del curso**

Grupo		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Grupo experimental 1	9.000	9.000	10.000	11.000	13.000	14.000	14.550
	Grupo experimental 2	9.000	9.000	10.000	12.000	13.000	14.000	15.000
	Grupo testigo	7.000	8.000	8.000	10.000	12.000	13.000	14.000

Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			10.000	11.000	13.000		
		Grupo experimental 2			10.000	12.000	13.000		
		Grupo testigo			8.000	10.000	12.000		

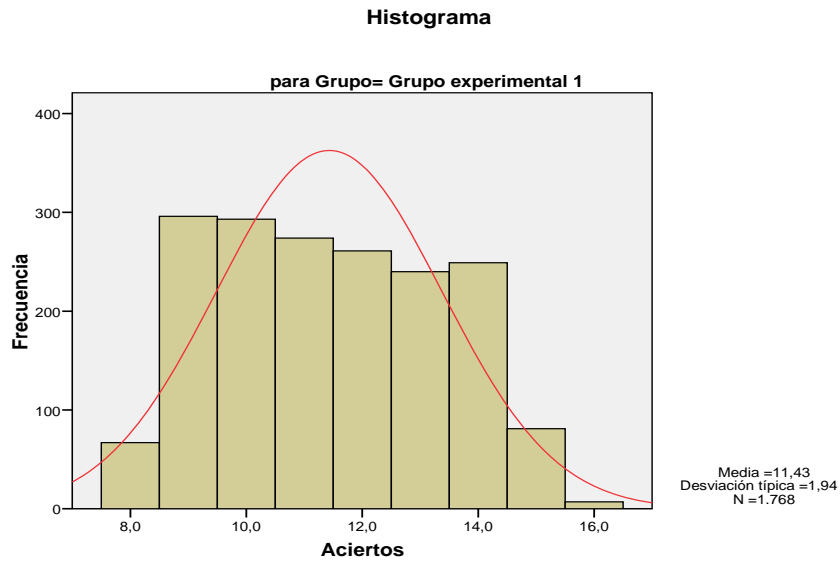


Figura 14.7. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 1)

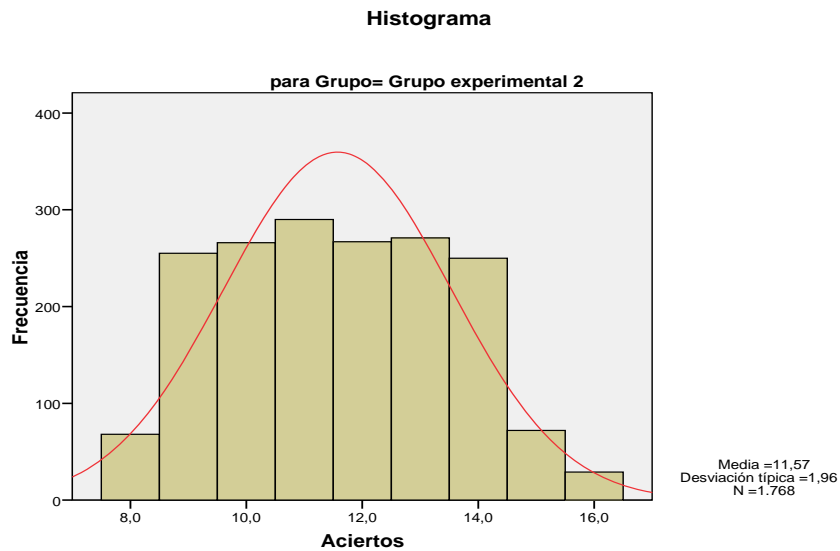


Figura 14.8. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 2)

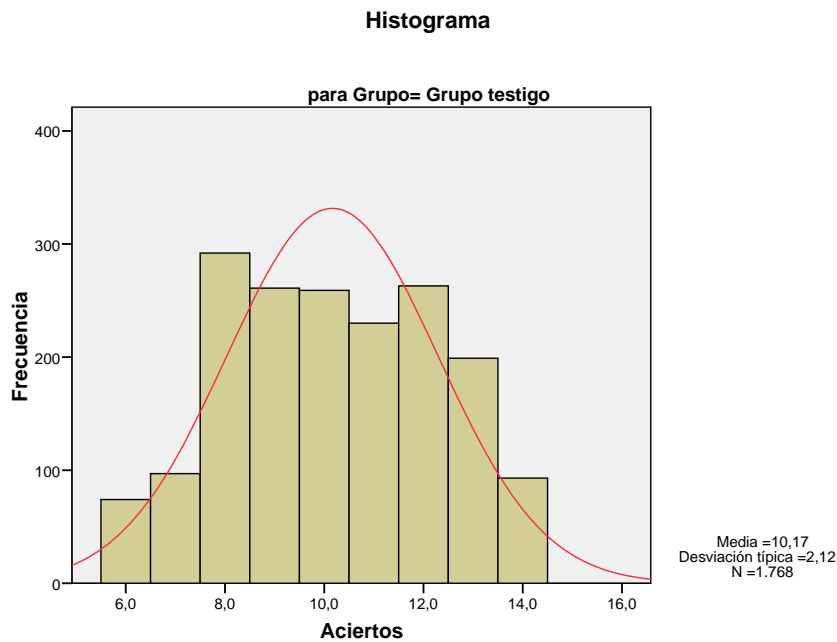


Figura 14.9. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo testigo)

### 2.1.1.3. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis I<sub>1.3</sub>

#### **Hipótesis I<sub>1.3</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio conceptual de los alumnos de ingeniería, con independencia de la capacidad de razonamiento formal, respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra parecida.*

Con el test de razonamiento lógico para adultos se ha valorado el nivel de razonamiento formal y su evolución a largo de los diferentes cursos, mostrando una evolución progresiva con la metodología.

Tal y como podemos observar en la figura 14.10, a lo largo de las diferentes etapas y fases de las que ha constado la investigación los aciertos medios en el test de razonamiento lógico para adultos realizados al principio del curso han estado aproximadamente entre el 50% y el 60% en los tres grupos, en todas las Fases.

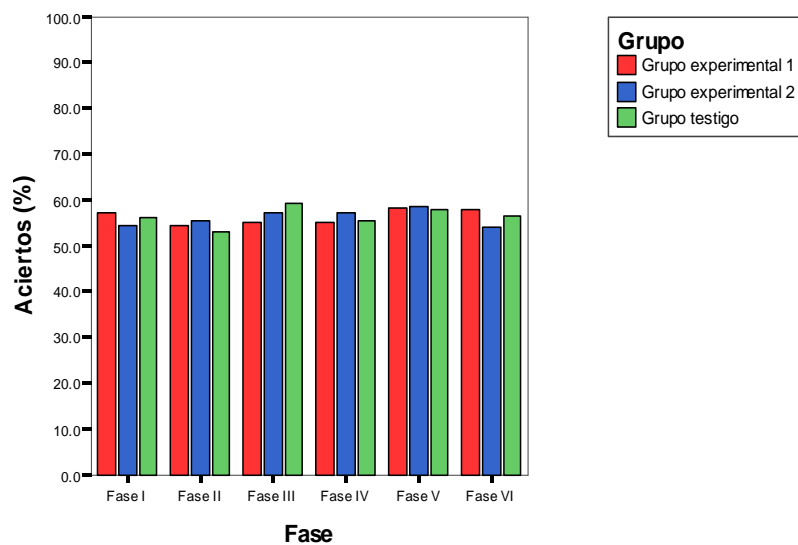


Figura 14.10. Aciertos medios de los diferentes grupos a lo largo de la investigación en el test de razonamiento lógico para adultos (inicio del curso)

Por otro lado, tal y como podemos observar en la figura 14.11, a lo largo de las diferentes etapas y fases los aciertos medios en el test de razonamiento lógico para adultos de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales han ido creciendo a lo largo de cada curso académico (cuatrimestre), constatando el aumento en su meta-conocimiento con respecto al inicio del curso, y por lo tanto, lo expuesto en la hipótesis II<sub>1,3</sub>.

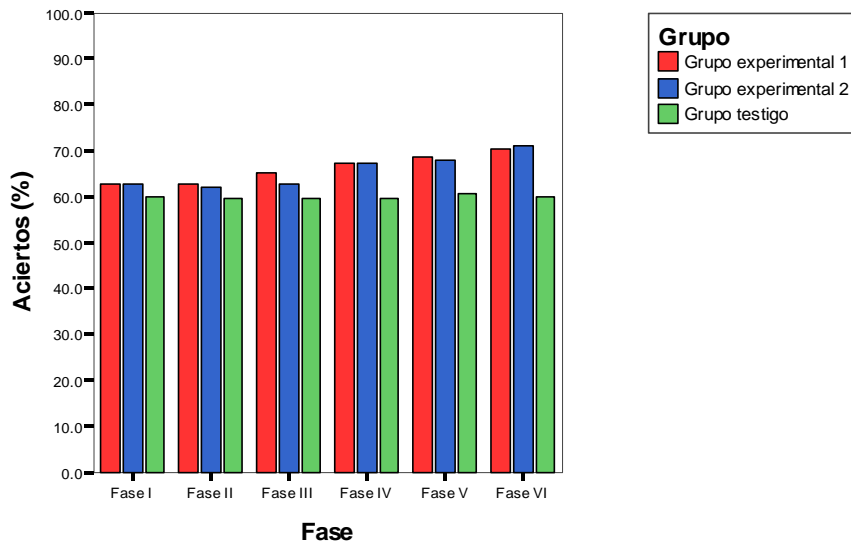


Figura 14.11. Aciertos medios de los diferentes grupos a lo largo de la investigación en el test de razonamiento lógico para adultos (final del curso)

### 2.1.2. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis $I_2$

El aprendizaje significativo, como se ha señalado, se refiere tanto al aprendizaje conceptual como al aprendizaje procedimental. Éste está relacionado con la aplicación de procedimientos, coherentes con la metodología científica, dirigidos a la interpretación de situaciones problemáticas y a la aplicación de estrategias de resolución.

Los argumentos que han expuesto los alumnos cuando se les ha pedido la justificación de una respuesta, o de la explicación de una situación, se ha basado más en sus preconcepciones que en los modelos de la Ciencia. Se ha detectado que los alumnos imitan, en parte, la forma de proceder de los profesores en la resolución de problemas y, por encima de todo, suelen considerar que los ejemplos de problemas resueltos en los libros de texto son un referente explícito del procedimiento a seguir en la resolución de problemas.

Hay que decir, además, que el método ha incidido muy directamente en la eliminación y no generación de las ideas alternativas erróneas, ya que muchas veces, al no ser el profesor del todo claro y riguroso en las explicaciones, puede provocar la aparición de ideas alternativas erróneas.

El hecho de trabajar los problemas en grupos cooperativos, y las discusiones entre alumnos (con la intervención del profesor) ha favorecido el cambio procedimental de los alumnos, y se ha reflejado en las memorias de los trabajos. La evaluación de las memorias por parte del profesor y alumnos haciendo hincapié en los procedimientos utilizados por el alumno, ha ayudado al alumno a reconocer los aspectos adecuados e inadecuados de su metodología y en suma, a autorregularse. En conclusión, la metodología educativa propuesta ha favorecido el cambio metodológico deseado.

### **Hipótesis I<sub>2</sub>**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de a aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el cambio procedimental de los alumnos de ingeniería respecto de los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra similar.*

Como ya hemos visto en puntos anteriores de esta tesis, un ejemplo de cómo evaluar el meta-conocimiento ha sido con el diseño de algoritmos en la asignatura de SDI1 y Circuitos Digitales, y su posterior valoración.

Mediante estos algoritmos el profesor ha podido evaluar si la meta-cognición del alumno ha mejorado, lo que traducido a la programación significa que el algoritmo que el alumno ha diseñado es óptimo (ha utilizado una estrategia de desarrollo del problema adecuada), por lo tanto está bien

organizado (al igual que los conocimientos “en la cabeza” del alumno), ocupa la menor memoria electrónica y recursos posibles, etc.

En el lado opuesto tendríamos un algoritmo que funciona correctamente y cumple las especificaciones deseadas pero que no está optimizado, con lo cual utiliza más recursos y memoria de la que podría necesitar, etc., y en consecuencia es de mayor tamaño, menos fiable y constituye una tecnología menos sostenible.

Por esto es muy importante que un Ingeniero tenga un buen nivel de meta-conocimiento, para que sea capaz de realizar diseños más óptimos, fiables y sostenibles con el medio.

Además de estos algoritmos, también se ha cuantificado el meta-conocimiento y el aprendizaje significativo con una serie de problemas, y se han evaluado en función de si se habían planteado y resuelto según un baremo (solución correcta, regular o incorrecta).

En el inicio del curso los problemas eran guiados, y a medida que iba avanzando el cuatrimestre la colaboración del profesor fue disminuyendo, lo que ha hecho que los alumnos hayan mejorado su capacidad para enfrentarse a problemas nuevos, cada vez con menos ayuda por parte del profesor.

En las figuras 14.12 y 14.13, correspondientes al total de etapas y fases de la investigación, se muestra la valoración obtenida por los alumnos de los diferentes grupos en estos aspectos (problemas y algoritmos), tanto en la forma de resolverlos como en su resultado final. Como se puede observar, al principio del curso, con la colaboración del profesor, la valoración entre los tres grupos es muy parecida, mientras que a medida que ha ido avanzando el curso (poco a poco el profesor iba disminuyendo su

colaboración) los resultados incorrectos han disminuido ligeramente en los grupos experimentales, constatando así una mejora tanto en el meta-conocimiento como en el aprendizaje significativo, y en consecuencia, constatando el cumplimiento de las hipótesis I<sub>2</sub>.

En conclusión, en todas las Fases, se puede apreciar un ligero aumento en los resultados correctos por parte de los grupos experimentales al irse consolidando la aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto con la metodología propia.

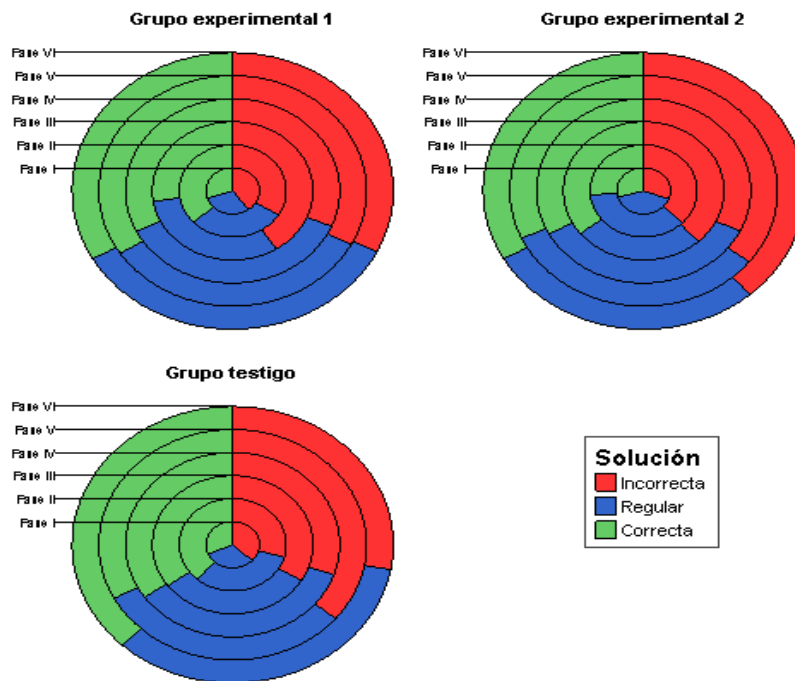


Figura 14.12. Valoración de los problemas propuestos al inicio del curso



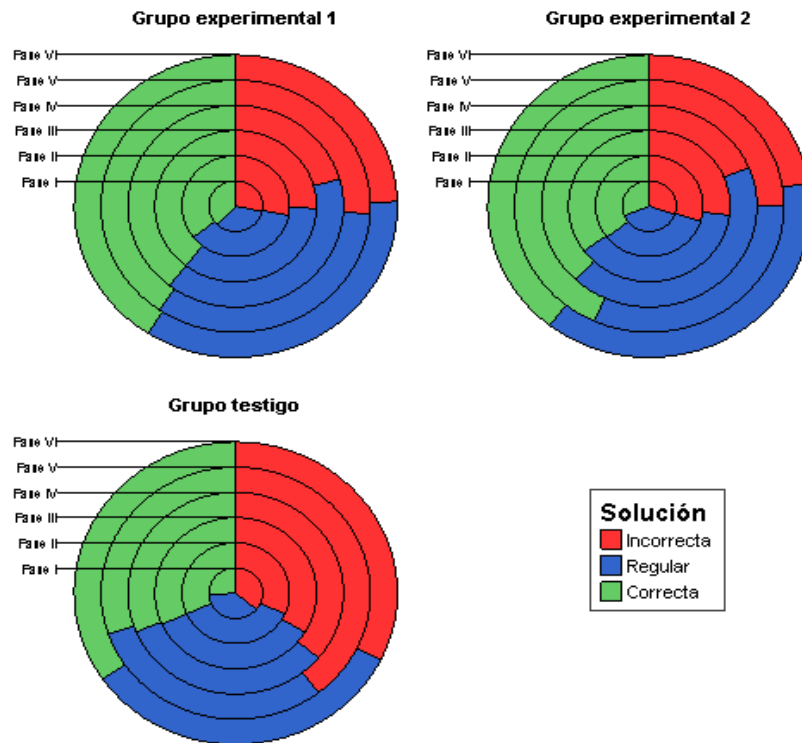


Figura 14.13. Valoración de los problemas propuestos al final del curso

El cumplimiento de las hipótesis anteriores verifica la hipótesis I (más general) presentada en el capítulo 11, demostrando que el modelo metodológico propuesto ha favorecido el aprendizaje significativo de los grupos experimentales. Se ha verificado el cambio conceptual o en las concepciones de sus alumnos, lo que se ha traducido en una disminución de las ideas alternativas erróneas de éstos y sus esquemas conceptuales.

### **Hipótesis I**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el aprendizaje significativo del alumno frente a los alumnos a los que se ha aplicado la clase magistral tradicional u otra similar.*

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis I:

**Tabla 14.3. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis I**

INSTRUMENTO	CONTENIDO	MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	MOTIVO
Carpeta (mapas conceptuales)	Mapas conceptuales	Se recogen durante todo el curso	Evalúan el progreso en la evolución de los mapas conceptuales
Problemas guiados y trabajo en el laboratorio	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua de las ideas previas erróneas y de los esquemas conceptuales
Test de razonamiento lógico para adultos	12 ítems gráficos de entrenamientos y 36 ítems gráficos de evaluación	Inicio y fin de curso	Evaluar el nivel de razonamiento lógico y su evolución a largo del curso
Test de figuras enmascaradas para grupos de Witkin (GEFT)	18 ítems gráficos con figuras geométricas que deben ser descubiertas dentro de otras más complejas	Inicio y fin del curso	Diagnóstico del estilo cognitivo DIC (dependencia – independencia de campo)
Algoritmos y problemas	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua del meta-conocimiento

### 2.1.3. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis II<sub>1</sub>

Un indicador sencillo que permita tener idea si el alumno distingue lo que sabe de lo que no sabe es la comparación entre las expectativas de acierto ante situaciones problemáticas, como las que se proponen en los cuestionarios de detección de ideas alternativas erróneas.

Por ello enunciamos la hipótesis:

**Hipótesis II<sub>1</sub>**

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de a aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto.*

Mediante el test de ideas previas erróneas se han cuantificado las ideas alternativas erróneas de los alumnos de los diferentes grupos, cuantificando la media de los elementos acertados por cada uno de los grupos en todas las etapas y fases.

**Tabla 14.4. Percentiles medios al inicio del curso**

Grupo		Percentiles							
		5	10	25	50	75	90	95	
Promedio ponderado	Aciertos	Grupo experimental 1	3.000	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
		Grupo experimental 2	3.000	4.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
		Grupo testigo	3.000	4.000	4.000	5.000	7.000	7.000	8.000
Bisagras de Tukey	Aciertos	Grupo experimental 1			4.000	5.000	6.000		
		Grupo experimental 2			4.000	5.000	6.000		
		Grupo testigo			4.000	5.000	7.000		

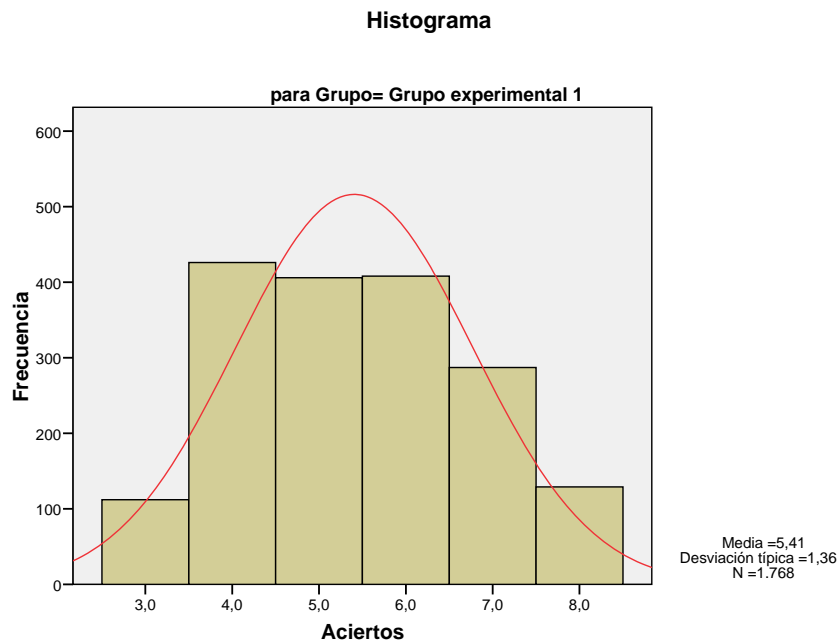


Figura 14.14. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 1)

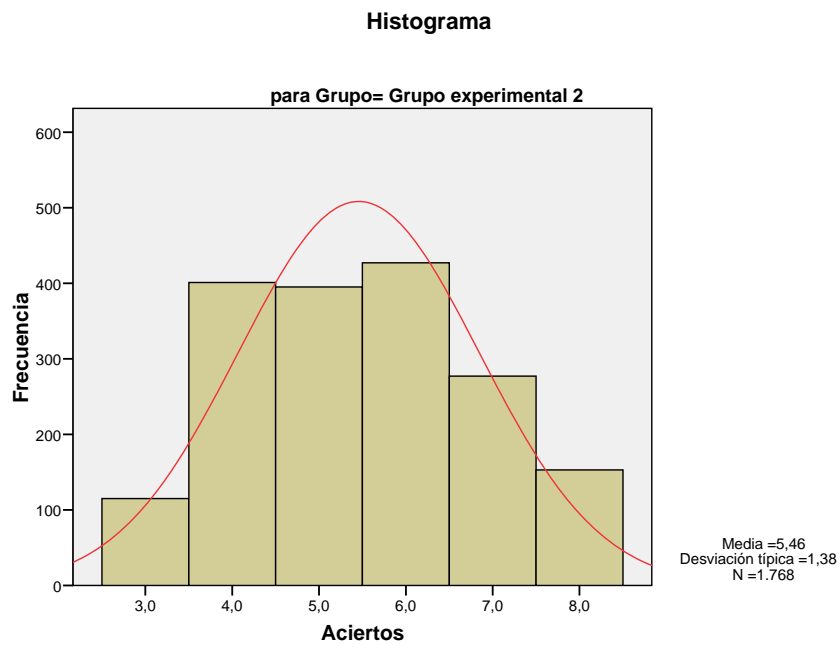


Figura 14.15. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo experimental 2)

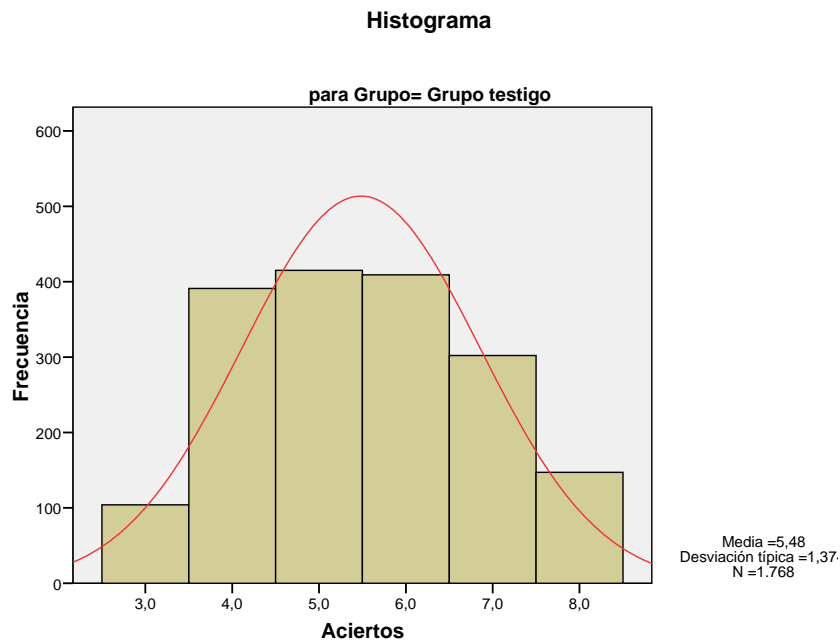


Figura 14.16. Distribución de los aciertos medios al inicio del curso (grupo testigo)

Los resultados medios obtenidos en el test de ideas previas erróneas, efectuado al final de cada curso, muestran que el resultado obtenido por los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales es ligeramente superior al obtenido por el grupo testigo. Se puede concluir que se cumple lo expuesto en la hipótesis II<sub>1</sub>, ya que como se puede comprobar ha habido una disminución significativa de las ideas alternativas erróneas en los grupos a los que se le ha aplicado el modelo metodológico.

Tabla 14.5. Percentiles medios al final del curso

Grupo			Percentiles						
			5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado	Acertios	Grupo ex. 1	4.000	4.000	5.000	6.000	8.000	9.000	9.000
		Grupo ex. 2	4.000	4.000	5.000	6.000	8.000	8.000	9.000
		Grupo testigo	4.000	4.000	4.000	6.000	7.000	7.000	8.000
Bisagras de Tukey	Acertios	Grupo ex. 1			5.000	6.000	8.000		
		Grupo ex. 2			5.000	6.000	8.000		
		Grupo testigo			4.000	6.000	7.000		

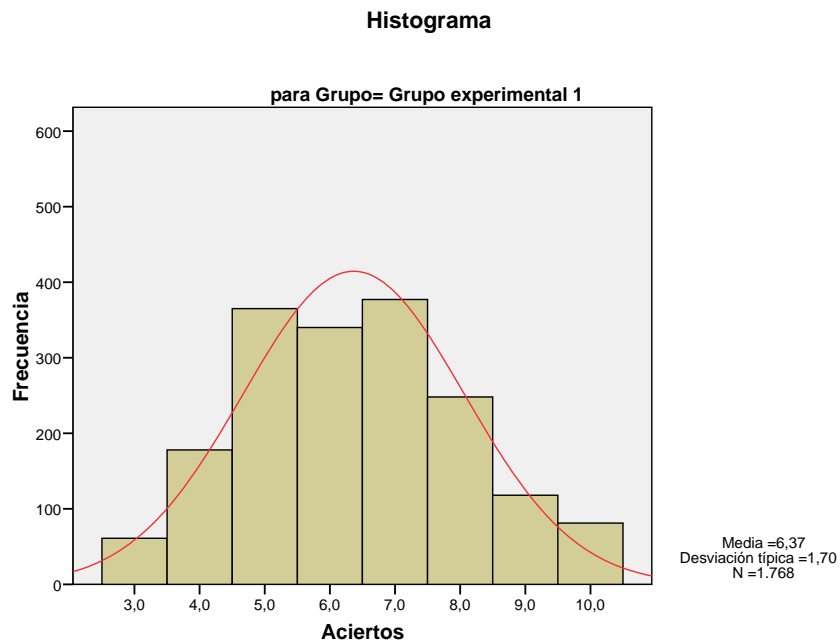


Figura 14.17. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 1)

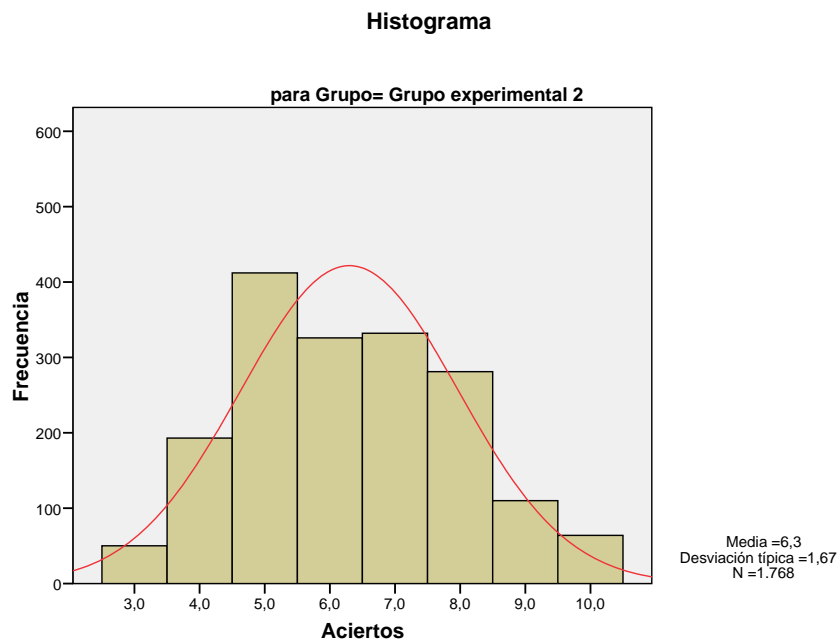


Figura 14.18. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo experimental 2)

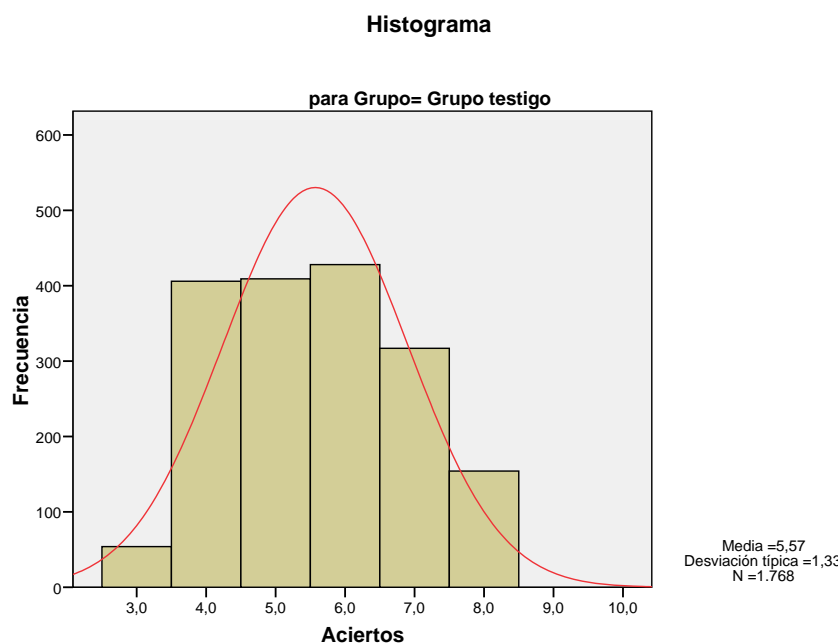


Figura 14.19. Distribución de los aciertos medios al final del curso (grupo testigo)

#### 2.1.4. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis II<sub>2</sub>

##### **Hipótesis II<sub>2</sub>**

(Todas las Etapas y Fases)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la meta-cognición de tal modo que el alumno pueda solucionar problemas nuevos.*

Con los resultados obtenidos en el proyecto final se ha cuantificado la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en las diferentes fases de la investigación. El tema del trabajo era propuesto por el alumno, y el profesor tuvo en cuenta a la hora de valorarlo su dificultad, originalidad, cuánto habían profundizado en el tema y la optimización de la

solución, cuantificando así la evolución del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los alumnos de los diferentes grupos.

A diferencia de los problemas guiados, en este trabajo o proyecto final se ha dejado que los estudiantes tomaran las decisiones y eligieran el camino que ellos creyesen adecuado, pero siempre con el apoyo y supervisión del profesor, el cual ha valorado el progreso en la evolución de los alumnos.

En la siguiente figura se puede observar la calificación media obtenida por los diferentes grupos, cumpliendo las hipótesis iniciales de mejora del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los grupos a los cuales se les ha aplicado la nueva metodología, en todas las etapas y fases. En conclusión se cumple la hipótesis II<sub>2</sub>, en todas las Etapas y Fases.

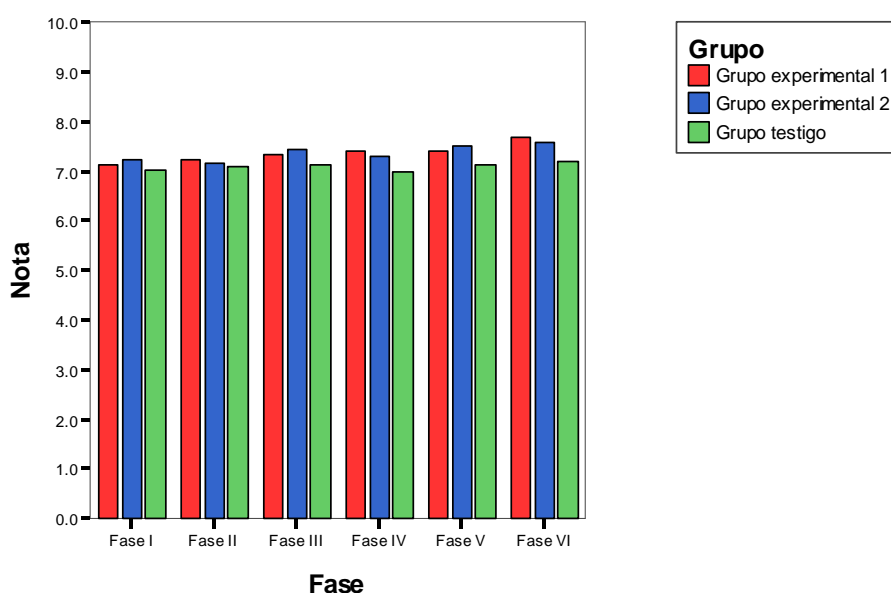


Figura 14.20. Nota media obtenida por los tres grupos en el proyecto final durante las diferentes fases de la investigación

Para evaluar el meta-conocimiento y el aprendizaje significativo en el laboratorio de prácticas se había optado en primer lugar por utilizar el



cuestionario de práctica estratégica. Al aplicar dicho test se obtuvieron unos resultados que mostraban desviaciones debido a que éste no se ajustaba a los estudiantes de ingeniería, por lo cual se decidió no utilizarlo para la investigación y se optó por desarrollar una nueva herramienta para cuantificar el meta-conocimiento y el aprendizaje significativo en el laboratorio. La herramienta desarrollada fue un circuito impreso diseñado especialmente para las asignaturas de Circuitos Digitales y Sistemas Digitales I, en el cual los alumnos, en primer lugar, realizaban las medidas correspondientes para comprobar que los circuitos funcionaban de manera correcta y que los valores de medida obtenidos eran los esperados.

En sesiones posteriores, el profesor había provocado averías en las placas, haciendo que éstas no funcionaran de forma correcta. El objetivo de los alumnos era encontrar el problema y solucionarlo en el menor tiempo posible, aspectos que valoraría el profesor de prácticas para evaluar a los alumnos, así como la eficacia de la reparación. El alumno que tiene las ideas “ordenadas” en su cabeza consigue llegar antes a la fuente de la avería y sabe encontrar el camino óptimo para repararla, de manera que para cuantificar el meta-conocimiento y la estrategia, nos hemos preguntado a lo largo de cada uno de los cursos: ¿El alumno ha sabido reparar la avería del circuito impreso o no? ¿Cuánto tiempo ha tardado en encontrar y reparar la avería?

En las siguientes figuras se muestra la nota media que obtuvieron los alumnos en la reparación de las placas de circuito impreso, así como el tiempo medio de reparación. Como podemos observar al principio del curso los alumnos de los diferentes grupos obtuvieron unas notas similares referentes a la eficacia en la reparación de las placas. Por lo que respecta al tiempo de reparación, los resultados fueron diferentes según la fase, variando el grupo que menos tardaba en reparar la placa de circuito impreso según la fase de la investigación.

Así pues, podemos ver que en cada etapa y fase los resultados favorecen la aplicación de los multimedia “ad hoc” con la metodología propia. A partir de todo esto podemos afirmar que un aumento en la capacidad de diagnóstico y destreza en la solución de las prácticas significa una potenciación del meta-conocimiento en todas las Etapas y Fases.

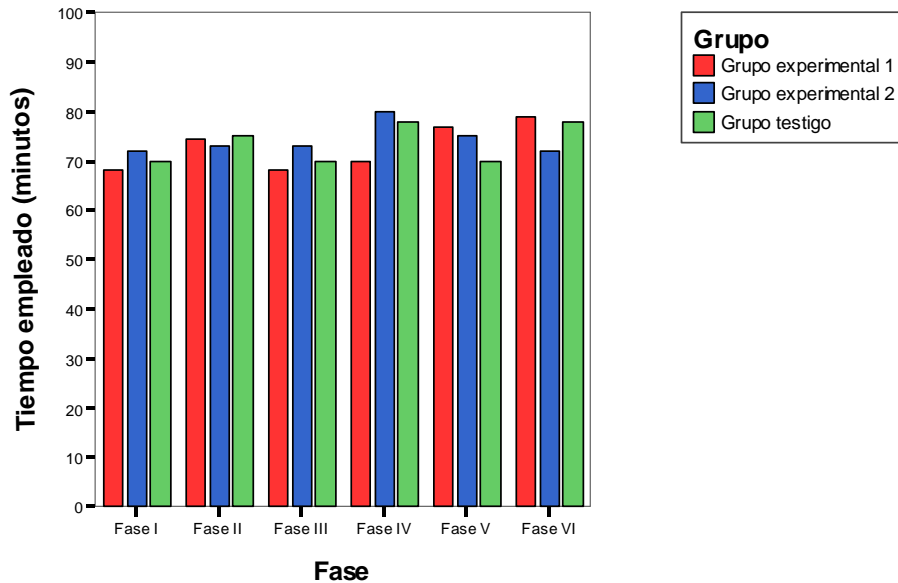


Figura 14.21. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso durante las diferentes fases de la investigación

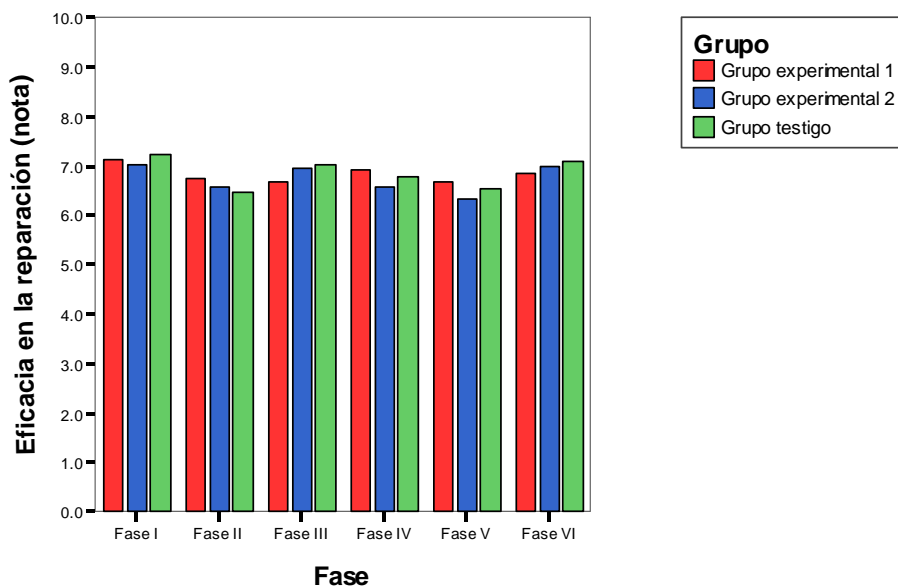


Figura 14.22. Eficacia en la reparación para los tres grupos al inicio del curso durante las diferentes fases de la investigación

Los resultados obtenidos al final del curso han mostrado un aumento del meta-conocimiento y del aprendizaje significativo en los grupos experimentales, pudiendo concluir el cumplimiento de las hipótesis II<sub>2</sub>.

Como podemos observar en las siguientes figuras, la eficacia media en la reparación de los grupos experimentales ha sido superior que la del grupo testigo o de control, habiendo aumentado en comparación a los resultados obtenidos al principio del curso.

Referente al tiempo empleado para reparar la placa de circuito impreso, los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales lo han conseguido en un tiempo medio inferior al de los alumnos pertenecientes al grupo testigo o de control, demostrando esto un aumento de su meta-conocimiento, en todas las Etapas y Fases.

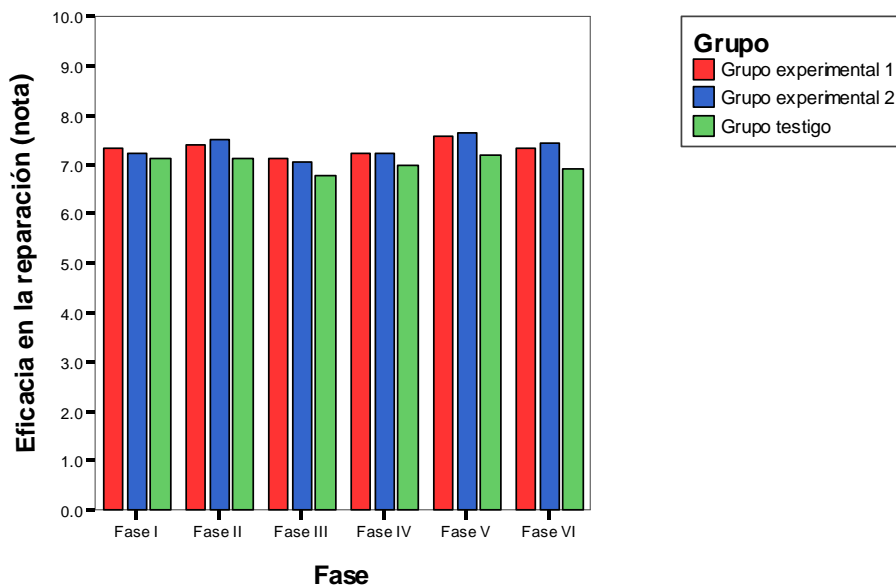


Figura 14.23. Eficacia en la reparación para los tres grupos al final del curso durante las diferentes fases de la investigación

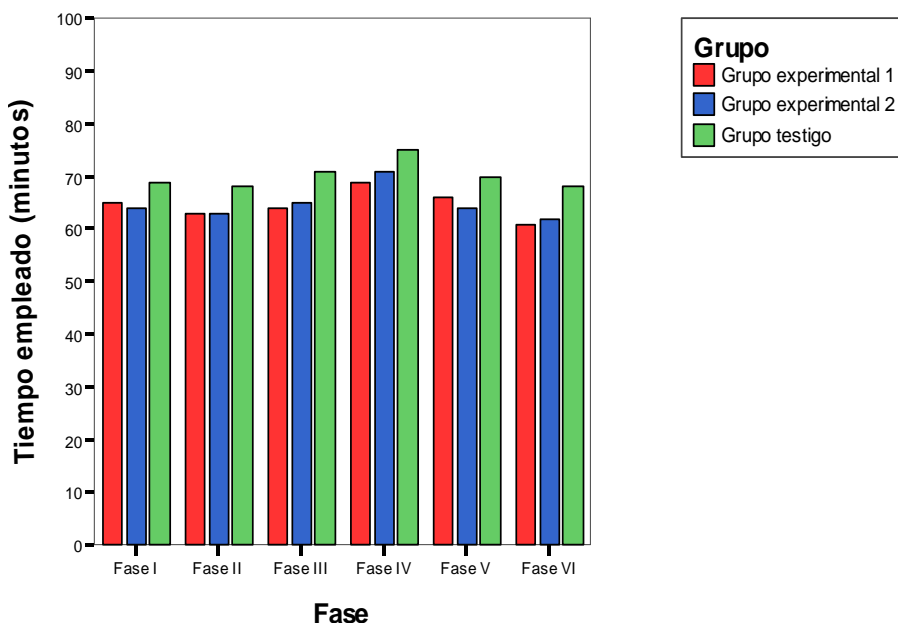


Figura 14.24. Tiempo medio empleado en la reparación por los tres grupos al inicio del curso durante las diferentes fases de la investigación

Otra de las herramientas utilizadas para verificar la hipótesis  $II_2$  fue el plantear a los alumnos de los diferentes grupos problemas que se pueden encontrar en la vida real. Con estos problemas se pretendió que los alumnos aumentasen su capacidad de enfrentarse a problemas nuevos.

En ellos había ejercicios y problemas a resolver, los cuales eran corregidos y evaluados por el profesor. Éste, además, valoró la estrategia de desarrollo del problema a la hora de calificar a los alumnos.

En la siguiente figura se puede observar las notas medias de los alumnos de los diferentes grupos en los trabajos y proyectos reales, pudiendo comprobar como los alumnos de los grupos experimentales han obtenido una nota media superior a la de los alumnos del grupo testigo.

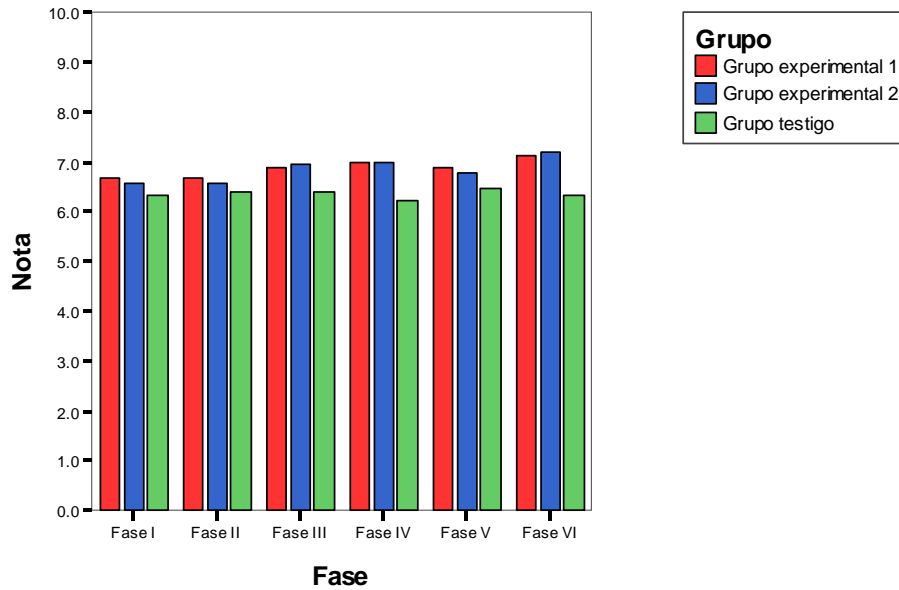


Figura 14.25. Nota media obtenida por los tres grupos en los proyectos y problemas reales durante las diferentes fases de la investigación

En conclusión: el cumplimiento de las hipótesis anteriores (hipótesis  $II_1$  y  $II_2$ ) verifica la hipótesis II, más general, demostrando que la metodología activa participativa cooperativa propuesta ha favorecido el desarrollo de la meta-cognición y la capacidad de los alumnos a enfrentarse a problemas nuevos que pueden encontrarse en la vida real.

### **Hipótesis II**

(En todas las Etapas y Fases)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la meta-cognición de tal modo que aumenta la correlación entre los aciertos y las expectativas de acierto y capacidad de enfrentarse a problemas nuevos.*

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis II:

**Tabla 14.6. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis II**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Cuestionario de detección de ideas alternativas erróneas	Una serie de 10 ítems de respuesta múltiple con explicación	Pre-test al comienzo del curso y post-test después del aprendizaje	Diagnóstico de ideas previas e ideas alternativas erróneas
Trabajo – Proyecto final	Memoria: escrito y presentación electrónica	Final de curso	Evaluación del aprendizaje significativo
Cuestionario de Practica estratégica	30 cuestiones sobre los procedimientos usados	Inicio y fin del curso	Observación de estrategias de aprendizaje
Prácticas estratégica en el laboratorio	Prácticas con placas de circuito impreso (averiadas y no averiadas)	Durante todo el curso	Evaluación del meta-conocimiento y el aprendizaje significativo
Proyectos reales	Planteamiento de Problemas / Proyectos reales	Durante todo lo que dura el problema / proyecto	Capacidad de enfrentarse y solucionar problemas nuevos

### 2.1.5. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis III

Parecía evidente que si conseguimos favorecer el cambio conceptual y procedimental de los alumnos así como su potencial meta-cognitivo además de aumentar la motivación, conseguiríamos mejorar el rendimiento académico por ello enunciamos la siguiente hipótesis:

#### **Hipótesis III**

(En todas la Etapas y Fases)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece el rendimiento académico de manera muy significativa.*

Una vez obtenidos los resultados académicos (notas numéricas medias de los alumnos) de todos los cursos que han conformado las diferentes fases de la investigación, respecto al rendimiento académico pudimos observar en la figura 14.26 como a lo largo de la investigación la nota media de los alumnos pertenecientes a los grupos a los cuales se ha aplicado la nueva metodología propuesta ha ido aumentando a medida que el método se ha ido consolidando.

Podemos pues concluir el cumplimiento de la hipótesis generada en el presente trabajo de investigación que hace referencia al rendimiento académico (hipótesis III), en todas las Etapas y Fases

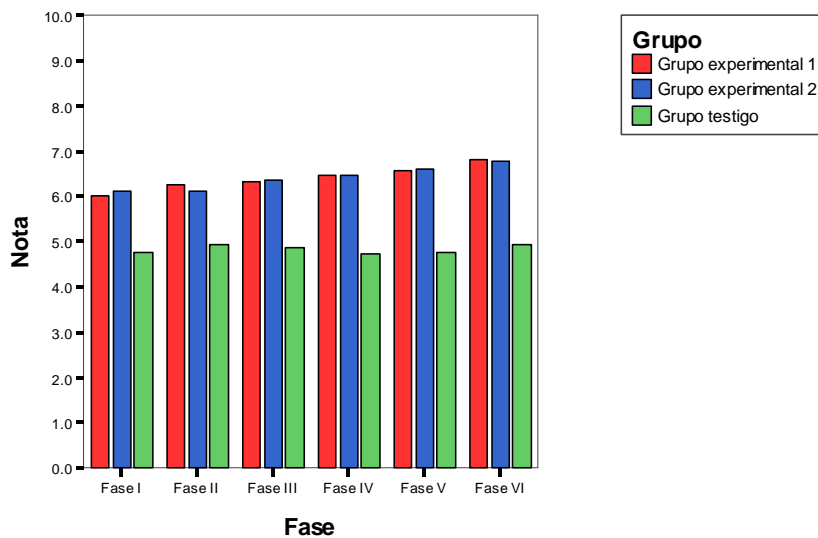


Figura 14.26. Notas medias de los diferentes grupos a lo largo de la investigación

Se puede concluir que el rendimiento académico ha aumentado gracias al trabajo en grupos cooperativos, el cual no sólo ha favorecido a los alumnos con menor capacidad, sino que además ha presentado ventajas para todos los alumnos, tal y como ya se ha descrito en la presente tesis (los alumnos más “lentos” con compañeros parecidos a ellos se sienten más seguros y pueden aprender con más facilidad, lo que luego se refleja en la nota obtenida por el alumno gracias a su trabajo y estudio).

Los alumnos de los grupos experimentales han realizado los ejercicios, problemas y trabajos propuestos mediante grupos cooperativos de trabajo, obteniendo los profesores una evaluación continua del rendimiento académico a lo largo de todo el curso, lo cual ha representado al mismo tiempo una posibilidad de analizar la bondad del método.

Como se ha visto en apartados anteriores, las notas medias de los alumnos de estos grupos han estado por encima de la calificación media obtenida por los alumnos de los grupos testigo o de control. Por otro lado también ha intervenido la motivación, ya que podemos asegurar que estimularla ha interesado por su notable contribución al rendimiento académico.

Aunque la inteligencia y el rendimiento previo son también muy importantes, diversos estudios y un buen cúmulo de investigaciones han destacado que la motivación es uno de los factores que es necesario optimizar para favorecer el rendimiento académico. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis III:

**Tabla 14.7. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis III**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>MOTIVO</b>
Exámenes	Problemas de nivel que implican dominar la asignatura	En la mitad y al final del curso	Valorar el rendimiento académico en dos momentos puntuales
Ejercicios y problemas	Problemas fáciles y de nivel	Durante todo el curso	Evaluación continua del rendimiento académico
Carpeta (trabajos – proyecto)	Todos los trabajos que acompañan al trabajo – proyecto	Durante todo el curso que dura el trabajo – proyecto	Evaluación continua del rendimiento académico



#### 2.1.6. Conclusión del cumplimiento de la hipótesis IV

La motivación debe estar presente en toda actividad docente, y es por ello que se ha tenido presente en el modelo metodológico presente. En consecuencia se ha dedicado esfuerzo en establecer una hipótesis; aunque parecía obvio, al inicio de la investigación, que una alta capacidad de trabajo y rendimiento, correlaciona positivamente con un mayor nivel de motivación por parte del alumno.

#### **Hipótesis IV**

(Fase I)

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta, favorece la motivación de los alumnos hacia la asignatura, respecto de los alumnos a los que se les ha aplicado la clase magistral tradicional, u otra similar.*

En la figura 14.27 podemos ver la media de alumnos presentados y no presentados durante todos los cuatrimestres pertenecientes a la investigación. Como era de esperar, ha habido un mayor número de alumnos presentados en los grupos experimentales (alrededor del 99%), mientras que el grupo testigo ha tenido una media de un 90% de alumnos presentados.

Podemos afirmar que, además haber mejorado el rendimiento académico, la metodología propuesta ha aumentado la motivación de los alumnos y les ha ayudado a “no tirar la toalla” y abandonar el curso, lo que habría provocado la apatía y el desinterés de los mismos en vez de aumentar su motivación por aprender, constatando de esta forma lo expuesto en la hipótesis IV del capítulo 11.

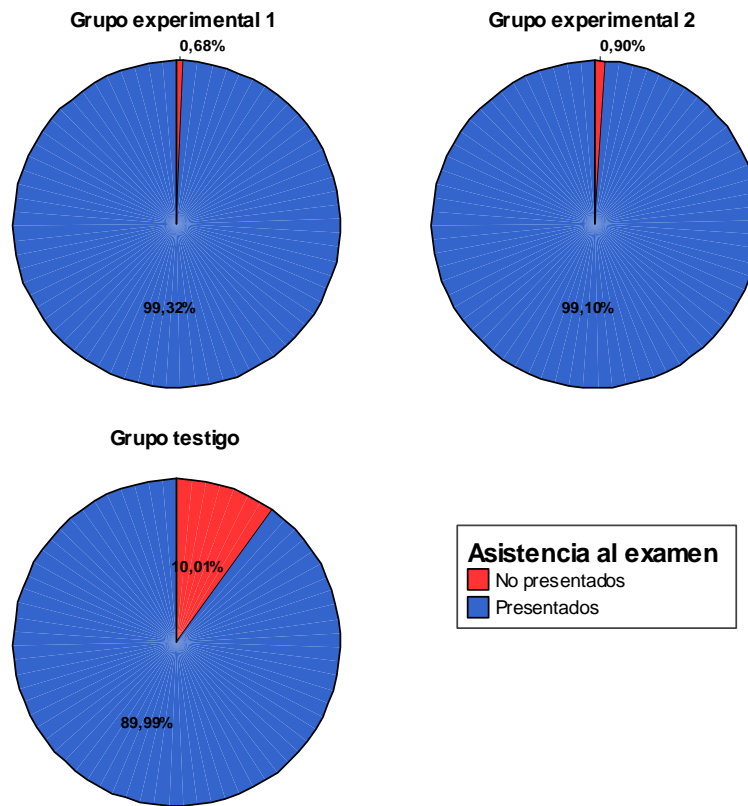


Figura 14.27. Asistencia media de los diferentes grupos en toda la investigación

Por otro lado, podemos concluir que si el alumno no está motivado por la tarea de aprender es casi imposible que los resultados de su aprendizaje sean buenos. No obstante, también ha habido alumnos en los cuales no ha variado su motivación, ya fuere por su interés en la materia impartida (electrónica en nuestro caso), por su ambición, por el deseo de aprender o por prosperar en su formación personal y/o profesional.

Otra herramienta utilizada ha sido el cuestionario MAPE-II. Con los resultados obtenidos en el cuestionario se ha constatado un aumento en la motivación de los alumnos pertenecientes a los grupos experimentales, tal y como se ha expuesto en la hipótesis IV.

Si analizamos los resultados obtenidos en las diferentes escalas de las que consta el cuestionario, concluimos que en la escala 1 (capacidad de trabajo y rendimiento) (figura 14.28) la alta capacidad de trabajo y rendimiento está estrechamente vinculada a una mayor calificación académica; en consecuencia, la baja capacidad de trabajo y rendimiento está estrechamente vinculado a una calificación académica inferior.

El alumnado que ha mantenido una fuerte persistencia y esfuerzo a lo largo de su trayectoria académica se ha visto recompensado por un éxito en sus calificaciones; y el alumnado ha desistido en su persistencia y esfuerzo, viendo disminuidas sus notas.

Esto se muestra en la siguiente figura en la que se observan todas las etapas y fases:

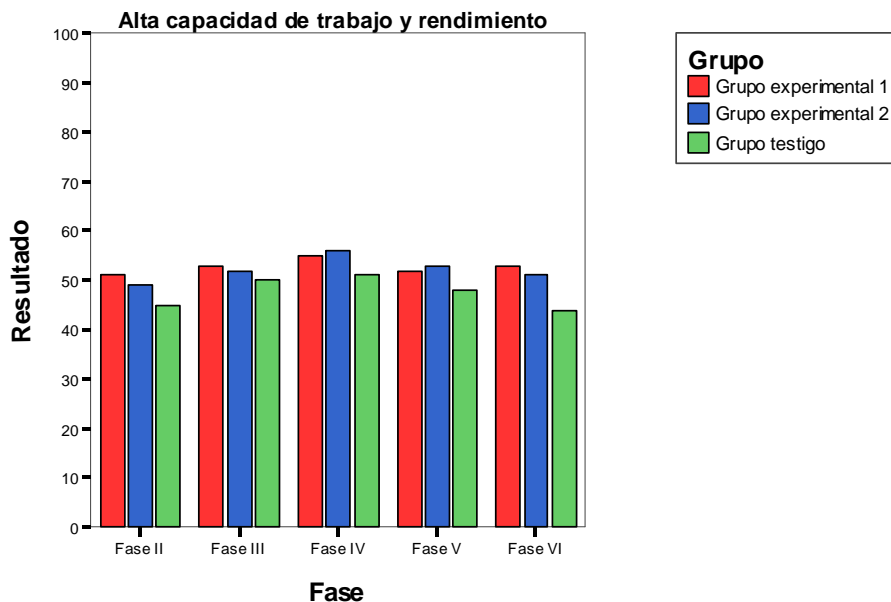


Figura 14.28. Resultados medios obtenidos en la alta capacidad de trabajo y rendimiento

Pero, evidentemente, la capacidad de trabajo y rendimiento es un factor más, de entre los muchos que inciden sobre las calificaciones. No es

el único ni el más decisivo. ¿Cuántos alumnos/as, y entre ellos algunos de los pertenecientes a nuestro estudio, no obtienen los resultados académicos deseados a pesar de su alta capacidad de trabajo y rendimiento? (y viceversa). Lo que si se ha constatado a lo largo de esta investigación es que una alta capacidad de trabajo y rendimiento correlaciona positivamente con un mayor nivel de motivación por parte del alumnado.

La percepción de la persona sobre su propio esfuerzo y persistencia en los estudios, cuando va acompañada de un rendimiento académico aceptable (traducido en notas o calificaciones), aumenta considerablemente el control interno de dicha persona; es decir, siente que él o ella son los responsables en gran medida de sus aciertos y ello los motiva y anima para futuros exámenes o evaluaciones.

Analizando la escala 2 (motivación intrínseca) (figura 14.29), hemos comprobado que ésta hace que los alumnos, en lugar de moverse por la reducción de ciertos impulsos, busquen experiencias que les permitan desarrollar y extender sus capacidades al máximo. Al alumno le mueve la necesidad de ser efectivo, competente y tener control sobre el ambiente.

Los alumnos con una alta motivación intrínseca tienen como objetivo conseguir unas metas, y para conseguirlas se “auto-motivan” para iniciar, mantener y dirigir su aprendizaje para llegar a esas metas con el mayor éxito posible. Como ya hemos comentado anteriormente, puede ser que se motiven ellos mismo o que ya estén motivados desde su interior, se sienten a gusto y disfruten realizando su tarea. El alumno disfrutará de estas tareas si sabe que las puede completar, si le ofrecen metas claras a conseguir, si rápidamente él sabe si lo está haciendo bien o mal, y si son lo suficientemente exigentes como para poner a prueba sus propias capacidades.

Así, en todas las Etapas y Fases:

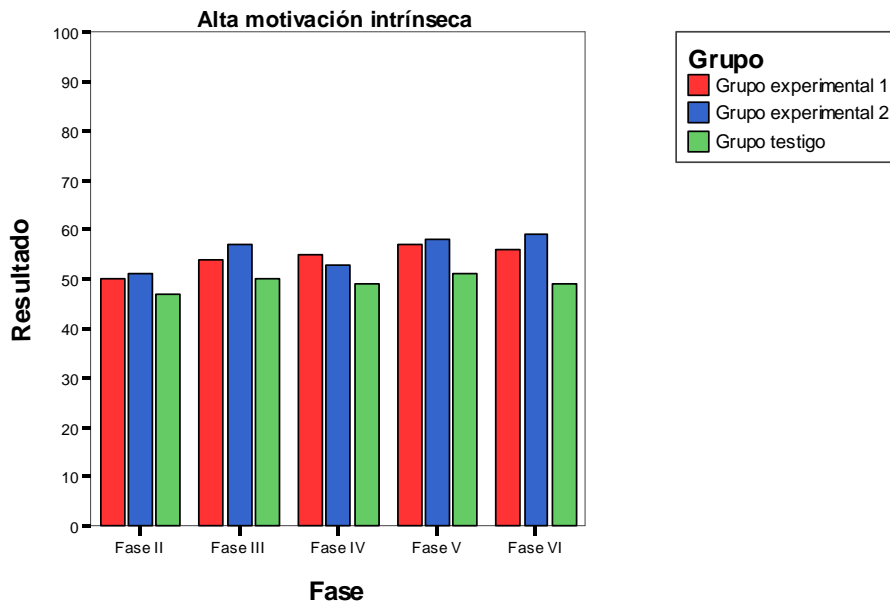


Figura 14.29. Resultados medios obtenidos en la alta motivación intrínseca

Podemos concluir también que la motivación intrínseca se manifiesta en un sentimiento de competencia y autodeterminación que induce al sujeto a la realización de una tarea. No obstante, no se puede esperar que todos los alumnos estén motivados intrínsecamente, no todos disfrutan con todas las actividades académicas. Con esto queremos decir que puede ser que existan alumnos que estén intrínsecamente motivados para realizar según que trabajos, pero no lo estén para realizar otros, ya sea porque no ven claro que pueden conseguir realizándolo, o bien porque no les supone un reto.

Los alumnos que no están motivados intrínsecamente, es decir que lo están extrínsecamente, sólo se motivan cuando al realizar una tarea obtienen una recompensa exterior o un premio, o bien lo que hacen es evitar un castigo o una situación embarazosa.

Esto no quiere decir que los resultados académicos de estos últimos alumnos tengan que ser inferiores a la de los que están motivados extrínsecamente, lo que si resulta obvio a lo largo de nuestra investigación es que una alta motivación intrínseca correlaciona positivamente con un

mayor lugar de control interno. El disfrute o interés de la persona por los aprendizajes (independientemente de los refuerzos externos) aumenta su autoestima y la motivación por los aprendizajes.

Analizando la escala 3 (ambición) (figura 14.30), tenemos que los resultados obtenidos por los grupos experimentales en la alta ambición han mostrado un valor ligeramente superior a los del grupo testigo, en todas las Etapas y Fases.

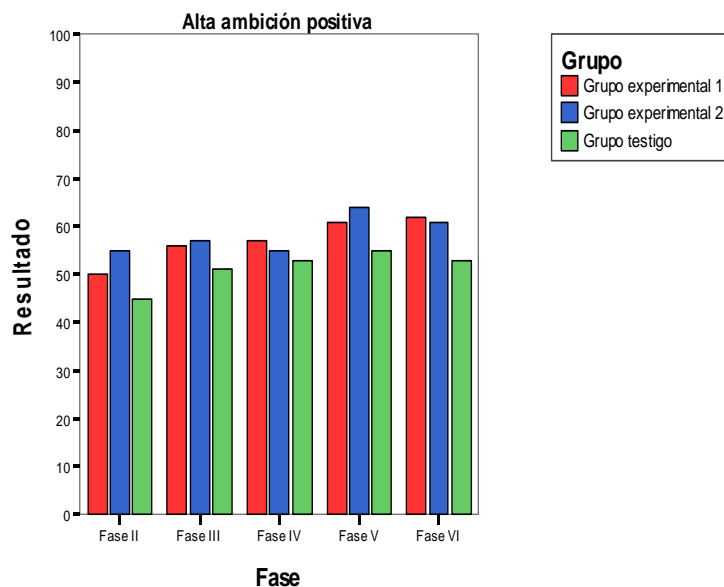


Figura 14.30. Resultados medios obtenidos en la alta ambición positiva

En el caso de nuestro estudio, nos encontramos con alumnos que están realizando el segundo curso de la carrera, una carrera que requiere una serie de habilidades y competencias personales y académicas importantes. La ambición, en estos casos, es una ambición motivada puesto que el alumnado es consciente de que, en un futuro, sus esfuerzos tendrán una recompensa ya que dispondrán un amplio abanico de conocimientos, y con ellos podrán optar a situaciones laborales óptimas.

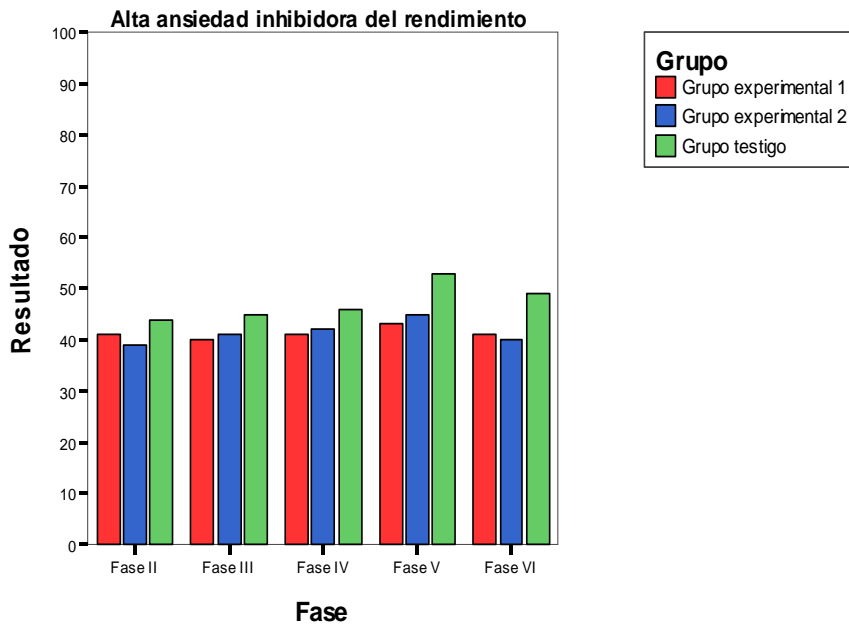


Figura 14.31. Resultados medios obtenidos en la ansiedad inhibidora del rendimiento

Por lo que respecta a la escala 4 (ansiedad inhibidora del rendimiento) (figura 14.31), se han obtenido unos resultados, en todas las Etapas y Fases (en líneas generales) superiores para los alumnos con peor calificación. Esto significa que a algunos alumnos esta ansiedad les limita y no les deja rendir suficientemente.

Por este motivo, en la aplicación de los multimedia con la metodología siempre se han marcado objetivos y metas asequibles, claras y concisas, ya que esto ha hecho disminuir la ansiedad de los alumnos.

En la figura 14.32 podemos ver un esquema gráfico sobre cómo los alumnos llegan al nivel deseado pero de una forma escalonada.

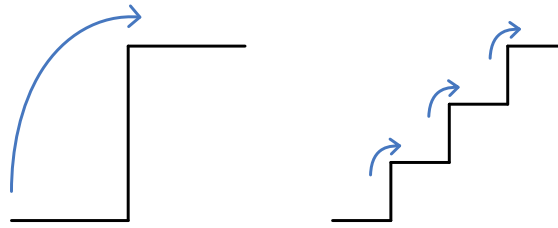


Figura 14.32. Los alumnos llegan al mismo nivel pero de forma más asequible

La ansiedad, técnicamente hablando, es una respuesta adaptativa normal, del organismo, que se caracteriza por un estado de tensión ante una situación inmediata o ante la amenaza percibida hacia la integridad física o psicológica de la persona. Es un componente habitual en las reacciones emocionales normales del ser humano ante la multiplicidad de situaciones estimulares entre las que diariamente se mueve. Se ha valorado como inhibidora cuando aparece de forma desproporcionada, inadecuada, genera malestar en el sujeto al ser desbordado por ella y dificulta una adaptación enriquecedora.

La ansiedad inhibidora hace referencia a los estados desagradables de tensión, incomodidad, preocupación o miedo generalizado, provocados por factores tales como las amenazas al bienestar o a la autoestima, los conflictos, las frustraciones y las presiones internas o externas para alcanzar metas que están más allá de las propias capacidades. Es una ansiedad que se caracteriza por producir una merma en los rendimientos del sujeto. Por ejemplo, debe haber algunos alumnos a los cuales la presión de un examen o el cúmulo de trabajo les hacen estar más nerviosos y no les permite concentrarse lo suficiente para afrontar esas tareas. Existen alumnos a los cuales el realizar fallos les afecta mucho y rehúyen los trabajos y las tareas que ellos creen que no son capaces de superar por miedo a que los demás se den cuenta de esta situación. Es decir, que la crítica de los demás les afecta en mayor medida.



Estos alumnos, en las ocasiones importantes (básicamente en los exámenes) se ponen nerviosos, o bien se quedan bloqueados y no pueden demostrar lo que demostrarían en una situación más normal. En este aspecto hay que decir que nosotros hemos realizado una evaluación continua para evitar la ansiedad que provoca el examen. Por otro lado están los alumnos a los cuales esta ansiedad no les afecta de una manera tan significativa. Estos alumnos no sufren una presión tan fuerte porque saben sobreponerse a ella. Tiene la suficiente capacidad como para no ponerse tan nervioso ante un examen o bien administrarse bien el tiempo cuando tienen que realizar muchas tareas a la vez. Por último, por lo que respecta a la escala 5 (ansiedad facilitadora del rendimiento) (figura 14.33), en consecuencia con lo dicho sobre la escala 4, los resultados obtenidos son bastante lógicos, ya que se ha obtenido una mayor puntuación de ansiedad facilitadora del rendimiento en los alumnos que tienen mejores notas, en todas las Etapas y Fases.

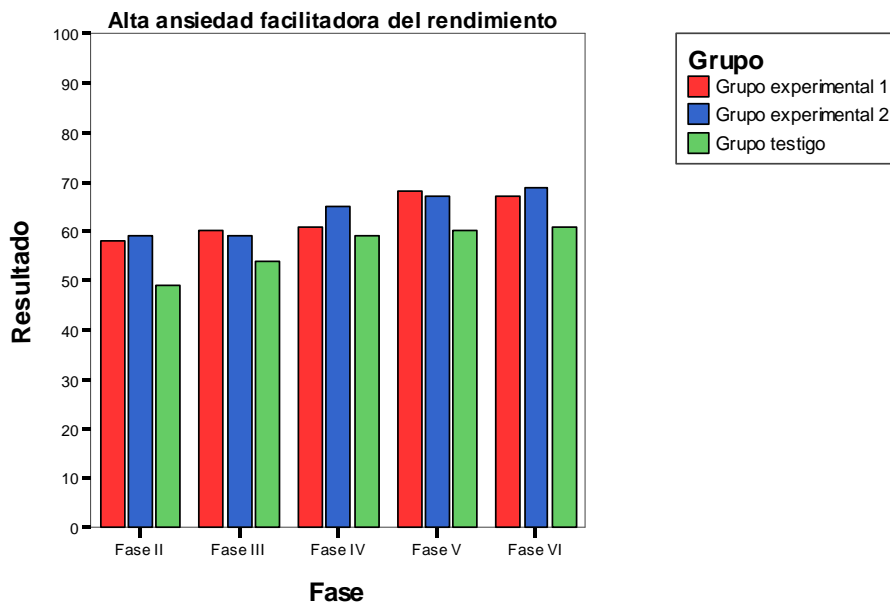


Figura 14.33. Resultados medios obtenidos en la ansiedad facilitadora del rendimiento

Como componente habitual, esta ansiedad puede ser absolutamente normal, incluso dinamizadora del ser humano cuando aparece proporcionada, adecuada tanto en intensidad como en duración, a las características objetivas de las diversas situaciones estimulares que la generan.

Esta ansiedad es la que hace que los alumnos mantengan una tensión adecuada. Sin ésta, el alumno podría no superar situaciones más o menos críticas.

Por ejemplo, si al entrar a un examen un alumno no está en un mínimo estado de alerta, es muy posible que obtenga una calificación inferior a la que obtendría si estuviera un poco más “activado”. Esa pequeña tensión hará que el alumno detecte y responda a las demandas de la evaluación de una manera mucho más efectiva.

La figura 14.34 muestra un resumen de los resultados medios obtenidos por los diferentes grupos a lo largo de las 6 fases de la investigación, constatando lo expuesto en la hipótesis IV planteada en el capítulo 11 de la presente tesis, y comprobando también como al consolidarse el método (últimas fases de la investigación) los valores estadísticos obtenidos han sido más constantes que al principio de la investigación.

Todas ellas muestran los resultados en todas las Etapas y Fases

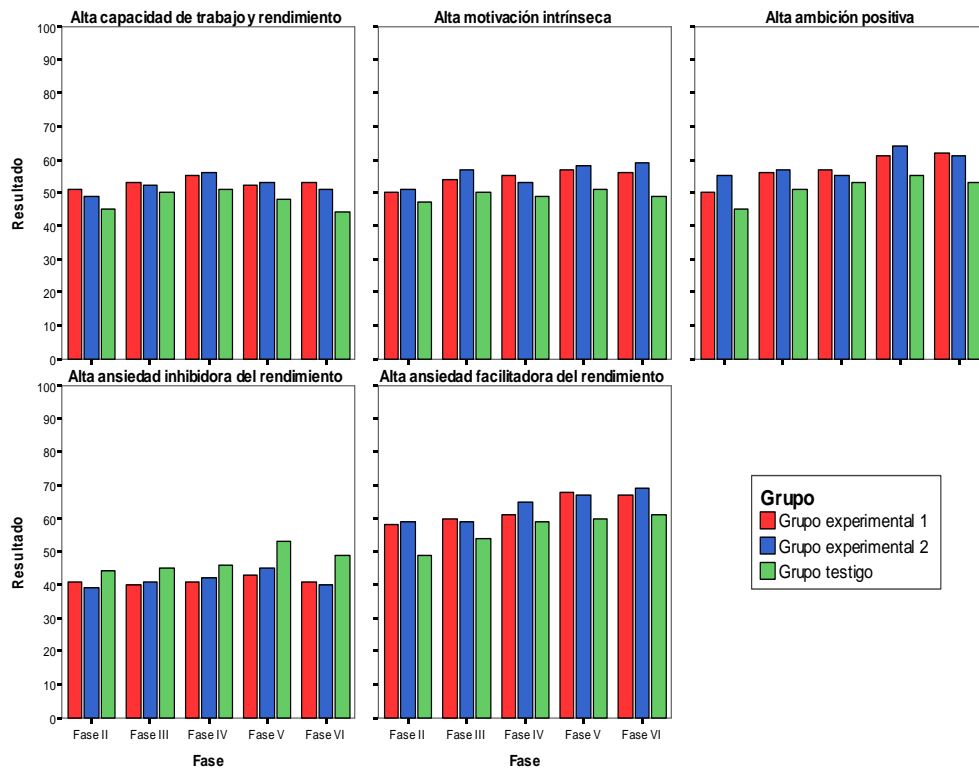


Figura 14.34. Resultados medios obtenidos en el cuestionario MAPE-II a lo largo de las diferentes fases de la investigación

Con los resultados obtenidos mediante las fichas de observación se ha valorado si el alumno ha salido a la pizarra, si ha realizado y planteado cuestiones en clase, si ha utilizado o no el horario de consulta, la calificación que ha obtenido como portavoz de su grupo de trabajo y los trabajos obligatorios y optativos que ha entregado. En el laboratorio se ha valorado su participación, su soltura con los aparatos electrónicos, ingenio, autosuficiencia y la asistencia.

Como podemos observar en la figura 14.35, los resultados obtenidos por los grupos experimentales son ligeramente superiores a los obtenidos por el grupo experimental, constatando así un aumento en la motivación de

los alumnos de estos grupos y una mejora del aprendizaje significativo, tal y como se planteaba en las hipótesis IV del capítulo 11. En todas las Etapas Y Fases.

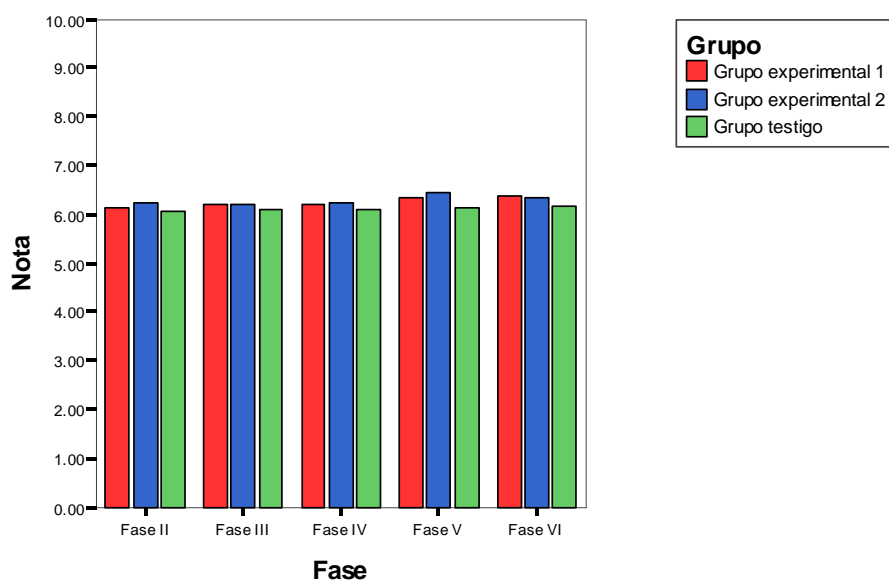


Figura 14.35. Resultados medios obtenidos en las fichas de observación a lo largo de las diferentes fases de la investigación

Con la base de datos de la plataforma se ha medido la participación, el interés y las iniciativas de los alumnos de los diferentes grupos. A través del Campus éstos han tenido acceso a innumerables recursos: nuevos temas, enlaces, foros, ejercicios, test, chats, comunicados, anuncios, etc., para que el alumno profundizara en el tema estudiado, desarrollara su conocimiento sobre el mismo y realizase algún test, para que éste se pudiera autoevaluar.

Mediante el control de acceso al Campus y la participación e insistencia de los alumnos en el mismo se ha podido cuantificar la motivación, constatando así lo expuesto en las hipótesis IV.

Como podemos observar en la figura 14.36, a lo largo de las diferentes fases de las que ha constado la investigación los grupos experimentales han obtenido una mayor nota en lo que respecta a la participación en la base de datos del Campus.

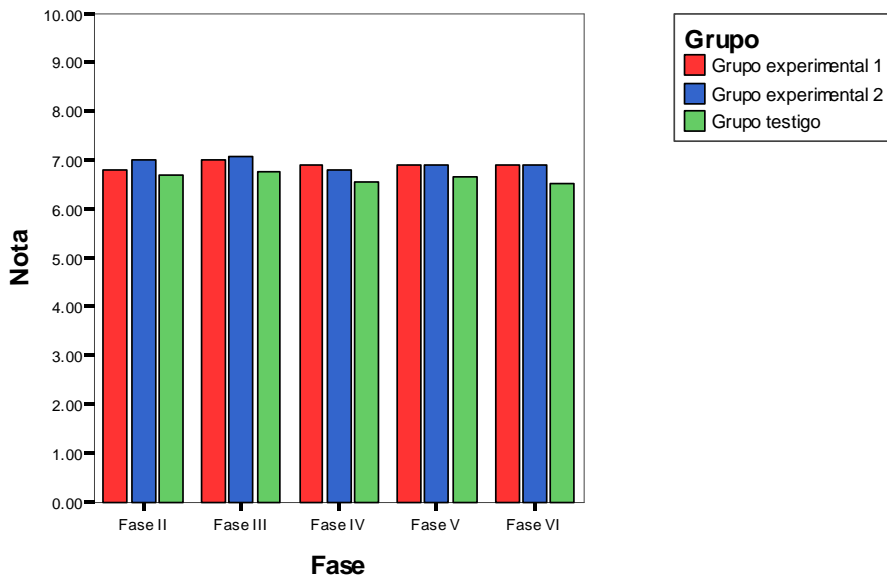


Figura 14.36. Resultados medios obtenidos en la base de datos de la plataforma a lo largo de las diferentes fases de la investigación

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis IV:

Tabla 14.8. Herramientas utilizadas para verificar el cumplimiento de la hipótesis IV

INSTRUMENTO	CONTENIDO	MOMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	MOTIVO
Cuestionario de MAPE-II	74 preguntas	Al principio del curso	Medición de la motivación inicial y final
Fichas de observación	Ficha del alumno Ficha de grupo Ficha de laboratorio	Anotaciones en clase y en el despacho el mismo día	Control de la praxis
Entrevista a los	Entrevista abierta	Durante el	Evaluación de la

---

alumnos		aprendizaje (en horario de tutoría)	motivación y recogida de opinión sobre la metodología
Base de datos de la plataforma	Registro de conexiones y actividades	Durante las conexiones	Participación, interés e iniciativas

Por lo tanto, según todo lo expuesto anteriormente, el cumplimiento de todas las hipótesis descritas permite concluir la consecución de las afirmaciones expuestas en la hipótesis general presentada en el capítulo 11 de esta tesis:

**Hipótesis general**

*Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta para asignaturas técnicas en la ingeniería, además de establecer mejor el estado cognitivo, favorecen más el aprendizaje significativo, el desarrollo de la meta-cognición y motivación, con independencia de características cognitivas o psicológicas de los alumnos.*

**2.2. Síntesis de las conclusiones**

Con el análisis y conclusiones precedentes se puede afirmar que:

- Se cumple la hipótesis general, y por lo tanto se ha diseñado, aplicado y evaluado, con éxito, unos multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de una metodología docente adaptada al EEES para la ingeniería en general y para la ingeniería electrónica en

particular, que incorpora las características de la clase magistral activa participativa, el trabajo de PBL en grupos cooperativos.

- Los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología activa participativa cooperativa propuesta favorece el cambio conceptual, metodológico y actitudinal y una evolución clara de la meta-cognición.
- Se consigue que el alumno alcance unos niveles meta-cognitivos que le facilitarán su salida al mundo laboral y le permitirán evolucionar en poco tiempo hacia los niveles de un Ingeniero experto.
- Se ha determinado la influencia que la aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación del proceso metodológico propio tiene sobre el aprendizaje conceptual y procedimental.
- Se ha comprobado la influencia que ejerce la aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología propia en diferentes niveles dentro de la enseñanza universitaria en la ingeniería, en los que se requiere el desarrollo meta-cognitivo y de la autonomía o capacidad de autorregulación del futuro ingeniero.
- Se ha constatado un cambio actitudinal del estudiante al aplicar los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología propia.
- La aplicación de los multimedia “Ad hoc” junto a la aplicación de la metodología mejora:
  - El rendimiento académico.
  - La meta-cognición.
  - El aprendizaje significativo.
  - La motivación.

- El modelo metodológico junto a los multimedia “Ad hoc”, se ha comportado de la manera esperada tanto en la Escola Politècnica Superior d’Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG), la Escola Tècnica Superior d’Enginyeries Industrials i Aeronàutica ETSEIAT (Terrassa), i la Escola Politècnica Superior de Castelldefels (EPSC), las tres pertenecientes a la Universidad Politècnica de Catalunya; como en la Universidad de Barcelona - *International University Studies Center* (IUSC). Y ha mostrado la bondad de su aplicación en sucesivas generaciones de alumnos en dichos centros; ahora bien, sería interesante constatar su comportamiento en otros entornos.

### **3. VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Se ha realizado una valoración de la aplicación mediante el documento adjunto, recabando la opinión de todos los profesores participantes en la experimentación, tanto de la Universidad Politècnica de Catalunya como de la IUSC – Universidad de Barcelona.

En cada documento se muestra la valoración media de las respuestas de todos los profesores participantes, y donde se deduce el buen comportamiento de la metodología cuando ha sido aplicada en el aula.



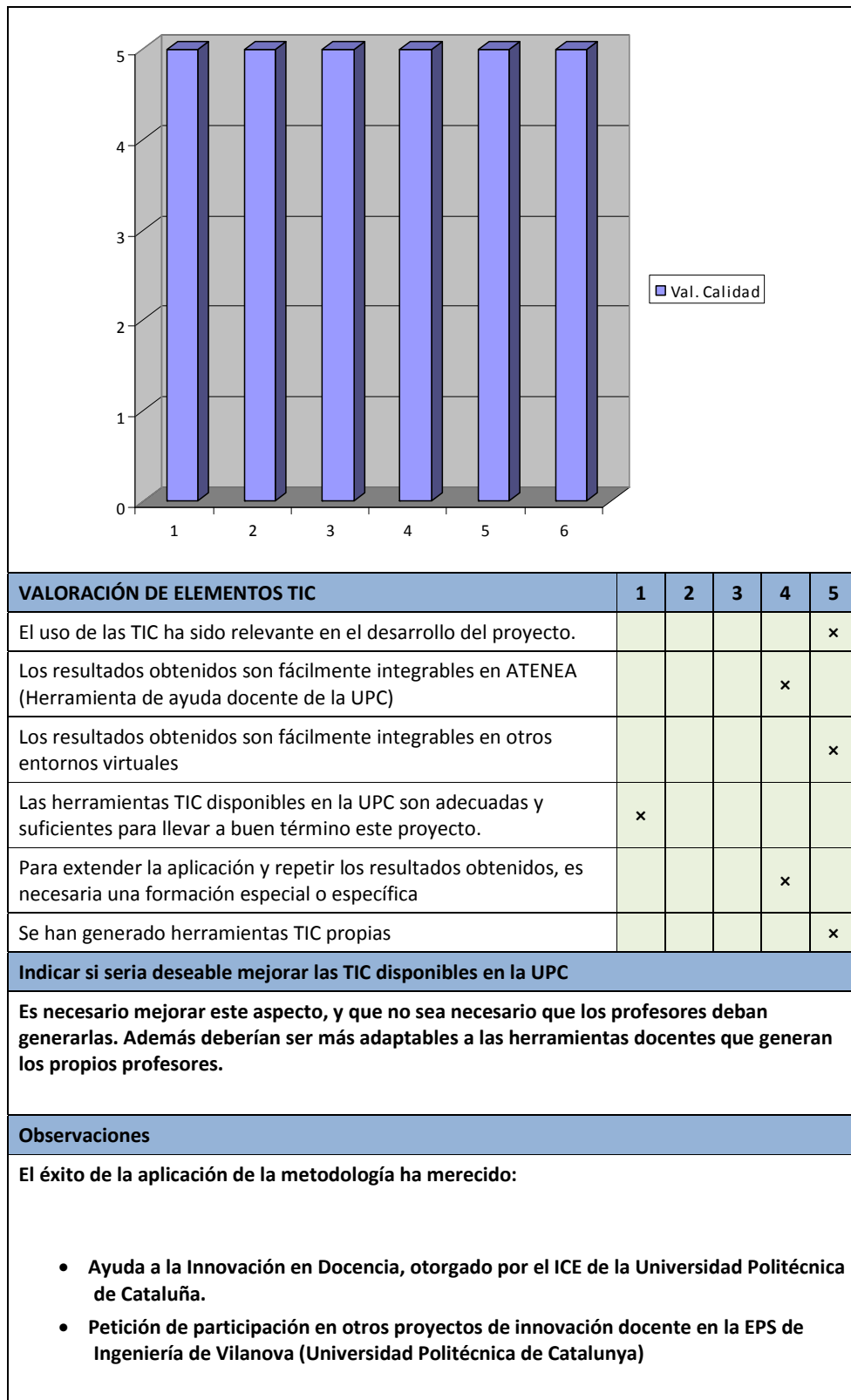
DOCUMENTO DE OBSERVACIÓN-VALORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

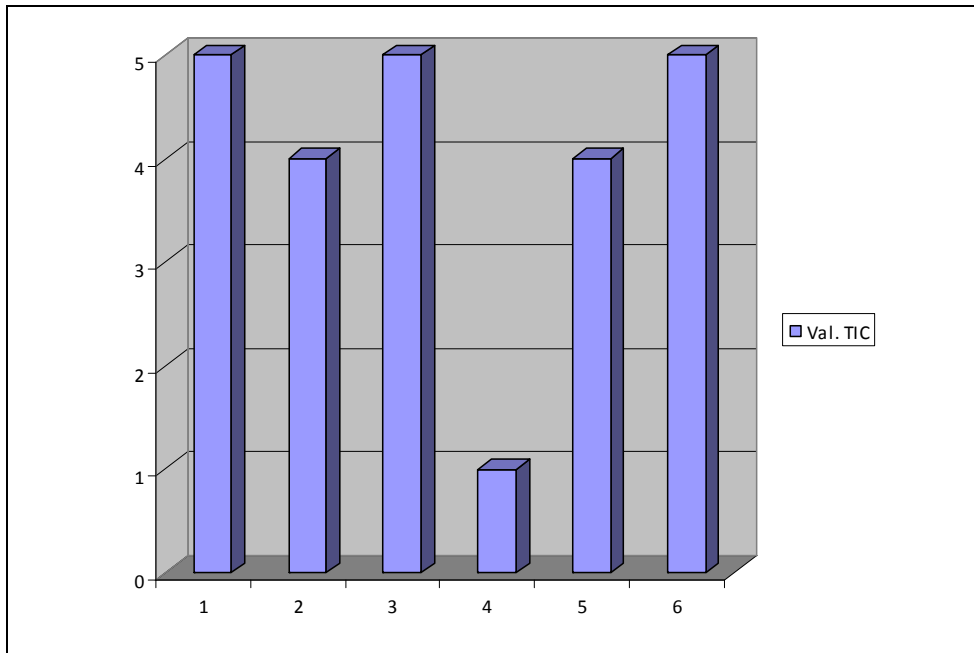
<b>TÍTULO INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DE LOS MULTIMEDIA “AD HOC” EN EL PROCESO E/A				
<b>DATOS INVESTIGADOR RESPONSABLE Y AUTOR DE LA TESIS</b>					
<b>NOMBRE:</b>	Francisco Javier				
<b>APELLIDOS:</b>	Villasevil Marco				
<b>CENTRO-CAMPUS:</b>	Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú				
<b>DEPARTAMENTO:</b>	Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña				
<b>PDI involucrado (nº)</b>	18	<b>PAS involucrado (nº)</b>	1	<b>Estudiantes</b>	120/curso

Indique el grado de acuerdo con cada ítem (1: en desacuerdo – 5 muy de acuerdo)

<b>VALORACIÓN ACADÉMICA DEL TRABAJO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El grado de cumplimiento de los objetivos es satisfactorio					x
Se han cumplido las expectativas iniciales					x
El grado de implicación de los miembros participantes ha sido satisfactorio				x	
Los resultados obtenidos tienen una aplicación directa en tu docencia.					x
Los resultados obtenidos tienen una aplicación indirecta en la docencia de tus compañeros					x
Los resultados obtenidos pueden aplicarse a la tu investigación y/o en la de tus compañeros			x		
Se ha notado una mayor implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje					x
Se ha notado una mayor motivación del alumnado					x
Ha mejorado la capacidad de los alumnos para resolver problemas nuevos					x
Ha mejorado el rendimiento académico					x
Ha funcionado la relación profesor / alumnos					x
Ha funcionado la interrelación entre los alumnos				x	
Los dispositivos multimedia generados han ayudado en la aplicación de la metodología				x	
<b>Indicar, como incide este el proyecto de aprendizaje, en vuestro entorno</b>					
El proyecto se ha aplicado a varias asignaturas troncales de varias titulaciones, también en una optativa y a varias ALES con buenos resultados. Así mismo, cabe señalar que han intervenido en la aplicación varios profesores de diferentes departamentos de la EPSEVG; lo cual ha provocado reflexiones pedagógicas en profundidad. El éxito de la experiencia ha provocado el interés de la EPSEVG para extenderlo a otras asignaturas.					

¿Qué tipo de competencias genéricas se han trabajado con los estudiantes?																																	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lógicas</li> <li>• Psicológicas</li> <li>• Retóricas</li> </ul>																																	
Indicar si ha sido una actividad puntual o tiene opciones de continuidad. ¿Cómo?																																	
<p>No es puntual; al contrario. Hay una voluntad de seguir aplicando la metodología y extenderla a otras materias de la ingeniería y además seguir analizando la bondad de la metodología a fin de mejorarla mediante su aplicación.</p>																																	
<table border="1"> <caption>Data for Academic Value Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Val. académica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td></tr> <tr><td>9</td><td>5</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td></tr> <tr><td>11</td><td>5</td></tr> <tr><td>12</td><td>4</td></tr> <tr><td>13</td><td>4</td></tr> </tbody> </table>						Item	Val. académica	1	5	2	5	3	4	4	5	5	5	6	3	7	5	8	5	9	5	10	5	11	5	12	4	13	4
Item	Val. académica																																
1	5																																
2	5																																
3	4																																
4	5																																
5	5																																
6	3																																
7	5																																
8	5																																
9	5																																
10	5																																
11	5																																
12	4																																
13	4																																
VALORACIÓN DE ELEMENTOS DE CALIDAD																																	
	1	2	3	4	5																												
Se ha planificado la aplicación					x																												
Se han recogido evidencias de manera sistemática					x																												
Se han considerado indicadores para cuantificar la bondad del trabajo realizado					x																												
Se han identificado los puntos fuertes y débiles					x																												
Se han considerado y planificado cada plan de mejora aplicables					x																												
Ha merecido recursos públicos para su aplicación					x																												
¿Como se ha gestionado la gestión de mejora de la calidad?																																	
<p>Por indicación del director de la investigación , y marcados por él, se han definido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• los objetivos,</li> <li>• las Hipótesis</li> </ul> <p>El cumplimiento de las diferentes Hipótesis planteadas se ha confirmado a posteriori con las herramientas de medida objetivas y validadas, y con la aplicación de estadística matemática.</p>																																	





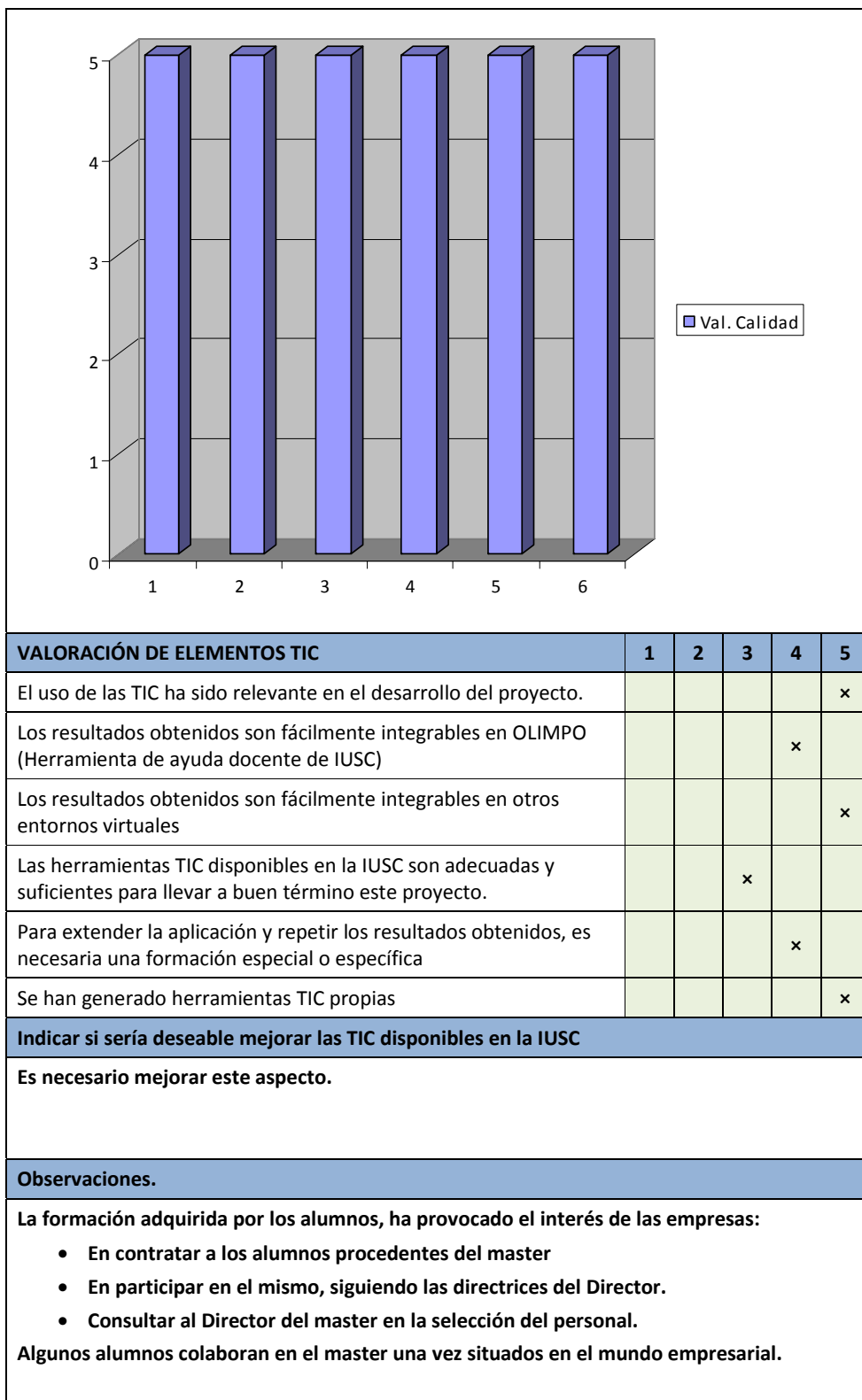
DOCUMENTO DE OBSERVACIÓN-VALORACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

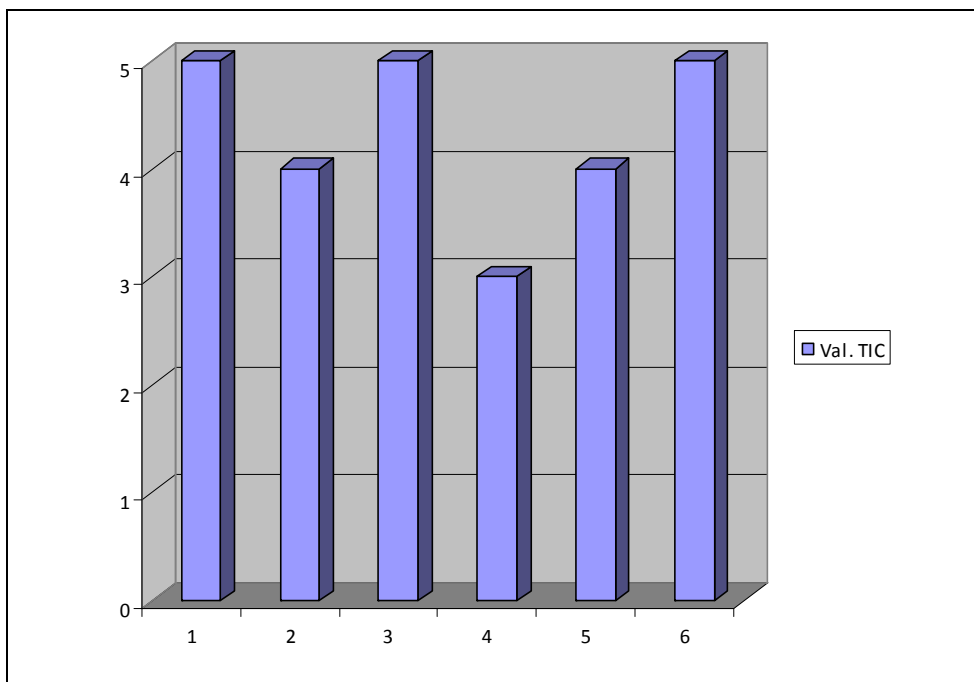
<b>TÍTULO INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DE LOS MULTIMEDIA “AD HOC” EN EL PROCESO E/A				
<b>DATOS INVESTIGADOR RESPONSABLE Y AUTOR DE LA TESIS</b>					
<b>NOMBRE:</b>	Francisco Javier				
<b>APELLIDOS:</b>	Villasevil Marco				
<b>CENTRO-CAMPUS:</b>	UNIVERSIDAD DE BARCELONA – International University Studies Center – “Les Heures”				
<b>TIPO ESTUDIOS:</b>	Master en Energías Renovables				
<b>PDI involucrado (nº)</b>	14	<b>PAS involucrado (nº)</b>	1	<b>Estudiantes</b>	15/curso

Indique el grado de acuerdo con cada ítem (1: en desacuerdo – 5 muy de acuerdo)

VALORACIÓN ACADÉMICA DEL TRABAJO	1	2	3	4	5
El grado de cumplimiento de los objetivos es satisfactorio					x
Se han cumplido las expectativas iniciales					x
El grado de implicación de los miembros participantes ha sido satisfactorio					x
Los resultados obtenidos tienen una aplicación directa en tu docencia					x
Los resultados obtenidos tienen una aplicación indirecta en la docencia de tus compañeros					x
Los resultados obtenidos pueden aplicarse a la tu investigación y/o en la de tus compañeros				x	
Se ha notado una mayor implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje					x
Se ha notado una mayor motivación del alumnado					x
Ha mejorado la capacidad de los alumnos para resolver problemas nuevos					x
Ha mejorado el rendimiento académico					x
Ha funcionado la relación profesor / alumnos					x
Ha funcionado la interrelación entre los alumnos					x
Los dispositivos multimedia generados han ayudado en la aplicación de la metodología					x
<b>Indicar, como incide este el proyecto de aprendizaje, en vuestro entorno</b>					
<p>El proyecto se ha aplicado a los diferentes módulos con buenos resultados. Así mismo, cabe señalar que han intervenido en la aplicación varios profesores de diferentes departamentos de la UB, de la UPC y de Empresas del sector.</p> <p>Se han provocado reflexiones pedagógicas en profundidad.</p>					

¿Qué tipo de competencias genéricas se han trabajado con los estudiantes?																																	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lógicas</li> <li>• Psicológicas</li> <li>• Retóricas</li> </ul>																																	
Indicar si ha sido una actividad puntual o tiene opciones de continuidad. ¿Cómo?																																	
<p>No es puntual; al contrario. Hay una voluntad de seguir aplicando la metodología que ha demostrado una buena acogida por el alumnado; los cuales han mostrado una gran participación y han obtenido muy buen rendimiento académico.</p>																																	
<table border="1"> <caption>Data for Academic Value Bar Chart</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Val. académica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>5</td></tr> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>3</td><td>5</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>4</td></tr> <tr><td>7</td><td>5</td></tr> <tr><td>8</td><td>5</td></tr> <tr><td>9</td><td>5</td></tr> <tr><td>10</td><td>5</td></tr> <tr><td>11</td><td>5</td></tr> <tr><td>12</td><td>5</td></tr> <tr><td>13</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>						Category	Val. académica	1	5	2	5	3	5	4	5	5	5	6	4	7	5	8	5	9	5	10	5	11	5	12	5	13	5
Category	Val. académica																																
1	5																																
2	5																																
3	5																																
4	5																																
5	5																																
6	4																																
7	5																																
8	5																																
9	5																																
10	5																																
11	5																																
12	5																																
13	5																																
VALORACIÓN D'ELEMENTOS DE CALIDAD																																	
	1	2	3	4	5																												
Se ha planificado la aplicación					x																												
Se han recogido evidencias de manera sistemática					x																												
Se han considerado indicadores para cuantificar la bondad del trabajo realizado					x																												
Se han identificado los puntos fuertes y débiles					x																												
Se han considerado y planificado cada plan de mejora aplicables					x																												
Ha merecido recursos públicos para su aplicación					x																												
¿Como se ha gestionado la gestión de mejora de la calidad?																																	
<p>Por indicación del director de la investigación , y marcados por él, se han definido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• los objetivos,</li> <li>• las Hipótesis</li> </ul> <p>El cumplimiento de dichas Hipótesis se ha confirmado a posteriori con las herramientas de medida objetivas y validadas, y con la aplicación de estadística matemática.</p>																																	







#### 4. APORTACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Como ya se reseña en el capítulo introductorio, Existe un desfase entre la potencialidad de las TIC incorporadas en las aulas y la escasa renovación de los procesos pedagógicos (Law, 2009), y la tecnología no es nada sin la innovación pedagógica.

Los multimedia, se han ido incorporando en nuestras universidades, a menudo asociadas a prácticas docentes directivas y poco participativas. Por ejemplo, en muchos casos simplemente se han sustituido las tradicionales pizarras de nuestras aulas por modernas presentaciones *power-point* o han desaparecido las colas de reprografía, “colgando” los archivos en la red (Esteve, 2009).

Si éste es el panorama actual, podemos imaginar cual era el panorama al inicio de la presente investigación. Todo ello nos llevó, al desarrollo, aplicación y evaluación del comportamiento del modelo de metodología apoyado en multimedia “Ad hoc” del presente trabajo de investigación.

Esta problemática nos lleva a concluir que: *ni en el inicio del presente trabajo de investigación, ni en la actualidad, existe en la formación de los futuros Ingenieros una metodología docente con soporte multimedia “Ad hoc” y adaptada al entorno del EEES, de características iguales a la planteada y que haya sido aplicada y evaluada con éxito;* aunque sí vamos observando ensayos con propuestas que recogen aspectos parciales y aislados de la misma.

Y esta es precisamente la aportación más genérica de la presente Tesis: la aplicación de un modelo metodología docente junto a los os multimedia “Ad hoc” que enlaza con las premisas del nuevo Espacio

Europeo de Educación Superior (EEES) y propone un cambio real en las mentalidades y en las estructuras de las enseñanzas técnicas, evitando cualquier tentación de cambios cosméticos.

Los multimedia “Ad hoc” junto a la metodología propia pivota sobre el aprendizaje, sobre la formación en competencias, capacidades y destrezas, y pensando en los ciudadanos de la sociedad del conocimiento (una formación equilibrada que proporcione una competencia personal suficiente, orientada a la empleabilidad y a la generación de conocimiento).

De manera más concreta podemos indicar otras aportaciones:

- Se ha elaborado unos multimedia “Ad hoc” que junto a un sistema metodológico destinado a conseguir que el alumno alcance unos niveles meta-cognitivos que le faciliten su salida al mundo laboral y le permitan evolucionar en poco tiempo hacia los niveles de un Ingeniero experto.
- Se ha determinado la influencia que estos multimedia en el proceso metodológico tiene sobre el aprendizaje conceptual y procedimental.
- Se ha liberado al profesor del rol de simple informador.
- Se ha comprobado la influencia que ejercen los multimedia “Ad hoc” junto al modelo en el desarrollo meta-cognitivo y de la autonomía o capacidad de autorregulación del alumno.
- Se ha investigado y constatado un cambio actitudinal del estudiante al aplicar estos multimedia junto a la metodología propia.
- Se ha constatado la potenciación del meta- conocimiento en los alumnos de Ingeniería.
- Se han constatado la potenciación de las habilidades que se requieren para desarrollar con éxito los trabajos profesionales relacionados con

los diferentes campos del conocimiento electrónico: diseño y diagnóstico.

- Se han analizado las diferencias entre expertos e inexpertos, con el fin de descubrir qué rasgos de los primeros hay que inculcar a los segundos.
- Se han desarrollado técnicas de análisis de sistemas electrónicos con un enfoque topológico y funcional.
- Se han generado instrumentos informáticos como apoyo de la metodología docente en la enseñanza de la Ingeniería.
- Se ha constatado el cumplimiento de las hipótesis en la muestra considerada; dónde se ha constatado una mejora de:
  - Rendimiento académico.
  - Meta-conocimiento.
  - Aprendizaje significativo.
  - Motivación

Por otro lado, cabe reseñar que:

- Los multimedia “Ad hoc” junto a junto al modelo metodológico propuesto hace hincapié en la transferencia de los objetivos de aprendizaje, con el fin de que desarrollar procesos meta-cognitivos dirigidos a la autorregulación de su aprendizaje. La evaluación está integrada en un modelo de enseñanza/aprendizaje coherente con el paradigma constructivista. El objetivo es formar un ingeniero capaz de desenvolverse en el marco de la Sociedad de la Información y del Conocimiento en la cual estamos inmersos, donde además debe dar respuestas a una tecnología cambiante.

- Se ha realizado una investigación cuasi experimental, destinada a verificar que la aplicación de la metodología docente activa participativa cooperativa que favorece, por lo menos en la muestra considerada:
  - El desarrollo de la meta-cognición de los alumnos, manifestado por:
    - La capacidad de enfrentarse a problemas nuevos y encontrar soluciones óptimas.
    - El control del alumno sobre lo que sabe y no sabe).
    - Las habilidades estratégicas, tanto en la solución de los problemas, como en el desarrollo práctico.
  - El aprendizaje significativo.
  - La motivación de los alumnos, mejorando así su actitud, su compromiso y su atención.
  - El rendimiento académico.

#### **4.1. Publicaciones propias y de otros autores generadas fruto de la presente tesis u otras muy relacionadas**

A continuación se muestran los diferentes libros, artículos de revistas, ponencias en congresos y manuales que se han generado a partir del trabajo de investigación que ha concluido en esta Tesis y otros trabajos previos des de 1991, así como algunas de las últimas citas que ha recibido la presente investigación por parte de otros autores que han consultado los trabajos publicados en el transcurso de la investigación.

##### *4.1.1. Libros*

El siguiente libro es consecuencia del Primer Premio a la Excelencia en la Docencia Universitaria.

---

Título:	Investigació/acció a l'aula: assaig i avaluació de nous mètodes docents
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Editor:	Publicacions UPC – Consell Social
Fecha:	Noviembre de 1999

---

Título:	Metodología Docente adaptada al Marco del EEES para Ingeniería1.
Autores:	F. X. Villasevil
Editor:	LAP LABERT - USA
Fecha:	Octubre de 2011

---

Título:	Metodología Docente adaptada al Marco del EEES para Ingeniería2
Autores:	F. X. Villasevil
Editor:	LAP LAMBERT - USA
Fecha:	Noviembre de 2011

---

#### 4.1.2. Capítulos en libros

---

Título:	Didáctica de la enseñanza de la Electrónica Digital
Capítulo:	Diseño de un equipo didáctico de máquinas algorítmicas para la enseñanza de la Electrónica Digital
Autores:	L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	419 – 429
Editor:	UNED, Facultad de Ciencias
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Título:	Didáctica de la Física y sus nuevas tendencias
Capítulo:	Apoyo multimedia para la enseñanza activa de las familias lógicas MOS en la educación universitaria
Autores:	L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	353 – 390
Editor:	UNED, Facultad de Ciencias
Fecha:	Septiembre de 2000

---

Título:	Didáctica de la Física y sus nuevas tendencias (manual de 2002)
Capítulo:	Modelo didáctico para la enseñanza de la Electrónica
Autores:	L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	658 – 687
Editor:	UNED, Facultad de Ciencias (Departamento de Inteligencia Artificial)
Fecha:	Septiembre de 2002

---

Título:	Didáctica de la Física y sus nuevas tendencias (manual de 2002)
Capítulo:	Tutor electrónico y simulación en el estudio de aplicaciones termoelectricas con semiconductores

---

Autores: L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López  
Páginas: 688 – 736  
Editor: UNED, Facultad de Ciencias (Departamento de Inteligencia Artificial)  
Fecha: Septiembre de 2002

---

#### 4.1.3. Artículos en revistas

---

Revista: ENGINYERS. BCN  
Número: 69  
Título: L'ensenyament de la Tecnologia: motius de reflexió I  
Autores: F. X. Villasevil  
Páginas: 126 – 129  
Fecha: Julio de 2003

---

Revista: ENGINYERS BCN  
Número: 87  
Título: L'ensenyament de la Tecnologia: motius de reflexió II  
Autores: F. X. Villasevil  
Páginas: 52 – 55  
Fecha: Marzo de 2005

---

#### 4.1.4. Ponencias en congresos

---

Congreso: X Congreso sobre Didáctica de la Física, Microelectrónica y Microordenadores, Madrid  
Ponencia: Tutor de máquinas algorítmicas  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López y J. Vigara  
Páginas: 1359 – 1400  
Fecha: Septiembre de 1996

---

Congreso: EuroAmeritel'97, Costa Rica  
Ponencia: SEA: Self-evaluation learning system  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López  
Fecha: Noviembre de 1997

---

Congreso: EuroAmeritel'97, Costa Rica  
Ponencia: Developing cooperation and joint business in Telematics for Health Care, Education and Training  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López, R. Pindado, C. Jaén y J. Pou  
Fecha: Noviembre de 1997

---

---

Congreso:	Jornadas sobre la reforma académica a la UPC, Barcelona
Ponencia:	SEA: Sistema de Enseñanza Autoevaluada
Autores:	F. X. Villasevil, A. M. López, R. Pindado, C. Jaén y J. Pou
Páginas:	130 – 131
Fecha:	Mayo de 1998

---

Congreso:	SAAEI'98 - Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación, Navarra
Ponencia:	SEA: una concepción innovadora de aprendizaje y evaluación en el área electrónica
Autores:	F. X. Villasevil, A. M. López, R. Pindado, C. Jaén y J. Pou
Páginas:	231 – 234
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	SAAEI'98 - Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación, Navarra
Ponencia:	Tutorial de máquinas algorítmicas
Autores:	F. X. Villasevil, A. M. López y J. Cruz
Páginas:	1 – 6
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	TAAE'98 - Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Madrid
Ponencia:	Diseño y evaluación de un equipo didáctico interactivo hard y soft orientado a la implementación de sistemas digitales complejos
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	323 – 328
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	TAAE'98 - Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Madrid
Ponencia:	Desarrollo modular interactivo en la acción formativa de la enseñanza de la Electrónica Analógica y Digital: Proyecto SE
Autores:	F. X. Villasevil
Páginas:	371 – 380
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	TIC'98 - Jornades sobre les tecnologies de la Informació i les Comunicacions a l'Educació, ICE-UPC
Ponencia:	Utilització dels multimèdia com eina per a la tutorització i avaluació continuada
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	34 – 36
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	TIC'98 - Jornades sobre les tecnologies de la Informació i les Comunicacions a l'Educació, ICE-UPC
Ponencia:	SIM FC
Autores:	F. X. Villasevil
Páginas:	73 – 75
Fecha:	Septiembre de 1998

---

---

Congreso:	Didáctica de la Física y sus nuevas tendencias, Madrid
Ponencia:	Diseño de un equipo didáctico de máquinas algorítmicas para la enseñanza de la electrónica digital
Autores:	L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	419 – 466
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	I Jornada Multimedia. Educatiu en Català, Barcelona.
Ponencia:	Cap a la tutorizació i avaluació continuada per mitjà dels materials multimedia
Autores:	F. X. Villasevil, A. M. López y J. Cruz
Páginas:	1 – 6
Fecha:	Septiembre de 1998

---

Congreso:	I Jornada Multimedia. Educatiu en Català, Barcelona.
Ponencia:	Tutor de sistemes seqüencials
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Fecha:	Septiembre de 1999

---

Congreso:	Jornades Multimedia. Educatiu en Català, Barcelona.
Ponencia:	Tutor de sistemas combinatoriales
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Fecha:	Septiembre de 1999

---

Congreso:	II Jornadas Multimedia Educativo, Barcelona
Ponencia:	Equips didàctics multimèdia per a l'ensenyament de les famílies NMOS, PMOS i CMOS
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Fecha:	Noviembre de 1999

---

Congreso:	Primer Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona
Ponencia:	Equipo didáctico multimedia para la enseñanza de las familias digitales MOS
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	179
Fecha:	Junio de 2000

---

Congreso:	Primer Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona
Ponencia:	Equipo didáctico multimedia para la enseñanza Universitaria
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Páginas:	129 – 132
Fecha:	Junio de 2000

---

Congreso:	Congreso Internacional de Informática Educativa 2000, Madrid
Ponencia:	Equipo didáctico multimedia para la enseñanza activa de las familias digitales MOS en la enseñanza universitaria presencial
Autores:	F. X. Villasevil y A. M. López
Fecha:	Julio de 2000

---



- 
- Congreso: Congreso Internacional de Informática Educativa 2000, Madrid  
Ponencia: Hacia la tutorización y evaluación continuadas a través de los multimedia  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Julio de 2000
- 
- Congreso: Primer Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona  
Ponencia: Soporte multimedia a la docencia: tutor de Electrónica  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Páginas: 172 – 174  
Fecha: Septiembre de 2000
- 
- Congreso: TAE'2000 - IV Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Barcelona  
Ponencia: Equipo didáctico multimedia para la enseñanza de las familias digitales MOS  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Septiembre de 2000
- 
- Congreso: TAE'2000 - IV Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica, Barcelona  
Ponencia: Tutor de problemas de sistemas secuenciales síncronos  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Septiembre de 2000
- 
- Congreso: I Congrés d'Enginyers de Llengua Catalana, Manresa  
Ponencia: Models cognitius en l'ensenyament de l'enginyeria electrònica  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Páginas: 341 – 356  
Fecha: Diciembre de 2000
- 
- Congreso: I Congrés d'Enginyers de Llengua Catalana, Manresa  
Ponencia: Estat actual i evolució futura de les enginyeries a la Unió Europea  
Autores: F. X. Villasevil  
Páginas: 379 – 384  
Fecha: Diciembre de 2000
- 
- Congreso: III Jornades Multimedia Educatiu – Nous aprenentatges virtuals, Barcelona  
Ponencia: Utilización de herramientas multimedia e internet como apoyo de enseñanza universitaria presencial  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Junio de 2001
- 
- Congreso: IX Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Vigo  
Ponencia: Utilización de multimedia en apoyo de la enseñanza en la Ingeniería Electrónica
-

Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Páginas: 1467 – 1474  
Fecha: Julio de 2001

---

Congreso: IX Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Vigo  
Ponencia: Modelo didáctico para potenciar el desarrollo de habilidades expertas en la Ingeniería Electrónica  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Páginas: 1475 – 1490  
Fecha: Julio de 2001

---

Congreso: II Congreso Internacional Docencia Universitaria e Innovación, Tarragona  
Ponencia: Metodología para potenciar el meta-conocimiento de los alumnos de ingeniería  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Septiembre de 2001

---

Congreso: FIE 2001 - Frontiers in Education Conference, Reno (EEUU)  
Ponencia: Cognitive and metacognitive model in electronics engineering teaching  
Autores: L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Octubre de 2001

---

Congreso: TAEE2002, Las Palmas de Gran Canaria  
Ponencia: Tutor interactivo para familia lógica CMOS  
Autores: L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Febrero de 2002

---

Congreso: TAEE2002, Las Palmas de Gran Canaria  
Ponencia: Estrategia docente activa-cooperativa y su aplicación en el aula de Electrónica  
Autores: L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Febrero de 2002

---

Congreso: X Congreso de Innovación Educativa en las enseñanzas técnicas, Valencia.  
Ponencia: Metodología activa-participativa-cooperativa para potenciar el meta-conocimiento en los estudiantes de ingeniería  
Autores: L. Rosado, F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Julio de 2002

---

Congreso: XI CIEET'03 - Congreso Universitario de Innovación Educativa en las enseñanzas técnicas, Vilanova i la Geltrú  
Ponencia: Metodología con apoyo de las TIC para potenciar el meta-conocimiento en los estudiantes de ingeniería  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Julio de 2003

---

- 
- Congreso: XI CIEET'03 - Congreso Universitario de Innovación Educativa en las enseñanzas técnicas, Vilanova i la Geltrú  
Ponencia: La evaluación formativa-tutorizada en la ingeniería con soporte TIC  
Autores: F. X. Villasevil y A. M. López  
Fecha: Septiembre de 2003
- 
- Congreso: III Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Girona  
Ponencia: Metodología alternativa para la enseñanza de la cinemática  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López y J. Soler  
Páginas: 1 – 10  
Fecha: Julio de 2003
- 
- Congreso: IV Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo, Girona  
Ponencia: Metodología para potenciar el meta-conocimiento en los estudiantes de ingeniería, utilizando AC  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López y J. Soler  
Páginas: 55 – 64  
Fecha: Julio de 2004
- 
- Congreso: XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Barcelona  
Ponencia: Ejercicios de física: una guía tutorizada  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López y J. Soler  
Páginas: 1 – 10  
Fecha: Julio de 2004
- 
- Congreso: II Congrés d'Enginyeria en Llengua Catalana, Andorra  
Ponencia: El nou enginyer davant del repte dels nous temps  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López y J. Soler  
Páginas: 10 – 32  
Fecha: Noviembre de 2004
- 
- Congreso: 15º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Valladolid  
Ponencia: Metodología activa-participativa-colaborativa orientada al nuevo entorno europeo de educación superior  
Autores: F. X. Villasevil y G. Miranda  
Fecha: Julio de 2007
- 
- Congreso: 5º Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (CIDUI), Lleida  
Ponencia: Guía de aprendizaje para realizar ejercicios en clase  
Autores: F. X. Villasevil, A. M. López y J. Soler  
Fecha: Julio de 2008
- 
- Congreso: XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Cádiz  
Ponencia: Análisis de los ejercicios de física mediante bloques funcionales con entradas y salidas de variables  
Autores: F. X. Villasevil, J. Soler y G. Miranda  
Fecha: Septiembre de 2008
-

#### 4.1.5. Conferencias

---

Congreso: Jornadas de Formación del profesorado en la experimentación de la Reforma Educativa  
Ponencia: Reforma en el primer nivel de la Enseñanza Secundaria en Cataluña  
Organizador: Dirección General Enseñanza Universitaria (Servicio de Formación del Profesorado) - Centro de Documentación y Difusión de la Experimentación  
Ponente: F. X. Villasevil  
Fecha: Septiembre de 1992

---

Congreso: III Encuentro del Colegio Profesional y las Escuelas de Ingeniería de Telecomunicación  
Ponencia: La reforma en las titulaciones de Ingeniería Técnica y el entorno Industrial  
Organizador: Ilustre Colegio de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación de Las Palmas de Gran Canaria  
Función: Asisto como miembro de la mesa en representación de la dirección de la EPSEVG de la UPC  
Fecha: Septiembre de 1993

---

Congreso: Jornadas sobre Reforma de las Enseñanzas Medias, Alicante  
Ponencia: La Tecnología del Bachillerato Técnico Industrial en Cataluña  
Organizador: Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana  
Ponente: F. X. Villasevil  
Fecha: Octubre de 1995

---

Congreso: VII Jornada Pedagógica, Barcelona  
Ponencia: Innovación en la enseñanza: necesidades en la formación continua del profesorado  
Organizador: Centro de Recursos Pedagógicos de L'Hospitalet de Llobregat  
Ponente: F. X. Villasevil  
Fecha: Septiembre de 2002

---

Congreso: Trobada pedagògica d'ensenyament tècnic a Secundaria

Ponencia: Els Multimèdia i l'ensenyament tècnic.

Organizador: GESIRE -AULATEC

Ponente: F. X. Villasevil

Fecha: Novembre de 2014

---

Congreso: IV Jornada Investigació i Recerca Educativa a la Universitat i Secundaria

Ponencia: Influencia dels Multimedia TIC/TAC en el procès E/A.

Organizador: ENGINYERS. BCN

Ponente: F. X. Villasevil

Fecha: Septiembre de 2015

---

#### *4.1.6. Trabajos y manuales encargados por ICE de la UPC*

---

Título: Material de recolzament del professorat per als mòduls professionals de les branques d'electrònica i telecomunicació

Autor: F. X. Villasevil

Editor: ICE – UPC

Fecha: Enero de 1997

---

Título: Metodologías y herramientas de elaboración de materiales formativos dirigidos al profesorado de secundaria

Autor: F. X. Villasevil

Editor: ICE – UPC

Fecha: Enero de 2008

---

#### 4.1.7. Citas de otros autores

---

Título: Tesis Doctoral: Las *WebQuests* como elemento de motivación para los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria en la clase de lengua extranjera (inglés) (pág. 59)

Autor: E. M. Pérez Puente

Universidad: Universitat de Barcelona

Fecha: Febrero de 2007

---

Título: Los métodos docentes: clase magistral tradicional, clase magistral con apoyo multimedia y metodología activo-participativa

Autor: Miguel Fisac Fuentes

Universidad: Universitat Politècnica de Catalunya

Fecha: Abril de 2008

---

Título: Diseño de material multimedia

Autor: Miguel Fisac Fuentes

Universidad: Universitat Politècnica de Catalunya

Fecha: Abril de 2008

---

Además según RESEARCH GATE, se da la siguiente estadística en fecha 15 de septiembre de 2015:

- Publications downloads 17 - Last week: 1
- Publication views 715 - Last week: 15
- Citations 7 - Last month: 1

Profile views 365 - Last week: 11

---

## **5. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO**

### **5.1. Ajustar aún más el modelo metodológico a las nuevas competencias transversales y habilidades necesarias para los futuros Ingenieros**

Uno de los tópicos del debate actual sobre la ciencia y la tecnología consiste en determinar los aspectos que han servido para configurar las sociedades modernas y las tradicionales. Tanto los progresos científicos como los tecnológicos han modificado radicalmente la relación de la humanidad con la naturaleza y la interacción entre los seres vivos.

Hoy día, la ingeniería forma parte decisiva del sistema de vida de todas las sociedades, y se está sumando a las voluntades social y política de controlar sus propios destinos. La ciencia y la tecnología están proporcionando una amplia variedad de opciones sobre lo que podría ser el destino de la humanidad.

Tradicionalmente la tecnología, y en consecuencia la ingeniería, han progresado por el método empírico del tanteo. La tecnología ha estado a la vanguardia en muchos campos que posteriormente adquirieron una sólida base científica. Se dice que los efectos de la tecnología constituyen un “impacto”. La tecnología derrama sobre la sociedad sus efectos y, en consecuencia, sobre las prácticas sociales y sobre las nuevas calidades del conocimiento humano.

La ingeniería ha llegado hasta el punto de influir sobre la mentalidad de la humanidad. La sociedad de hoy no está cautiva en las condiciones del pasado o del presente, sino que se orienta hacia el futuro. La ciencia no es simplemente uno de los varios elementos que componen las fuerzas

productivas, sino que ha pasado a ser un factor clave para el desarrollo social, que cala cada vez más a fondo en los diversos sectores de la vida.

En el nuevo entorno de la Educación Superior en Europa y dado que el futuro ingeniero deberá desarrollar su labor en la Sociedad de la Información y de la Comunicación, y nosotros añadiríamos que al propio tiempo debería ser también la del Conocimiento, es imprescindible inculcarles competencias que contribuyan al desarrollo armónico de esta Sociedad.

Así pues, es de vital importancia la formación que reciben los estudiantes de ingeniería; ya que de ella dependen las competencias y habilidades que finalmente adquirirán. En consecuencia es necesario concretar de manera muy fina cuáles deben ser estas competencias para posteriormente diseñar una metodología de aprendizaje que favorezca la adquisición de estas competencias.

La metodología de la presente investigación junto a los multimedia “Ad hoc”, ya ha trabajado este aspecto; ya que como metodología activa se adapta a las propias características de dichas competencias y habilidades, que se adquieren con mayor fluidez con la práctica; y que con la larga experimentación nos ha sido constatado.

Pero aún se debe insistir más en detectar cuales deben ser tanto las competencias específicas como las transversales, así como las habilidades necesarias para los futuros Ingenieros. Y en consecuencia, readaptar y orientar aún más la presente metodología docente a la consecución de dichas competencias y habilidades.



## **5.2. Ajustar y extender el modelo metodológico junto a los multimedia “Ad hoc” a otras materias y niveles educativos**

La metodología se puede extender a otros tipos de enseñanza, de hecho, ya se está aplicando en secundaria en la enseñanza de la Tecnología, aunque el proceso está en la fase de experimentación y es necesario analizar y evaluar su aplicación, para dictaminar tanto su comportamiento, como la necesidad de ciertos reajustes en su aplicación.

También se puede extender a otros campos además de la electrónica, en la Universidad, como por ejemplo la Física, la Química, etc. Aunque durante la dilatada experimentación, llevada a cabo desde 2007 hasta 2014, ya se han realizado experiencias, es necesario realizar un profundo análisis como el realizado en la EPSEVG, ETSEIAT; EPSC y IUSC- UB. De hecho en la EPSC y en la EPSEVG; últimamente ya venimos aplicando, tanto la metodología como los multimedia “Ad hoc”, en Física (EPSC y EPSEVG); así como en Diseño (Concretamente en “Sistemas Electrónicos para el Diseño”) en la EPSEVG.

También se ha de evaluar su repercusión de la metodología apoyada en los multimedia “Ad hoc” en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el nuevo entorno del EEES. En este sentido, ya lo hemos aplicado a partir del curso 2010/11, con el inicio de los nuevos Grados y Masters. No obstante, es de esperar un buen comportamiento del método en este nuevo entorno, pero habría que realizar una nueva investigación para contrastarlo.

### **5.3. Seguir insistiendo sobre multimedia junto al modelo metodológico.**

A pesar de que las propuestas de plataforma virtual fueron novedosas, en su día, al inicio de la investigación y que fueron remodeladas en el momento de su implementación y a pesar de que se ha usado con éxito en la experimentación, con la aplicación de la metodología al nuevo EEES (tanto en los Grados como Másteres), la evolución tecnológica hace que sea necesario el seguir actualizando y potenciando con mayor eficiencia el uso extensivo e intensivo de internet. Ahora bien es necesario hacerlo de manera regulada, con lo que es imprescindible seguir y potenciar esta línea de trabajo.

En la era de la Comunicación, las TIC deben tener un papel fundamental en el proceso E/A. Pero también hay que decir que es del todo necesaria una aplicación regulada de todas estas herramientas TIC. Es por tanto imprescindible ir las incorporando al modelo metodológico investigado, y este proceso debe ser muy controlado y minuciosamente evaluado en su aplicación al proceso de E/A.

Es necesario planificar la aplicación de los productos multimedia y las nuevas tecnologías en las diferentes áreas de la educación superior a fin de tomar decisiones adecuadas que garanticen las relaciones costo-beneficio y la optimización del uso masivo de las mismas, así como prever el mantenimiento de estos recursos para garantizar su productividad y eficiencia.

El material multimedia y las tecnologías de la información deben usarse en su justa proporción en el desarrollo tecnológico económico y social, preservando y fomentando la identidad cultural. Por otra parte, los centros de información almacenan y suministran no solamente información científica y técnica sino también cultural, convirtiéndose automáticamente

en promotores de una identidad cultural, de toda esta masiva información hemos de ser conscientes que hay que saber buscar y filtrar aquella información que es necesaria, para no provocar frustración al no encontrar lo deseado. Es por ello que parece del todo necesario seguir con las investigaciones, que ya realizan diversos autores (Law, N., 2009, y .Ruiz A., 2009), y que tengan en cuenta las reflexiones anteriores.

Por lo que se refiere al uso de material multimedia en el proceso de E/A, la experimentación nos ha enseñado que es absolutamente necesario el uso de material multimedia diseñado específicamente por el propi profesor o grupo de profesores que imparten la materia, por lo menos en la enseñanza de la Ingeniería.

Creemos por todo ello que es necesaria la formación del profesor en el sentido de poder elaborar su propio material multimedia, y por supuesto, es misión de los expertos en Informática el poner a disposición de los profesores herramientas de fácil uso que no le entorpezcan la labor que debe ser pedagógica.

#### **5.4. El meta-conocimiento y la ingeniería**

A pesar de las aportaciones que realiza el presente trabajo de investigación, el tema de la meta-cognición y su relación con la ingeniería parece de tan vital importancia que se debe seguir trabajando en ello.

Ingeniero viene de ingenio, y para tenerlo es del todo imprescindible que en las Escuelas de Ingenieros se trabajen: la adquisición de habilidades tácticas y estratégicas, compromiso con la excelencia, comunicación, creatividad, decisión, gestión del conocimiento, estrategia y planificación, gestión del cambio, innovación, desarrollo personal, liderazgo, por

mencionar algunas de las habilidades que creemos debe trabajar cualquier metodología en el entorno de la Ingeniería, y por supuesto también el presente modelo metodológico junto a la aplicación de estos multimedia “Ad hoc”, pretenden introducir estas habilidades. Por ello se propone seguir en esta línea en nuevas investigaciones.

### **5.5. Los multimedia “Ad hoc” junto al modelo metodológico y las habilidades de la ola cuántica**

El nuevo ingeniero debe poseer habilidades que le permitan desenvolverse en lo que se ha dado en llamar ola cuántica (Medina, Sevillano y de la Torres, 2009).

En este entorno, además de las habilidades trabajadas en el presente modelo, como son el diseño sostenible y ergonómico, se debe integrar, en cualquier metodología docente estrategias destinadas a transmitir a los alumnos habilidades y competencias orientadas a la eco-formación (Mallart, 2009); así como fomentar actitudes morales y éticas, y reconsiderar el papel de la riqueza poniendo la economía al servicio de la sociedad.

### **5.6. La web 2.0 y el EEES**

En los últimos años Internet ha sufrido una revolución con la aparición de la web 2.0 o la web social. Como afirma Freire (2007), la web 2.0 o “web de las personas” se podría definir como un conjunto de tecnologías para la creación social de conocimiento, incorporando tres características esenciales: tecnología, conocimiento y usuarios; y se caracteriza por la creación colectiva de contenidos, el establecimiento de recursos

compartidos y el control de la calidad de forma colaborativa entre los usuarios (Ribes, 2007) y (Esteve, 2009).

Nos encontramos ante un nuevo paradigma causante de la proliferación de tecnologías participativas y colaborativas como los *blogs*, *wikis*, CMS, redes sociales o *feeds*. Según el último estudio realizado por la AIMC (2009), cerca del 50% de los internautas encuestados forma parte de alguna red social, y más del 75% declara haber accedido a algún *blog* en los últimos treinta días.

Existen, en la actualidad (Singer, 2009), más de 2 millones y medio de artículos escritos en inglés en la Wikipedia y más de 70 millones de vídeos albergados en Youtube. Desde 2002 se han indexado 133 millones de *blogs* en Technorati y existen 150 millones de usuarios activos en Facebook.

Estos nuevos recursos también han empezado a utilizarse a nivel educativo. Si analizamos, por ejemplo, el ranking de las cien herramientas tecnológicas más utilizadas para el aprendizaje en el año 2008, según *CALPT Resource Centre* (2008), podemos observar como la mayoría de éstas son tecnologías 2.0 o colaborativas: Delicious, Google Reader, Google Docs, Skype, Moodle, Slideshare, Twitter, Ning, Youtube o Flickr, entre otras. Pero, ¿cuáles son las destrezas que están detrás de estas nuevas tecnologías?. Este es pues un tema que debería ser investigado.

Como propone Burns y Humphreys (2005), estas herramientas generan espacios de comunicación idóneos para el desarrollo de algunas de las habilidades y, sobre todo, actitudes de un nuevo tipo de alfabetización tecnológica crítica, colaborativa y creativa; generando un nuevo marco práctico idóneo para la socialización y la culturización de los jóvenes (Pérez Tornero, 2008).

Los *blogs*, los *wikis*, las redes sociales y en general estos nuevos medios de información y comunicación emergentes tras la web 2.0 generan un contexto idóneo para el desarrollo de competencias tales como el pensamiento crítico, la autonomía, la iniciativa, el trabajo colaborativo y/o la responsabilidad individual; competencias, todas ellas, clave en el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, y que en consecuencia deben ser investigadas.