



**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^a 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

1. Introducción	509
2. Deficiencias y problemas de la actual enseñanza universitaria en Ingeniería	510
2.1. Aspectos globales.....	510
2.2. Carencias con las que se encuentra el alumnado.....	511
3. Planteamiento del problema	512
4. Metodología general para la investigación educativa: utilización de métodos cuantitativos y cualitativos	514
4.1. Tipos de investigación educativa.....	514
4.2. Metodología cuantitativa.....	519
4.3. Metodología cualitativa.....	521
4.4. Multimetodología.....	525
5. Métodos de investigación y técnicas	529
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
6. Conclusiones	545

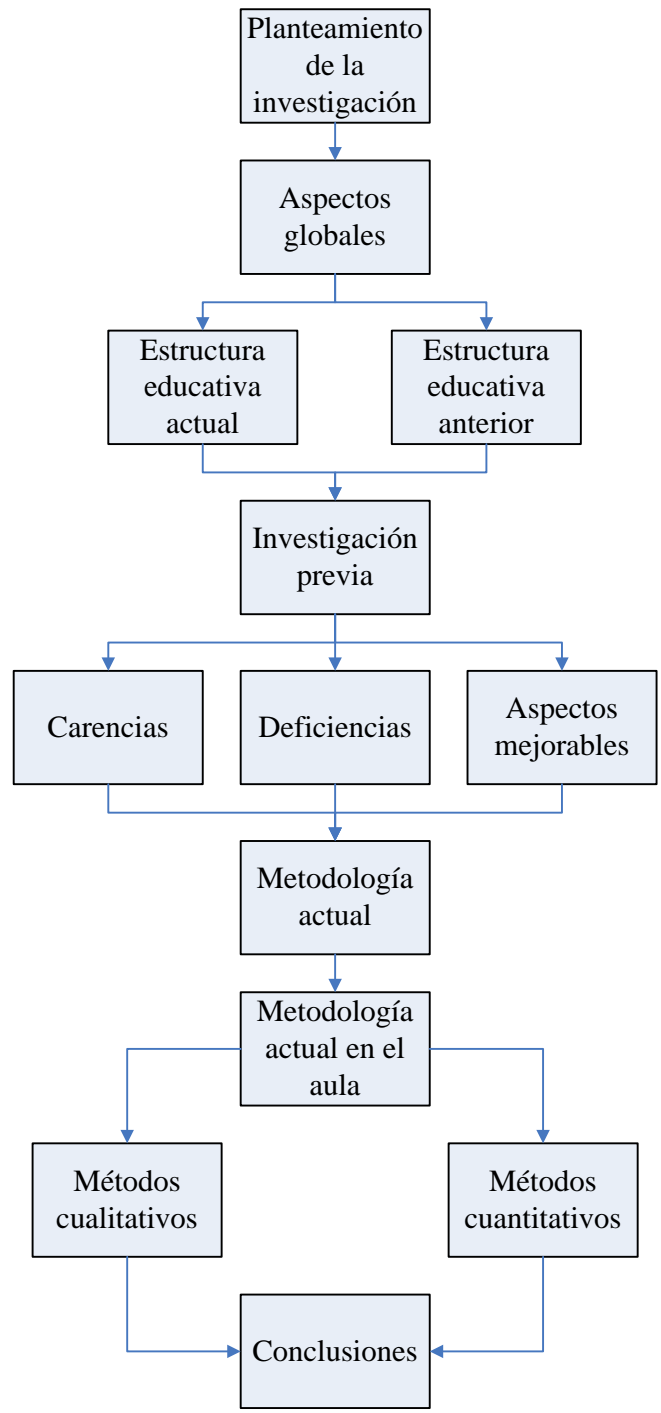


Figura 10.1. Diagrama descriptivo del capítulo 10

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.

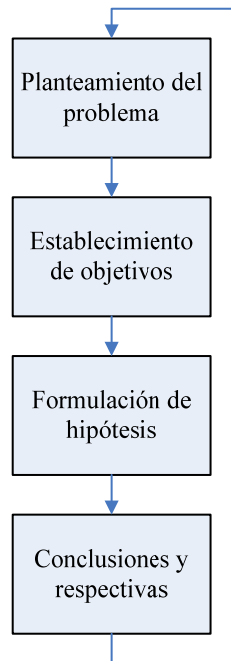


Figura 10.2. Ciclo de investigación educativa

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).

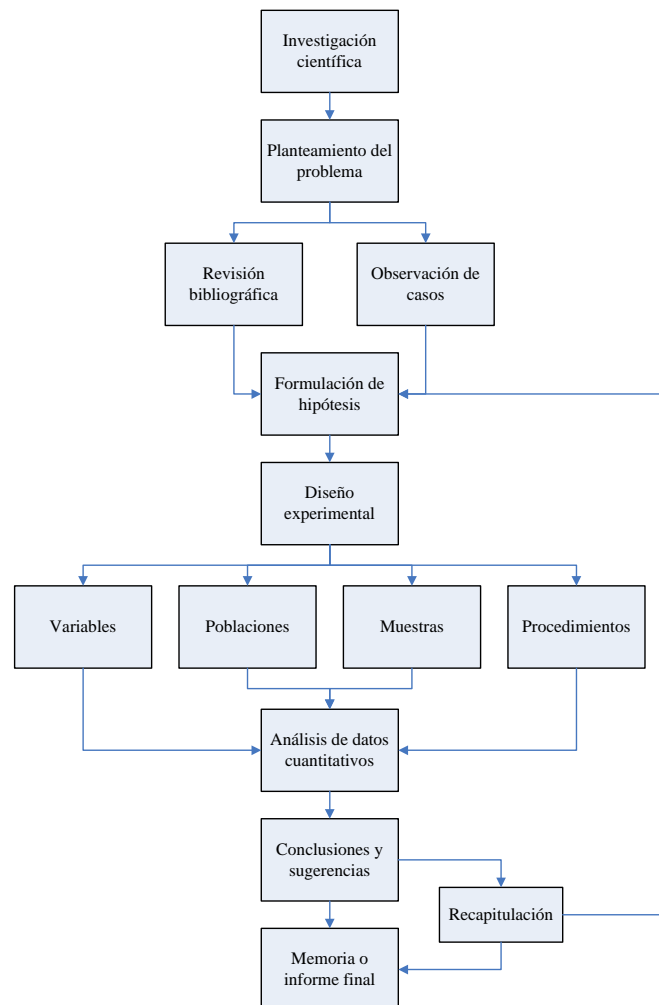


Figura 10.3. Esquema de las fases de la investigación experimental

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.

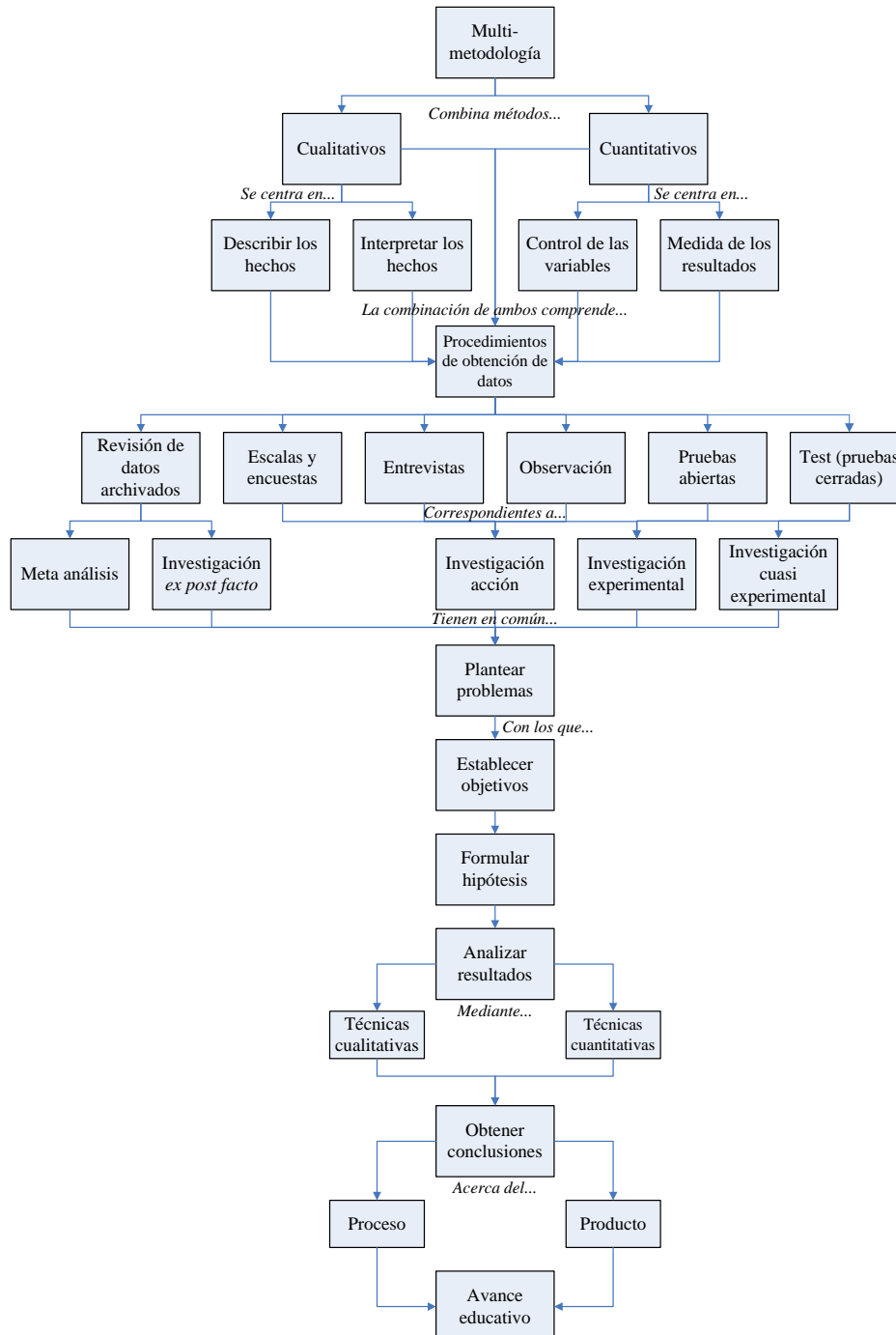


Figura 10.4. Combinación de la perspectiva cualitativa y cuantitativa

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.
 - Abstractar 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

1. Introducción	555
2. Objetivos y planteamiento general del problema.....	557
2.1. <i>Objetivos</i>	<i>557</i>
2.2. <i>Planteamiento general del problema.....</i>	<i>558</i>
3. Los multimedia y la metodología.....	560
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>

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

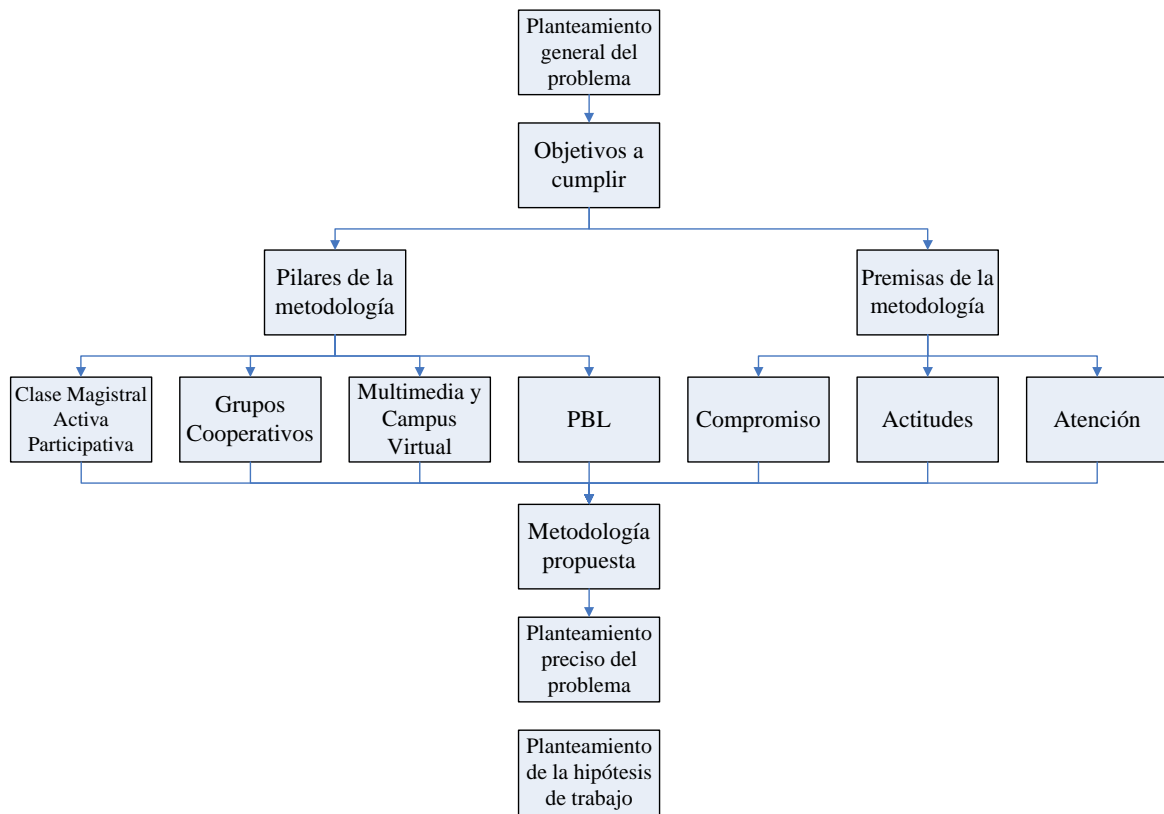


Figura 11.1. Diagrama descriptivo del capítulo 11

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.

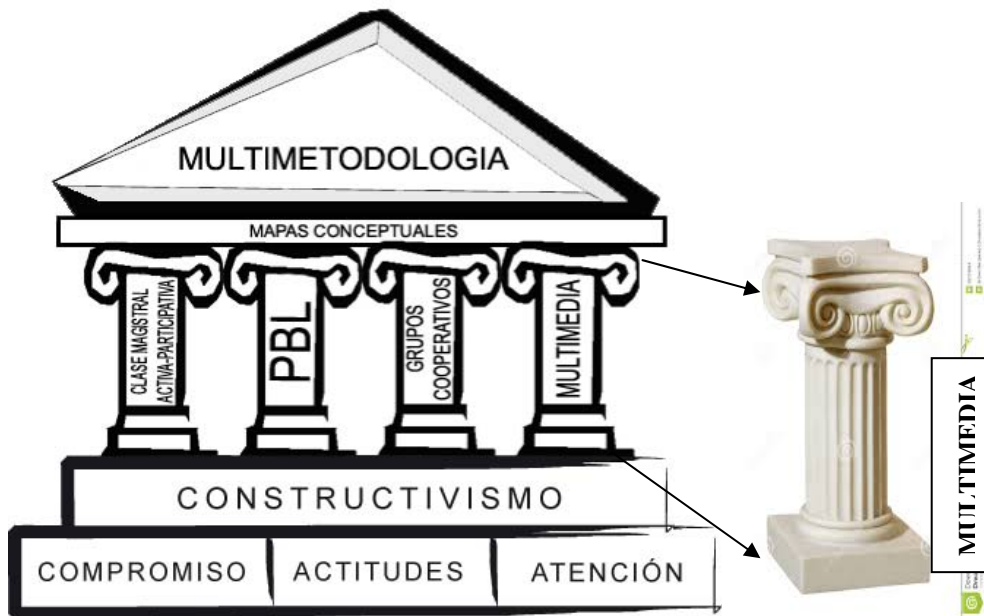


Figura 11.2. Esquema de la metodología seguida con apoyo multimedia propio

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).

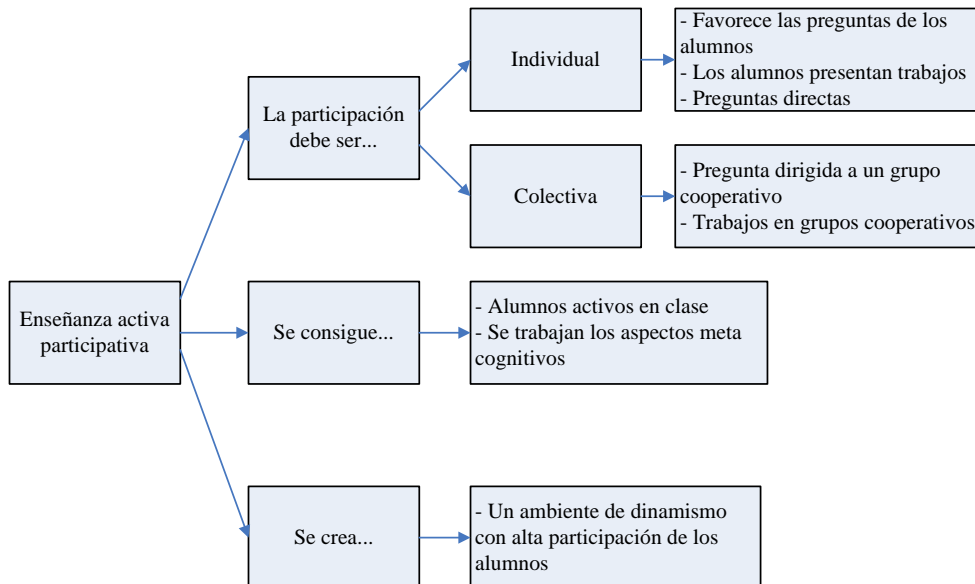


Figura 11.3. Enseñanza activa participativa

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).

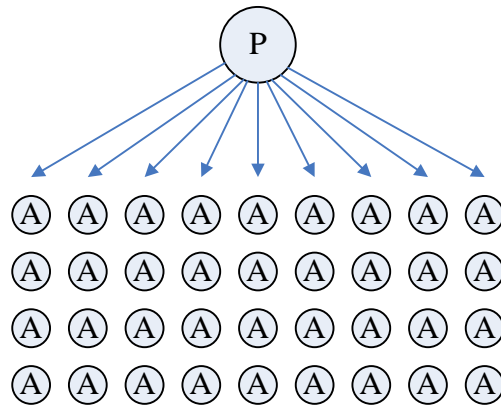


Figura 11.4. Manera unidireccional de transmitir conocimientos

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.

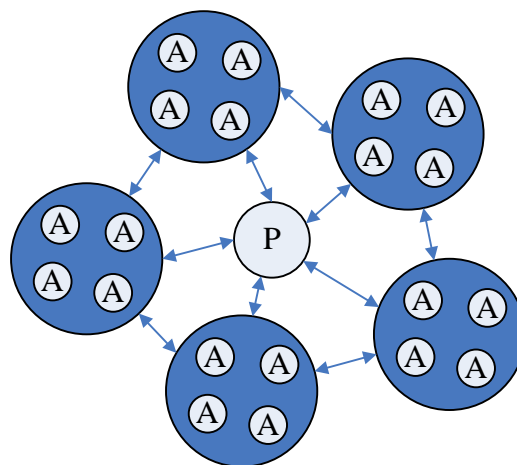


Figura 11.5. Transmisión conocimientos en grupos cooperativos

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).

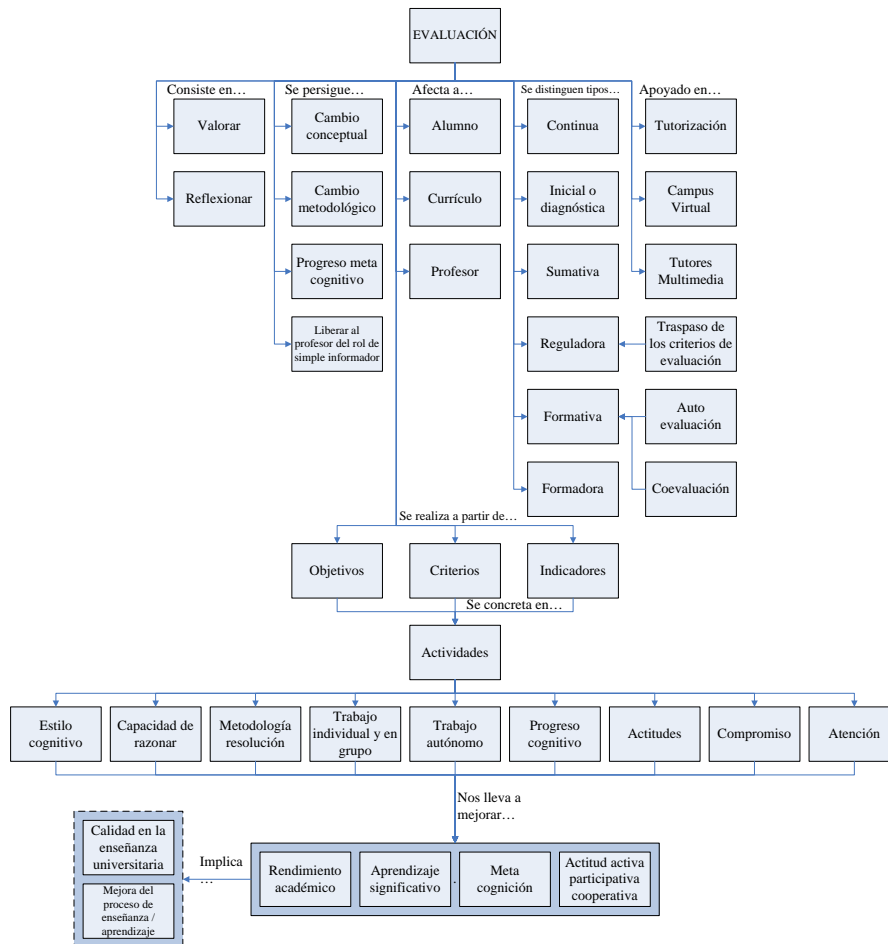


Figura 11.6. Modelo de evaluación

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.

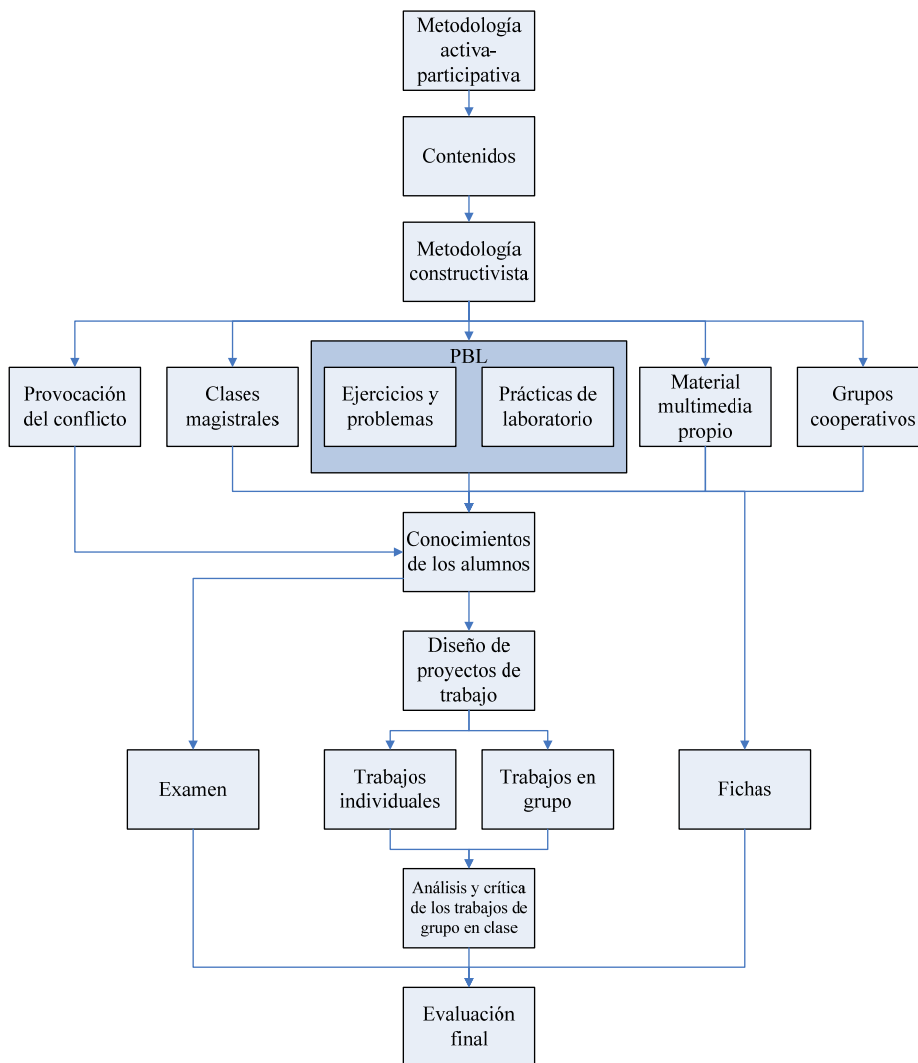


Figura 11.7. Mapa conceptual de la metodología

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.

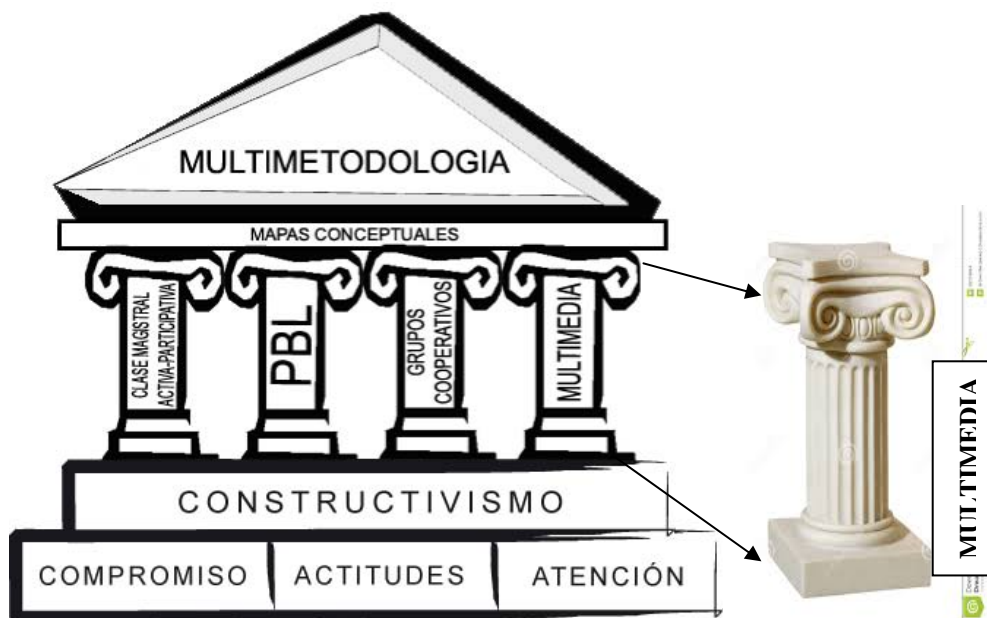


Figura 11.8. Pilares de la metodología propuesta

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.

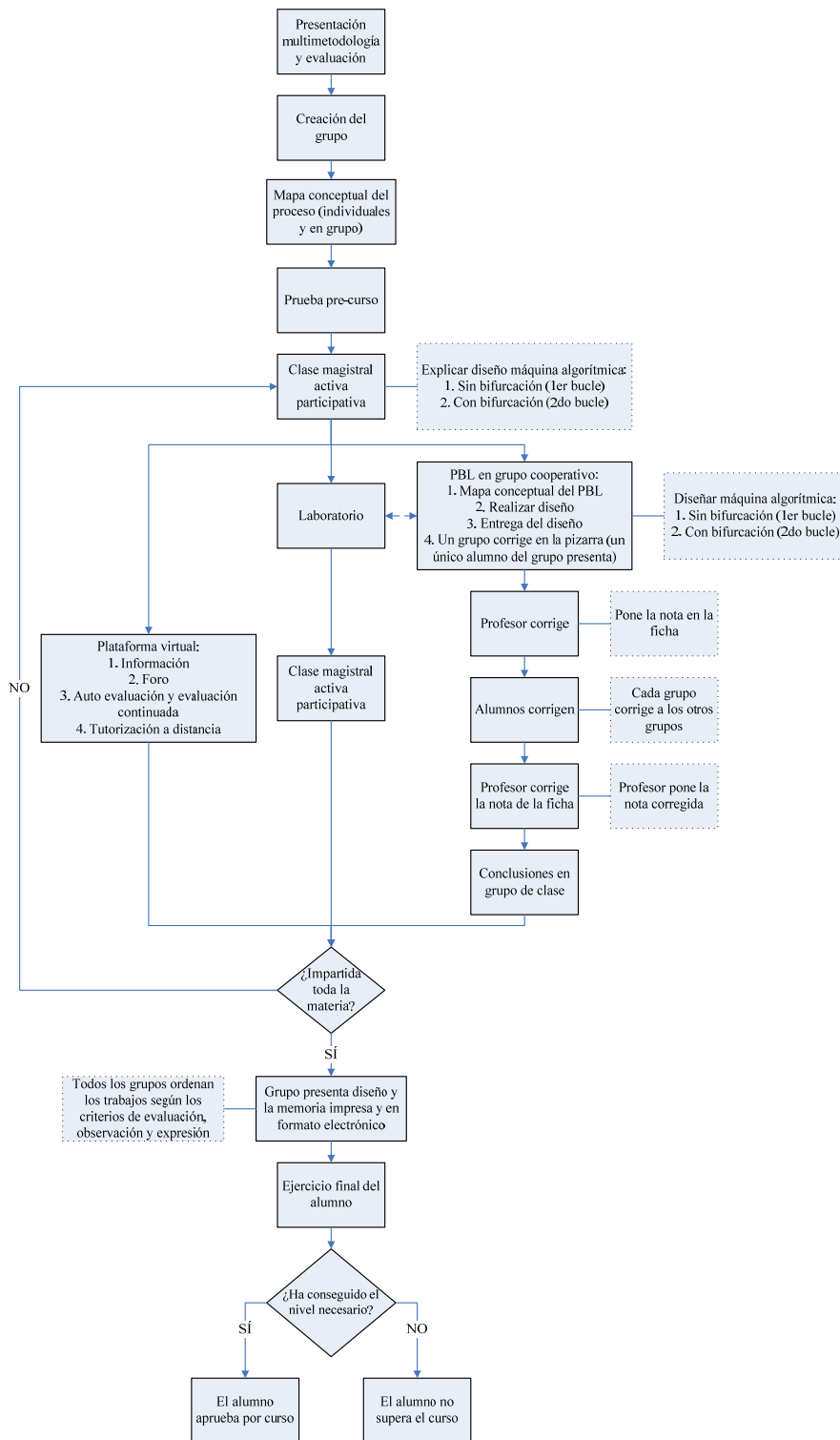


Figura 11.9. Ejemplo de planificación de una asignatura con nuestra metodología

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.

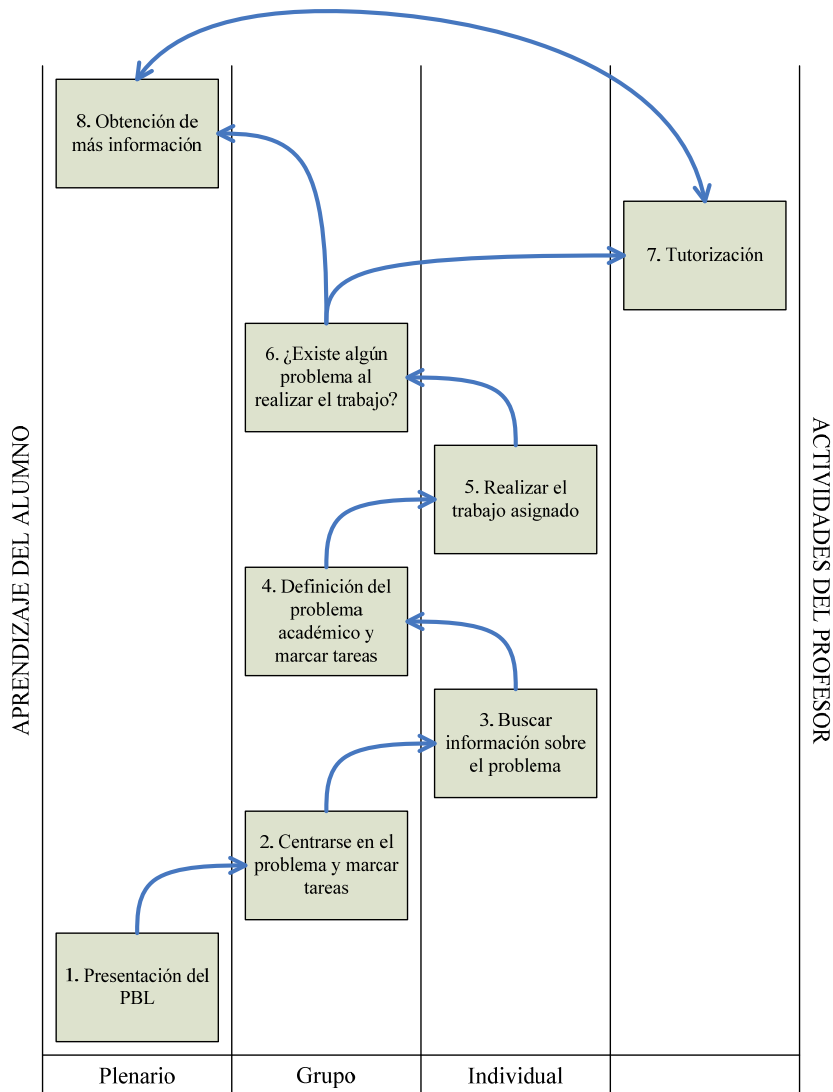


Figura 11.10. Proceso de aprendizaje del alumno en PBL

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.

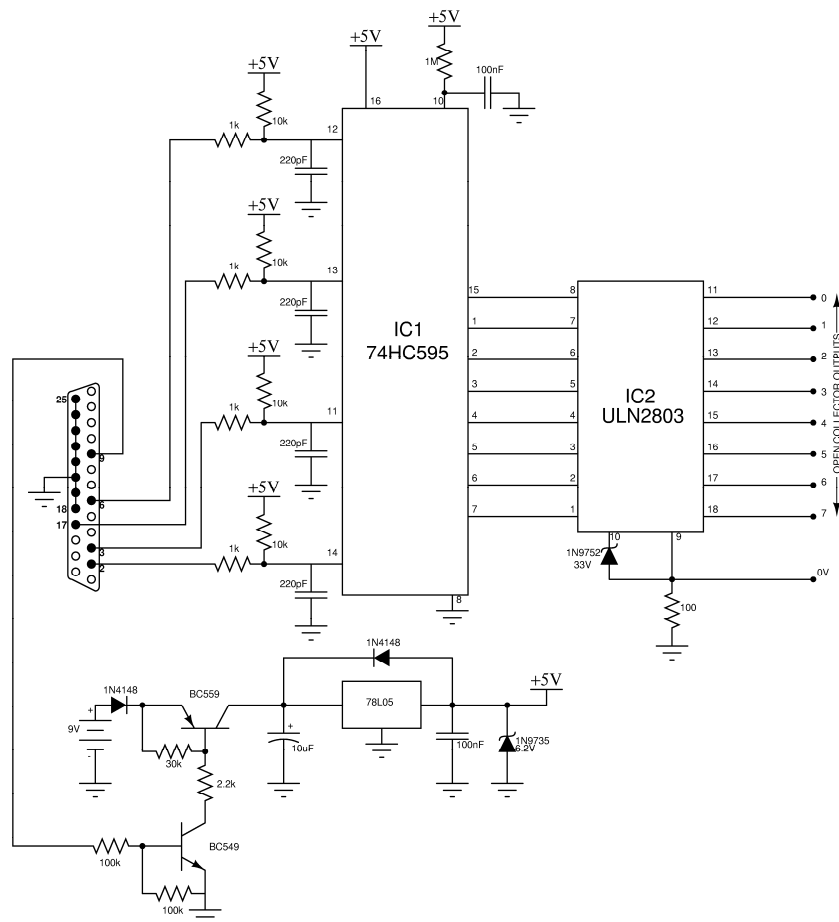


Figura 11.11. Posible diseño del circuito

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.

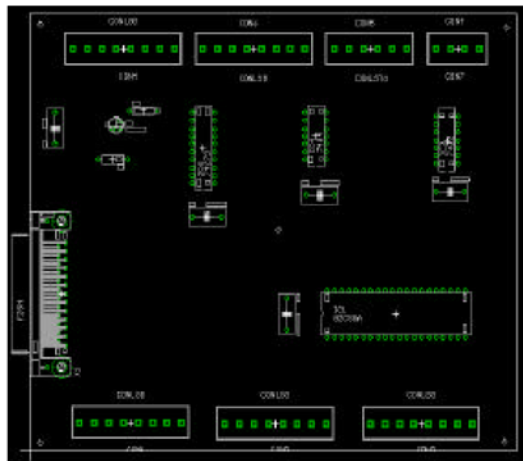


Figura 11.12. Posible layout del circuito

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 combinatorias 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 fasor, 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:

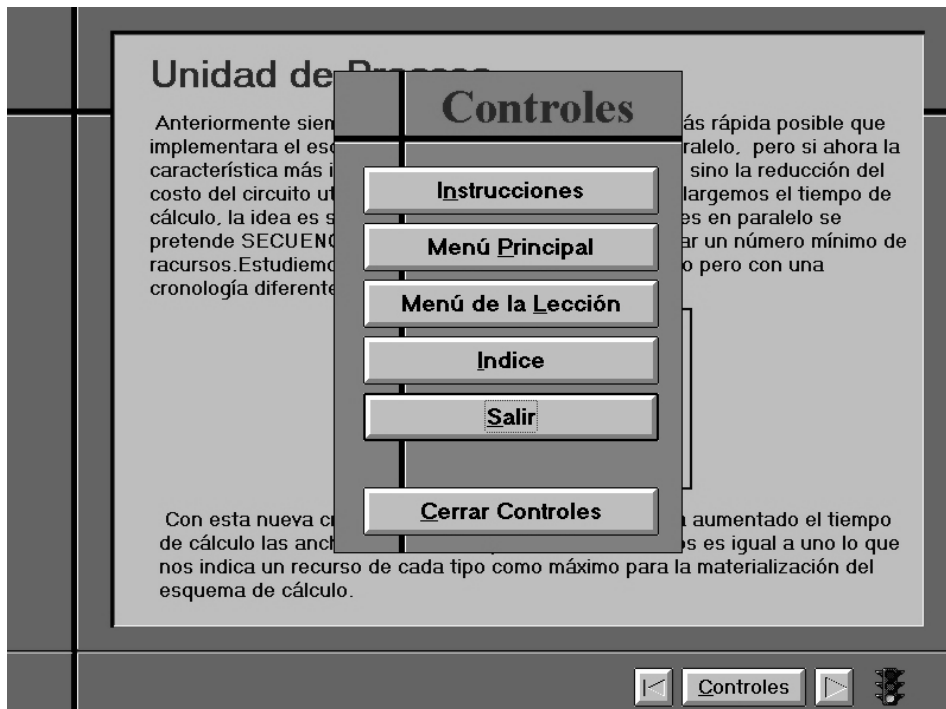
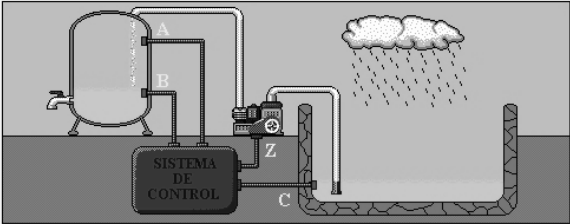


Figura 11.13. Pantalla principal del tutor

Resolución del problema



Continuar

Reiniciar

ABC	000	001	011	010	110	111	101	100	Z
a	-	2	①	-	-	-	-	-	0
b	-	②	3	-	-	-	-	-	1
c	-	-	③	4	-	5	-	-	1
d	6	-	1	④	-	-	-	-	0
e	⑥	2	-	-	-	-	-	-	0
f									

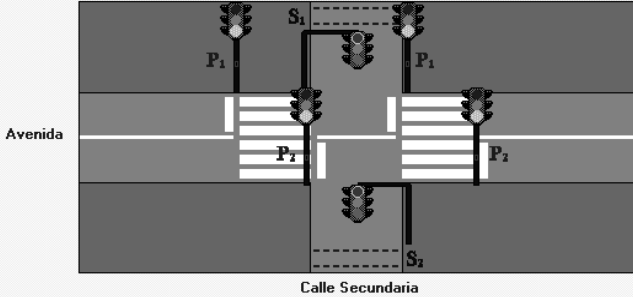
Tabla de fases

La bomba entra en funcionamiento, y el depósito se llena por encima del sensor B, adoptando el sistema el estado 3. Se observa que el nivel del pozo no varía, ya que mientras se llena por efecto de la lluvia, se vacía a través de la bomba. Si no dejara de llover, el sistema alcanzaría el estado 5, pero si para de llover, se volverá a alcanzar el estado 4, al caer el nivel del pozo por debajo de C.

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:

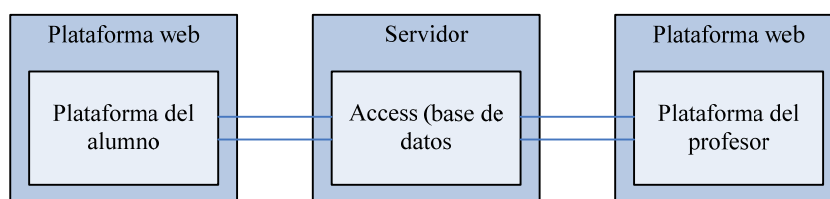


Figura 11.16. Estructura de la plataforma virtual

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

FASES DEL PROCESO METODOLÓGICO	FUNCIONES Y JUSTIFICACIÓN	ACTIVIDADES
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	
PBL	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
Evaluar PBL	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"> - Dar información sobre proceso de diseño - Sedimentar esta información - Diseñar circuitos de aplicación real - Potenciar meta-conocimiento , autoaprendizaje y capacidad de análisis 		
Presentación diseño final	<ul style="list-style-type: none"> - Ver otros trabajos - Comparar su nivel - Expresión oral - Eficiencia comunicativa 	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 Castelfelers) de la Universidad Politècnica de Catalunya, 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 metacognitivo.

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 I₁

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_{1,1}, I_{1,2}, y I_{1,3} respectivamente.

Hipótesis I_{1,1}

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_{1,2}

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_{1,3}

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 I₂

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 II₁

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 II₂

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 enunciamos 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.

