

# Método Práctico de Enseñanza de la Ingeniería del Conocimiento

César Montes Gracia & Juan Pazos Sierra

Departamento de Inteligencia Artificial

Facultad de Informática

Universidad Politécnica de Madrid

cmontes@fi.upm.es

jpazos@fi.upm.es

## Resumen

*Existe abundante literatura y experiencias sobre métodos de enseñanza cuya bondad está más o menos contrastada. Sin embargo, y a pesar de lo difícil que resulta resistir la tentación de intentar describir un modelo ideal que todo docente desearía aplicar dentro de su función, no puede hablarse de métodos ideales, sino de métodos adecuados a cada materia, a cada entorno, a cada alumno, a cada objetivo y medios. En el presente artículo se presenta el Método Monográfico Práctico de Enseñanza, que se ha mostrado especialmente adecuado para la Ingeniería del Conocimiento.*

## 1. Introducción: el Método Monográfico de Enseñanza-Aprendizaje

La Ingeniería del Conocimiento (IC en adelante) es una disciplina donde el sentido práctico y la capacidad metodológica del alumnos son fundamentales. Los temarios normalmente abarcan aspectos técnicos, metódicos y metodológicos. Por eso es difícil aplicar un procedimiento único, abductivo, inductivo o deductivo en el proceso de la enseñanza de esta materia. En consecuencia, sólo cabe una simbiosis de esos procedimientos. Unas veces, el análisis de casos particulares es una buena forma de acercarse a la realidad y vía de abstracción para obtener una visión de conjunto. Y en otras, la única manera de captación idónea es la presentación de una abstracción teórica de la que se deducirán naturalmente los casos particulares. Esta simbiosis se consigue en el método aquí planteado denominado Método Monográfico, referenciado en [1, 2]. Este método, coherente con los objetivos de la IC, es una forma activa de enseñanza-aprendizaje, que se realiza en las siguientes siete etapas.

## **1ª Etapa: Visión General de la unidad didáctica y ubicación de la misma**

Esta etapa se realiza mediante el método expositivo en grupo, denominado *Lección Magistral*, que normalmente constituye el núcleo de la metodología docente de la enseñanza universitaria. Esta fase, que es predominantemente activa por parte del profesor y, a la vez, básicamente pasiva por parte de los alumnos, tiene por objeto proporcionar a los estudiantes los conocimientos teóricos básicos necesarios para la comprensión de la asignatura.

## **2ª Etapa: Trabajo individual de la parte asignada de la monografía**

Este trabajo debe realizarlo cada alumno independientemente. Esta segunda etapa del proceso metodológico es totalmente activa, desescolarizada e individualizada para el alumno; es decir, autodidacta. El alumno debe asimilar y repasar los conceptos transmitidos en la lección magistral, y centrarse en el estudio de la parte asignada de la monografía.

El profesor debe calcular el tiempo de las actividades que se asignen para que esta etapa exija una duración de aproximadamente una hora de trabajo. Asimismo, se debe facilitar al alumno los soportes bibliográficos necesarios.

## **3ª Etapa: Análisis y discusión, en pequeños grupos, de las cuestiones trabajadas en casa**

Esta etapa fomenta la formación de grupos para analizar y comentar el tema monográfico y, en especial la parte asignada de la monografía.

## **4ª Etapa: Presentación de las conclusiones de cada grupo y síntesis parcial**

Estos dos pasos del método se describen simultáneamente en una sola etapa porque tienen lugar en la misma sesión de trabajo. De entrada, el profesor debe dedicar unos cinco minutos a recordar las actividades que se llevaron para trabajar, e indicar cuáles se van a discutir. Dadas las normas pertinentes, los alumnos en grupos, de todo lo más cuatro componentes, pasarán a discutir, sintetizar y ponerse de acuerdo sobre las actividades que el profesor haya indicado en los cinco minutos iniciales. En la puesta en común, un portavoz de cada grupo irá exponiendo sus soluciones que, criticadas por los demás, son anotadas en la pizarra como síntesis parcial del tema. La labor del profesor en esta etapa, es la de coordinar la presentación y la síntesis. Al final de este paso, se entregan o dictan las cuestiones a resolver para la clase siguiente.

## **5ª Etapa: Exposición por el profesor de una síntesis operativa de las monografías realizadas**

Las etapas 2 al 5, se repiten tantas veces cuantos temas tenga el curso. A partir de aquí, el profesor mediante lecciones magistrales, en dos o tres sesiones de trabajo expone una síntesis operativa de la monografía y de cuanto se ha comentado en las puestas en común. Esta etapa cierra el ciclo: *Síncresis* (paso 1º), *Análisis o Deducción* (pasos 2º, 3º y 4º), *Síntesis o Inducción* (paso 5º).

## **6ª Etapa: Trabajo práctico realizado por los alumnos en equipo**

Si se tiene en cuenta que de la etapa 1ª a la 5ª, lo que se hace es un *análisis teórico* del objeto de la monografía, por lo que, para culminar el proceso de enseñanza-aprendizaje, es preciso realizar prácticas reales o simuladas, en las que se aplique lo que teóricamente se ha conocido. Los trabajos prácticos deben seleccionarse de la manera que más obliguen a aplicar lo que se estudia teóricamente, y que se asignen al finalizar la Lección Magistral, para que el alumno lo pueda desarrollar en paralelo con el estudio teórico de la monografía. El mismo día que se encarga el trabajo, se fija la fecha de entrega y se resuelve cuantas dudas surjan. Después, el asesoramiento a los equipos se realiza en las horas de tutoría.

Asimismo, se debe realizar la práctica en equipo y no individualmente, para no olvidar el potencial educativo, formativo e informativo del trabajo en grupo. Adicionalmente, le sirve de entrenamiento al alumno para su futuro trabajo profesional.

Como el trabajo se plantea en equipo, y a fin de que todos los componentes del grupo participen en el mismo, es buena política que el trabajo tenga dos partes: una de carácter teórico que sea conjunta, y que consista en la explicación del trabajo por parte de todo el grupo, y la otra, el desarrollo práctico de este trabajo, realizado de forma individualizada, por cada componente.

La siguiente sesión de trabajo será ya de *visión general* de una nueva unidad con lo que se inicia un nuevo ciclo de la metodología activa de la enseñanza.

### 7ª etapa: Evaluación del dominio teórico del tema monográfico

Esta etapa debe, en primer lugar, permitir comprobar si se han conseguido o no los objetivos propuestos, y en qué grado. En segundo lugar, debe servir para: aportar los datos necesarios con vistas a la toma de decisiones sobre métodos, programas, orientaciones, etc.; evaluar los métodos didácticos; identificar áreas problema; y facilitar la comunicación entre profesores y alumnos. Finalmente, de cara al alumno, la evaluación tiene como funciones básicas: informarle sobre la eficacia de su esfuerzo; orientarle en su estudio, futuras decisiones, etc.; motivarlo en el qué, cómo y cuándo de su estudio; y fijar y clarificar lo aprendido.

La figura 1 muestra una síntesis operativa que hace intuitivo todo el procedimiento.

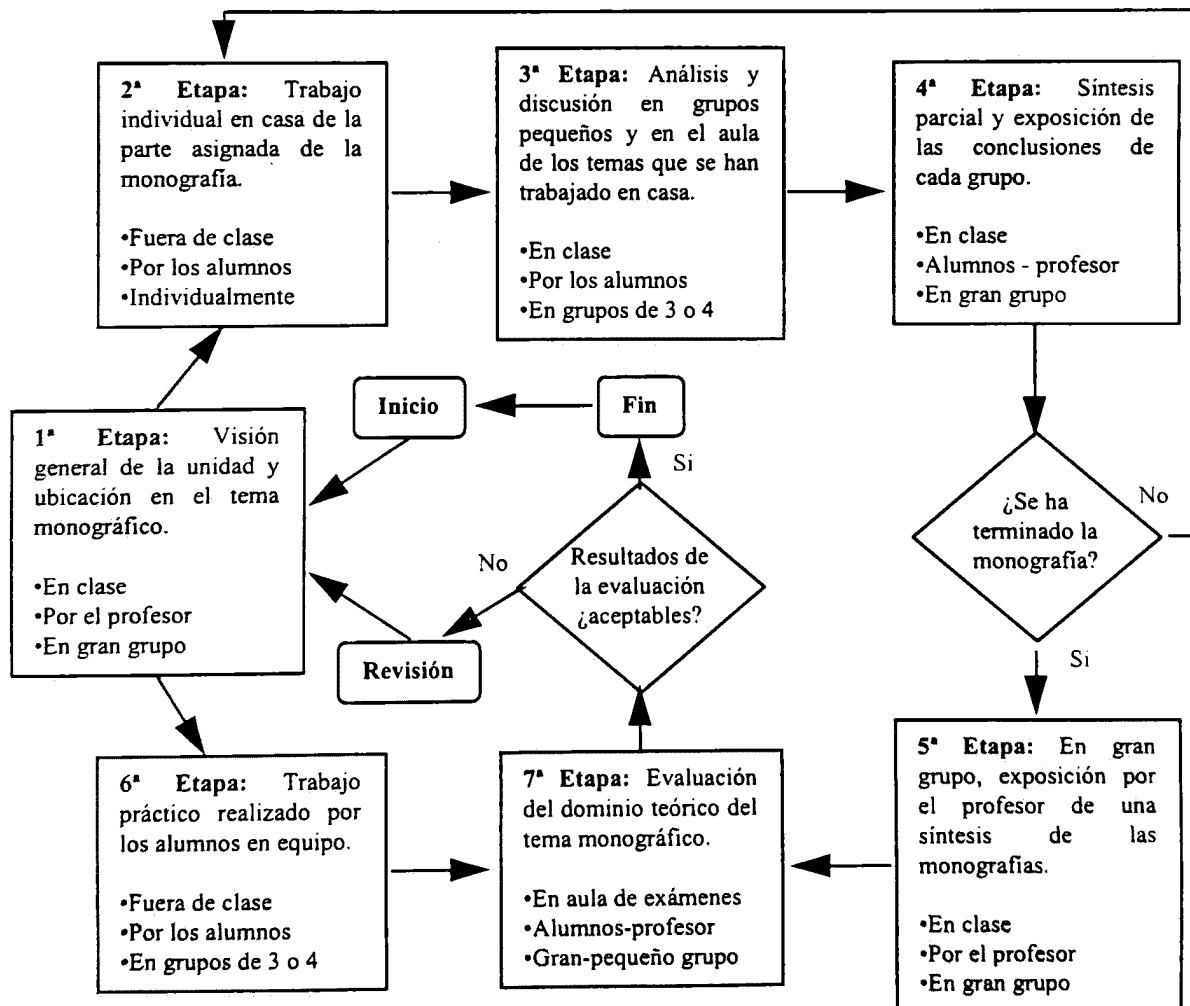


Figura 1. Esquema operativo del método monográfico.

## 2. Las clases prácticas

Estas clases se consideran como una extensión de las clases teóricas, y tienen por objeto la proposición a los estudiantes de ejercicios prácticos que aclaren los conceptos teóricos, los apliquen a situaciones reales concretas y fomentar la habilidad práctica del estudiante, su dominio de la asignatura y su capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Existen tres procedimientos fundamentales para el desarrollo de las clases de ejercicios y problemas:

### ◆ El profesor propone y resuelve públicamente los problemas.

Este es el método más rápido y simple, pero el grado de interacción obtenido en las clases prácticas y atención individual al estudiante es mínimo.

### ◆ Método individualizado, que pasa por las siguientes etapas:

- a) El profesor propone los problemas.
- b) Los estudiantes los resuelven en privado y los entregan por escrito.
- c) El profesor los corrige y los devuelve.
- d) El profesor explica públicamente la solución correcta del problema.

Este es el método más lento y que exige mayor esfuerzo, pero el grado de atención individual al estudiante es máximo. Sin embargo, tampoco se obtiene un alto grado de interacción en las clases prácticas. Es prácticamente inaplicable (al menos, de forma general) debido al gran número de alumnos que suele asistir a las clases de IC.

### ◆ Método mixto, que pasa por las siguientes etapas:

- a) El profesor propone los problemas.
- b) Los estudiantes los resuelven en privado, en clase.
- c) Uno de los estudiantes explica públicamente la solución obtenida por él
- d) El profesor corrige y amplía la explicación de la solución del estudiante.

Este método es intermedio entre los dos anteriores, tanto en el esfuerzo que exige, como en el tiempo necesario para llevarlo a la práctica y la atención individual que obtiene el estudiante. Además, el grado de interacción conseguido es, si no el óptimo, si al menos aceptable.

## 3. Experiencia de aplicación del Método Monográfico

Durante los últimos años, se han aplicado en la Facultad de Informática de la U.P.M. distintos métodos y variantes en la enseñanza de la asignatura de IC, con resultados diversos. De entre todos, el Método Monográfico se ha demostrado como el más efectivo en cuanto a poder docente, pero presenta algunos problemas en cuanto a su aplicabilidad.

Seguidamente, se enumeran los métodos que se han empleado en los últimos cursos, acompañados por un breve análisis de sus ventajas e inconvenientes.

### • *Curso 90/91*

Durante este curso se aplicó un método basado en lecciones magistrales complementado con clases de problemas. Los conceptos teóricos se desarrollaban en sesiones ordinarias en el aula y se ilustraban mediante ejemplos en sesiones específicas.

Los resultados docentes obtenidos fueron satisfactorios en cuanto al nivel teórico alcanzado por los alumnos, pero se encontraron lagunas en el aspecto práctico y en la solidez de los conocimientos adquiridos por los estudiantes, que eran olvidados a largo plazo con facilidad.

- *Curso 91/92*

Durante este curso se aplicó, por vez primera, el Método Monográfico, aunque no se completó en algunas fases debido, fundamentalmente, a la falta de experiencia previa en su aplicación.

No obstante, los resultados docentes superaron con creces a los del curso anterior. Se mejoró la asimilación de los conceptos teóricos por parte de los alumnos, que demostraban, a medida que avanzaba el curso, un poder de relación de los distintos conceptos estudiados muy superior. En el aspecto práctico la mejoría fue notable, aunque la falta de experiencia en el método limitó en parte la calidad del resultado final, puesto que la etapa sexta (trabajo práctico realizado por los alumnos en equipo) no se completó en su totalidad para todas las monografías definidas.

El principal problema surgió derivado del número de alumnos matriculados en la asignatura. Su elevado número, cerca de 300, condicionó el método de evaluación a seguir. Se produjeron desfases entre los alumnos ya que se tuvo que optar por efectuar una evaluación por grupos.

- *Curso 92/93*

En este curso se aplicó el Método Monográfico siguiendo el mismo criterio del año anterior, pero haciendo mayor hincapié en los aspectos prácticos de la asignatura y complementando el método de evaluación por grupos con una prueba escrita individualizada.

Los resultados docentes fueron similares en cuanto al aspecto teórico y de asimilación, pero los alumnos mejoraron su capacidad de aplicar los conocimientos a situaciones nuevas. No obstante, por la etapa sexta siguió sin alcanzar un desarrollo total, motivado fundamentalmente por la cantidad de carga teórica de la asignatura y el número de horas totales disponibles.

- *Curso 93/94*

Durante este curso se modificó el programa de la asignatura, pasando algunos temas de base a otras asignaturas, como la de Inteligencia Artificial. Esto permitió aplicar el Método Monográfico en toda su extensión, con unos resultados excelentes en cuanto a la consecución de los objetivos docentes.

La asimilación de conceptos y capacidad de relación alcanzaron un nivel muy alto. Las habilidades prácticas de los estudiantes también se elevaron muy por encima de las de sus compañeros del año anterior, dentro de que en ambos años se logró un buen nivel. Además se experimentó un aumento del interés hacia la materia por parte del alumnado.

Sin embargo, se experimentaron una serie de problemas relativos a la aplicabilidad del método:

- ♦ Se detectaron ligeras lagunas de relación entre temas por parte de los alumnos. Dado el carácter “ingenieril” de la asignatura, todos los temas mantienen una relación muy estrecha como partes de un todo, que son las metodologías y técnicas para la construcción de SS.BB.CC. La utilización en la etapa sexta de ejercicios prácticos independientes para cada monografía, si bien se probó adecuado para su asimilación, no ofrecía la visión de conjunto deseable.
- ♦ El número de alumnos este año rondó los 400, y se crearon cerca de 130 grupos de trabajo distintos. Esto motivó que la extensión de la fase cuarta fuera excesiva.

- ◆ Por la misma razón, la atención personalizada a los grupos consumió una ingente cantidad de horas. Durante los meses de abril y mayo, el total de horas de tutoría fue superior a 200.
- ◆ La disciplina de trabajo que generan las etapas segunda y sexta del método, si bien fue adecuada para los objetivos docentes, fue excesiva para algunos alumnos debido al contexto del curso en el que se ubica esta asignatura. En quinto curso, la carga de trabajo ajeno a las horas de clase es muy grande, teniendo los estudiantes que abordar numerosas prácticas y temarios extensos en todas las asignaturas que lo componen. Esto propició algunos casos de abandono de otras asignaturas para poder dedicar el esfuerzo suficiente a la IC.

En cualquier caso, las ventajas superaron con creces a los inconvenientes. Además, la experiencia permitió identificar los puntos débiles en la aplicabilidad del método, e idear las correcciones necesarias para los cursos siguientes. Básicamente, el método sería ideal con un número de alumnos más reducido, o incluso con el mismo número pero con menos carga lectiva y de prácticas en las otras asignaturas de quinto curso.

- *Cursos 94/95 y 95/96*

Se modificó levemente el método de acuerdo con la experiencia de los años anteriores, y los resultados obtenidos han seguido mejorando. Los cambios introducidos afectan, sobre todo, a los siguientes aspectos del método:

- ◆ Se han suavizado las etapas segunda (trabajo individual de la parte asignada de la monografía) y cuarta (presentación de las conclusiones de cada grupo y síntesis parcial) del método, estableciéndose sesiones de dudas y manteniéndose las de trabajo en grupo.
- ◆ Se han homogeneizado los trabajos de la etapa sexta, de manera que, en lugar de ejercicios independientes para cada monografía, se define un trabajo global que ocupa todo el curso y que se va ejecutando a medida que se van impartiendo los distintos temas.

Con estos cambios, que se desarrollan con más profundidad en el siguiente apartado, se ha conseguido mantener las ventajas del Método Monográfico y adecuarlo a la realidad del curso en el que se encuadra la asignatura.

#### 4. Método propuesto: Método Monográfico-Práctico

Habida cuenta de la experiencia relatada, el método docente propuesto incorpora leves modificaciones sobre el Monográfico con la intención de facilitar su aplicabilidad en el contexto de la asignatura de *Ingeniería del Conocimiento: Sistemas Expertos*. Dichas reformas no afectan a su filosofía, que sigue pretendiendo combinar ágilmente aspectos teóricos y prácticos de tal manera que se realimenten entre sí para conseguir la completa asimilación de la materia, sino que se refieren a su estructura y al contenido y extensión de cada una de sus etapas. Con ello se pretende obtener un método que se ajuste correctamente a la realidad del entorno de la asignatura, entendido este como el curso en que está englobada y el tipo de alumno que se va a encontrar. Dicho método se ha denominado **Método Monográfico-Práctico** [3].

El Método Monográfico-Práctico se refleja en la figura 2, estando marcadas en color oscuro aquellas fases que han sufrido alguna modificación respecto al Método Monográfico original.

##### 1ª Etapa

##### Visión General de la unidad didáctica y ubicación de la misma

Esta etapa no sufre modificaciones.

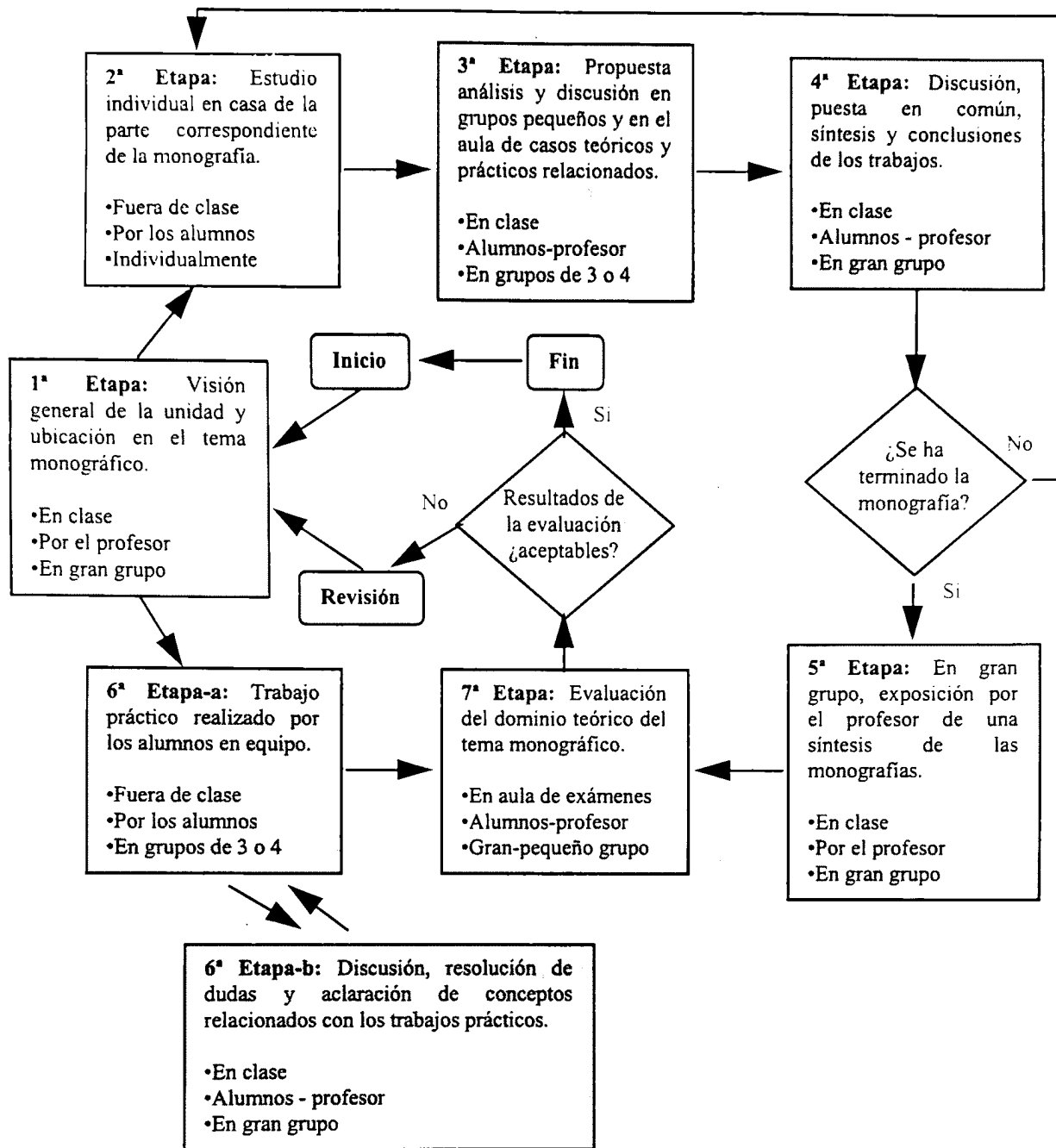


Figura 2. Esquema operativo del método monográfico modificado.

## 2ª Etapa

### Trabajo individual de la parte asignada de la monografía

Esta etapa no sufre cambios en cuanto al contenido y a los objetivos, pero se pondrá especial cuidado en acotar rigurosamente la bibliografía suministrada, de forma que se enfoque al alumno en los conceptos que deban requerir una asimilación inmediata.

## 3ª etapa

### Propuesta, análisis y discusión, en pequeños grupos, de casos teóricos y prácticos relacionados con los temas de estudio.

Esta etapa se convierte en un trabajo de aula en dos fases. En la primera, el profesor seleccionará y planteará a los alumnos un conjunto de casos teóricos y/o prácticos adecuados para la total

asimilación de los contenidos de la monografía. En la segunda, los alumnos, divididos en pequeños grupos, resolverán los casos, actuando el profesor como consultor en las dudas que puedan surgir.

Este tipo de planteamiento exige del profesor:

- Un esfuerzo de definición de los casos, de manera que: sean representativos de la monografía (ni excepcionales, ni irrelevantes); sean ilustrativos de los contenidos más importantes; mantengan una relación teoría-práctica adecuada, para que el alumno pueda mantener su atención en los conceptos importantes y no en detalles de implementación o formulación; prevalezca el análisis sobre la síntesis de conocimientos; provoquen discusión.
- Dominio de la materia y de los casos planteados, para dar respuesta a la dudas que puedan surgir. Además, deberá afanarse en distinguir entre los problemas derivados de la naturaleza de los casos planteados y los que se deben a una mala o incompleta asimilación de los conceptos de la monografía.
- Una especial atención para identificar puntos débiles generalizados en la asimilación de los conceptos de la monografía.
- Fomentar la participación y la discusión organizada de todos los alumnos de cada grupo.

#### **4ª etapa**

##### **Presentación, puesta en común, síntesis y conclusiones del trabajo de los grupos.**

En esta etapa se discutirán, caso por caso, todos los temas trabajados en la etapa anterior, con la participación activa de todos los grupos en una sesión conjunta. El profesor deberá incentivar que sean los alumnos los que planteen las soluciones y discutan sobre las alternativas. Su papel ideal será el de moderador y árbitro, participando sobre todo en el esclarecimiento de las dudas que puedan surgir y en la identificación de las ventajas e inconvenientes de cada enfoque que se plantee.

Se fomentará, e incluso premiará, la exposición razonada de los puntos de vista. Además, deberá responsabilizarse de efectuar, al final de la sesión, una síntesis general de los temas estudiados y de las conclusiones que se obtengan de cada caso planteado. Si fuera necesario, planteará opciones que no hayan surgido durante la discusión.

#### **5ª etapa**

##### **Exposición por el profesor en gran grupo de una síntesis operativa de las monografías realizadas**

Esta etapa se mantiene sin cambios.

#### **6ª etapa**

##### **Trabajo práctico realizado por los alumnos en equipo**

Esta etapa se reduce en carga de trabajo ajena al aula, pero no en efectividad:

- Parte de su contenido se ha trasladado a las etapas 3 y 4, en las que se combinan aspectos teóricos, que siguen predominando, con aspectos prácticos que facilitan al alumno acometer este trabajo con mayor fluidez.
- El enunciado del trabajo se uniformiza, de manera que cada monografía, y cada parte de los mismos, mantienen el mismo enunciado. De esta manera, el trabajo asignado a cada tema constituirá una etapa de la resolución de un problema general. Este planteamiento es



especialmente adecuado para la práctica de una ingeniería, teniendo en cuenta la base metodológica de sus contenidos. Se simplifica al alumno el ejercicio de cada fase de las metodologías, la comprensión de las relaciones entre las distintas fases; el entendimiento de las motivaciones de cada una de ellas y el dominio de las técnicas propias de todas.

- Al mantener un mismo enunciado, se reduce el tiempo global destinado al análisis del mismo, llegando el alumno a conocer perfectamente el problema al que se enfrenta.
- El trabajo ajeno al aula se complementa con sesiones destinadas a la discusión, resolución de dudas y aclaración de conceptos relacionados con los trabajos prácticos. Esto permite al alumno reafirmarse en la faena ya realizada y conocer el trabajo del resto de grupos. Además, se evitan pérdidas de tiempo en cuestiones irrelevantes.

Como se puede observar, no se modifica el objetivo ni la estructura general de la etapa, sino la manera de plantearse.

### 7ª etapa

#### Evaluación del dominio teórico del tema monográfico

Esta etapa se mantiene idéntica a la del Método Monográfico original.

#### 5. Las tutorías

El método de enseñanza propuesto es esencialmente dinámico. La participación del alumno es fundamental, por lo que la interacción con el docente se convierte en una pieza clave. Por esta razón, el papel de las tutorías adquiere más importancia que con otro tipo de métodos, siendo necesario habilitar distintos tipos de tutorías para apoyar la asignatura:

1. *Tutorías en grupo*. En las etapas 3 y 6b el profesor juega un papel de consultor, por lo que pueden considerarse como sesiones tutoradas en gran grupo en las que se mezclan consultas individuales y colectivas.
2. *Tutorías particulares*. Son las tradicionales, en las que cada alumno o grupo de alumnos puede visitar al profesor para consultarle dudas particulares.
3. *Tele-tutorías y foros de discusión*. Se deben potenciar al máximo este tipo de consultas. Para ello, se deben crear grupos de *news*, en el que todos los alumnos puedan hacer preguntas públicas al profesor, cuya respuesta será también pública y, por ello, provechosa para el resto.

#### 6. Bibliografía

- [1] Pazos, J. "Proyecto Docente para Concursar a Catedrático de Universidad". Facultad de Informática U.P.M. Madrid. 1988.
- [2] Alonso, F., Morant, J.L. y Rios, J. "Jornadas sobre formación en Informática Superior para los 90". Actas, Información, Debate y Prospectiva sobre Problemas Críticos, Áreas Prioritarias y Enfoques de la Formación del Nivel Superior en el Campo de la Informática. U.P.M. 1991.
- [3] Montes, C. "Proyecto Docente para Concursar al Cuerpo de Profesores Titulares de Universidad". Facultad de Informática U.P.M. Madrid. 1997.