

Enseñanza de la Asignatura de Inteligencia Artificial en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Asunción Gómez-Pérez; Vicente Martínez-Orga
Departamento de Inteligencia Artificial
Facultad de Informática
Universidad Politécnica de Madrid
Campus de Montegancedo sn.
Boadilla del Monte, 28660. Madrid
Tel: (34-1) 336-74-39, Fax: (34-1) 336-7412
Email: Asun@fi.upm.es

RESUMEN

En esta ponencia se describe la docencia de la asignatura de Inteligencia Artificial (IA) que se imparte en la Facultad de Informática (FI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). El objetivo de este curso es introducir a los estudiantes a este campo, prepararlos para asimilar la evolución tecnológica, y cualificarlos para resolver problemas en el mundo real usando esta tecnología. Esta asignatura es obligatoria y anual en el Plan de Estudio actual y nuevo. En ambos, se imparte en cuarto curso, en 90 horas, con tres horas semanales, 2 de ellas de teoría y una de práctica, teniendo asignado 9 créditos.

1. Introducción

La elaboración y justificación de un programa de una asignatura es un problema más complejo, en cierto sentido, que su aplicación. Mientras la aplicación de un programa es una práctica diaria que permite acumular experiencia, la validez de un programa se cuestiona en ocasiones muy especiales, y para afrontar la tarea de su revisión, ajuste o elaboración no basta con el respaldo de la práctica de varios años de docencia. Es preciso entrar en un amplio y profundo análisis de numerosos aspectos.

Para Dick y Reiser [3], la docencia de cualquier asignatura, para ser efectiva tiene que ser previamente planificada. El modelo que dichos autores proponen para crear planes docentes efectivos consta de las actividades identificadas en la figura 1 y en el siguiente orden: Dadas las características del estudiante, las metas del curso y los libros de textos seleccionados, se elaboran los objetivos del curso, se desarrollan evaluaciones, actividades docentes y los medios para impartir la clase. Una vez que las clases han sido impartidas, se revisa la docencia para hacerla más efectiva la próxima vez que se imparta. En este marco conceptual se presenta la asignatura de Inteligencia Artificial, en adelante IA.

2. Las Características del Estudiante

El estudiante que recibe este curso de IA está matriculado en cuarto curso de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. Previo a su realización, ha recibido otras asignaturas que son prerequisites de ésta, y en las cuales se les ha enseñado conocimientos de matemáticas, lógica, programación, cálculo de probabilidades y estadística. Dado el carácter troncal de la asignatura en el Plan de Estudios de la Facultad y, por consiguiente, el elevado número de alumnos en clase, el colectivo de

estudiantes es heterogéneo. Esta heterogeneidad obliga, puntualmente, a repasar algunos contenidos que se estudiaron previamente en otras asignaturas.

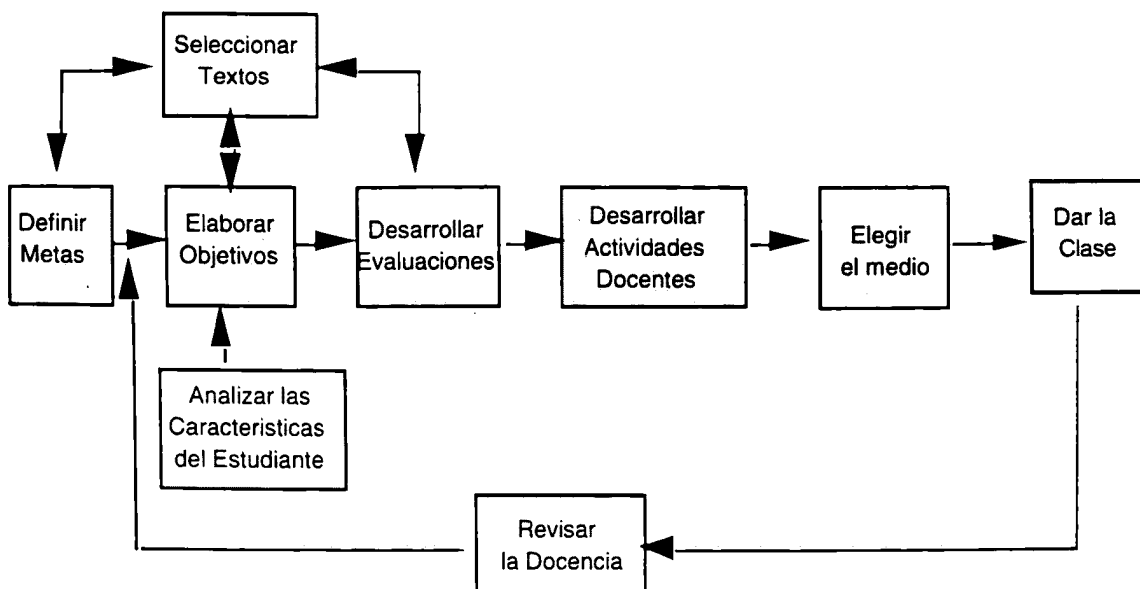


Figura 1. Modelo para construir un Plan Docente.

3. Identificar metas

Las metas identifican *qué conocerá* el estudiante como resultado de la docencia recibida. Para la asignatura que se describe, se proponen las siguientes metas en los cuatro niveles identificados por Dick y Reiser [3]: conocimientos, habilidades intelectuales, habilidades motoras y actitudes. En la asignatura de IA, en el nivel de *Conocimientos*, el estudiante será capaz de recordar y memorizar los principales conceptos, técnicas y métodos mostrados a lo largo de toda la asignatura. En el nivel de *Habilidades Intelectuales* el estudiante sabrá utilizar los conceptos, técnicas y métodos aprendidos en el nivel de Conocimientos para resolver problemas concretos y reales, bien utilizando técnicas y métodos directamente o seleccionando, entre varios, la más adecuada. En el nivel de *Habilidades Motoras*, el estudiante será capaz de programar los conceptos, técnicas y métodos mostrados. Finalmente, en el nivel de *Actitudes*, se conseguirá una actitud positiva frente a la Inteligencia Artificial, de modo que se consiga una mayor integración de sus técnicas en el desarrollo de software.

4. Elaborar Objetivos

Los objetivos principales y globales del curso, en los dominios cognoscitivo y afectivo siguiendo la taxonomía de Bloom [1], consisten en proporcionar la *base teórica y práctica sobre conceptos, técnicas y métodos de IA* que permita a los estudiantes: Identificar y resolver tipos de problemas en el mundo real a los que se puede aplicar con éxito esta tecnología, construir programas que presenten una conducta inteligente, integrar los desarrollos de IA con otros sistemas software (y así erradicar el "gueto" de la IA), explorar nuevos temas y estudiar en profundidad temas ya conocidos, y asimilar los cambios tecnológicos.

Para alcanzar los *objetivos cognoscitivos*, en la preparación y docencia de las clases se enfatizan las siguientes cuestiones: el núcleo de conceptos básicos o ideas teóricas fundamentales, complementadas con un repertorio suficientemente amplio de problemas; se guía a los estudiantes a pensar en la naturaleza de la inteligencia humana; se trabaja con problemas del mundo real simplificados, en vez de con problemas "juguete"; se enfatiza la relación entre los componentes que forman un sistema inteligente y la integración de estos sistemas con otros sistemas informáticos. Concretamente, se cuidan aspectos como: interacciones con el entorno y un elevado grado de autonomía y adaptabilidad. Los siguientes son ejemplos de tipos de problemas que los alumnos deberían ser capaz de resolver al finalizar el curso:

1. Enumerar las características de un problema y definirlo formalmente.
2. Diseñar y programar solitarios y juegos de suma nula con información completa. Por ejemplo: Cuatro en Raya y Othello.
3. Diseñar y programar un sistema inteligente que aconseje a un cliente de una agencia de viajes a qué sitio debe ir, cómo puede ir y tipos de alojamientos disponibles en función de sus preferencias. Idem, en la compra de un coche, o en la compra de una computadora, impresora y modem.
4. Diseñar e Implementar un sistema que optimice los transbordos en la red de trenes de cercanías de Madrid, los transbordos en la red de metro de Madrid, o los transbordos combinando varios de ellos.
5. Diseñar planificadores que trabajen con robots en fábricas.

El principal objetivo del *dominio afectivo* es que los estudiantes tengan una actitud "pro-IA", para que aprendan y retengan el mayor material posible. Para alcanzar este objetivo, se utilizarán conjuntamente las siguientes estrategias: mostrar los mejores trabajos prácticos realizados por los alumnos de otros años; mostrar trabajos realizados en Laboratorios; implicar al alumno en la elección del trabajo a realizar. Por ejemplo, si se va a programar un juego, que sean ellos los que decidan cuál es el juego que quieren programar de entre varios propuestos; realizar competiciones o torneos entre los programas para ver cuál de ellos *es el más* inteligente; y ofrecer a los estudiantes que realizaron los mejores trabajos la posibilidad de ampliarlos y realizar un Proyecto Final de Carrera.

5. Los Contenidos

Es útil tener para cualquier curso un programa unificado y coherente que ayude a los estudiantes a conocer el papel individual de cada tema y sus contenidos en el "gran cuadro" de la disciplina. El alcance y la diversidad de problemas a los que la IA está dirigida incrementa aun más la necesidad de crear un programa coherente e integrado en sí mismo, y con el Plan de Estudios de la Institución en la que se imparte. Evidentemente, la unión de todos los temas tratados en los libros de IA introductorios comúnmente aceptados sería demasiado, mientras que la intersección de todos ellos no incluirá todo aquello que es considerado importante. EL informe realizado por ACM e IEEE en 1992 [10], muestra la diversidad y el carácter interdisciplinario de las materias enseñadas en los cursos introductorios de IA, y la ausencia de un núcleo coherente, unificado, y aceptado por la mayoría de las Instituciones relativo a *qué* debe enseñarse en el primer curso y *cómo* debe enseñarse.

En el primer symposium sobre "Improving Instruction of Introductory Artificial Intelligence" patrocinado por la "American Association for Artificial Intelligence" y celebrado en Noviembre de 1994, docentes de Universidades Americanas y Europeas, se dieron cita para tratar qué y cómo debe enseñarse el primer curso que un alumno recibe en IA. El debate se centró en la identificación de los temas que deben formar la estructura de este curso, y su integración con el resto de materias que formen el Plan de Estudios en el que la asignatura está incluido. Los resultados no se hicieron esperar. Surgió una nueva estrategia basada en agentes inteligentes, y se refinó las ya existente basadas en primeros principios. La tabla 1 presenta una muestra de cursos de IA a nivel mundial integrados en programas de informática.

El programa docente de la asignatura de IA combina estas dos estrategias de enseñanza basadas en primeros principios (en temas de Búsqueda y Representación de los Conocimientos) y en agentes (en Planificación, Aprendizaje, Lenguaje Natural, etc.). El programa consta de Unidades de Conocimientos (UC), y cada UC tiene asignando un número de horas teóricas y prácticas. Cada UC está formada por el conjunto de lecciones de la tabla 2. A continuación se presenta una breve descripción de cada unidad y de sus lecciones.

| CURSO | | ENFOQUES | | CONTENIDOS | | | | | | | | | | PROGRAMACION | | | DURACION (meses) |
|--------------------|-------------|----------|------|------------|-----|----|------|----|----|----|-----|------|------|--------------|---|----|------------------|
| Autor | Universidad | Fund | Agen | Pro | Bús | RC | Plan | Ap | LN | SE | Rob | LISP | Lisp | Prolog | C | NE | |
| Epstein Teller | Hunter | x | | | x | x | | | | | | x | x | | | | 6 |
| Ginsberg | Oregon | x | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | | NE |
| Gómez Juristo | UPM | x | | x | x | x | x | x | x | | | | x | x | x | | 9 |
| Korf | UCLA | x | | | x | x | x | | x | x | x | | x | | | | 3 |
| Martin | Colorado | | | | x | x | x | x | x | | | | | | | x | 6 |
| Nilsson | Stanford | | x | | x | x | x | x | x | | | | | | | x | 3 |
| Russell Norving | Berkley | | x | | x | x | x | x | x | | x | | | | | x | NE |
| Walker | Rensselaer | x | | | x | x | x | x | x | | | x | x | x | | | 6 |

Tabla 1. Cursos de Inteligencia Artificial a nivel mundial integrados en programas de Informática.

donde:

Enfoques: **Fundamentos, Agentes.**

Contenidos: **Análisis de Problemas, Búsqueda, Representación de los Conocimientos, Planificación, Aprendizaje, Lenguaje Natural, Sistemas Expertos, Robótica, LISP.**

Programación: **Lisp, Prolog, C, No Especificado.**

Duración: **No Especificado.**

| Unidad de Conocimientos | Lección | Nº de horas |
|--|---|-------------|
| Introducción a la IA | L1: Presentación | 1t + 0p |
| | L2: ¿Qué es la IA? | 2t + 0p |
| Formulación y Métodos de Solución de Problemas | L3: Análisis de Problemas | 3t + 0p |
| | L4: Métodos de Solución | 4t + 2p |
| Búsqueda en Espacio de Estados | L5: Búsqueda en Situaciones no Antagonistas | 9t + 3p |
| | L6: Búsqueda en Situaciones Antagonistas | 6t + 3p |
| Representación de Conocimientos y Razonamiento | L7: Introducción a la RC | 1t + 0p |
| | L8: Representación en el CPPO | 1t + 1p |
| | L9: Sistemas de Producción | 9t + 6p |
| | L10: Estructuras Taxonómicas | 7t + 5p |
| | L11: Otras Técnicas: Restricciones, Guiones | 4t + 0p |
| Agentes Inteligentes | L12: ¿Qué es un Agente Inteligente? | 1t + 0p |
| | L13: Agentes que Planifican | 6t + 2p |
| | L14: Agentes que Aprenden | 6t + 2p |
| | L15: Agentes que Comunican | 5t + 0p |
| | L16: Sistemas Expertos | 1t + 0p |

Tabla 2. Unidades de Conocimientos y Lecciones del curso de IA

UC I: Introducción a la IA. En esta UC se introducirá la Inteligencia Artificial y su papel en las Ciencias de la Computación. Después de recibir la instrucción, el estudiante será capaz de reconocer y clasificar problemas del mundo real en alguna de las áreas. Esta UC se divide en dos lecciones:

Lección 1: Presentación. El objetivo cognoscitivo de esta UC es presentar al alumno la asignatura y, a nivel afectivo, motivarle en su aprendizaje.

Lección 2: ¿Qué es la IA?. Se presenta su historia, los principales descubrimientos, áreas, investigadores, y tipos de problemas a los que la IA está dirigida.

UC II: Formulación y Métodos de Solución de Problemas. Cualquier método de resolución de problemas en IA exige, necesariamente, que se conozca, con el máximo nivel de detalle posible, el tipo de problema o tarea a resolver y los métodos empleados por los seres humanos en su resolución. En esta UC se muestra cómo analizar problemas y se presentan informalmente las técnicas de resolución de problemas que se tratan formalmente y en profundidad a lo largo del curso.

Lección 3: Análisis de problemas. Con el objetivo de hacer reflexionar al alumno sobre la naturaleza de los problemas que el hombre resuelve en el mundo real, esta lección presenta: el concepto de problema, representación de un problema y razonamiento; características y clasificaciones de los problemas; diferentes modos de razonamiento utilizados por los seres humanos al resolverlos; y descripciones formales de problemas.

Lección 4: Métodos de solución. Formulado el problema formalmente e identificados los modos de inferencia utilizados por los seres humanos en su resolución, se está en condiciones de construir una descripción del problema que pueda ser manipulada por la computadora. Esta lección es clave dentro del programa de la asignatura, pues en ella se van a presentar informalmente las diferentes técnicas de resolución de problemas que se van a tratar formalmente a lo largo del curso, y son: representación de problemas en espacio de estados, usando reglas y jerarquías de conceptos; y métodos de resolución de problemas mediante análisis combinatorio y métodos heurísticos.

UC III: Búsqueda en Espacios de Estados. La búsqueda impregna toda la IA y, en particular, la solución de problemas. Con el fin de limitar la explosión combinatoria de los estados de un problema, en esta UC se presentan las técnicas de búsqueda organizadas en función del número de entes que intervienen

en ella. Al terminar la UC, el estudiante debe poder: describir en qué consiste cada tipo de búsqueda, diferenciar cada una de ellas, clasificarlas, programarlas, seleccionar de entre varias la más adecuada, y comparar rendimientos en un dominio concreto.

Lección 5: Búsqueda en situaciones no antagonistas. En situaciones no antagonistas, las técnicas se presentan dependiendo de si utilizan, o no, información de la tarea para encontrar la solución del problema. Se explica: Factor de ramificación y nivel de profundidad, búsqueda a ciegas en amplitud y en profundidad, y búsqueda heurística usando métodos de gradiente, técnica de mejor primero, A*, IDA*, etc.

Lección 6: Búsqueda en situaciones antagonistas. En esta lección se presentan los conceptos de: árboles alternados, poda, juegos de suma nula, etc. Se describirán los algoritmos: Minimax, Alfa-beta y sus posibles mejoras, y B* para juegos en los que intervienen dos jugadores; y Maxn para juegos de más de dos jugadores.

UC IV: Representación de Conocimientos y Razonamiento. El alumno, en la UC segunda, ha adquirido los conocimientos para formular y resolver problemas y, en la UC tercera, ha aprendido a resolver problemas representados mediante espacios de estados. Ahora, es el momento de enseñar otras técnicas más complejas que también permiten representar problemas, así como las ventajas y los inconvenientes de cada una de ellas. En esta UC se presentan los formalismos de RC y sus técnicas de inferencia.

Lección 7: Introducción a la representación y al razonamiento. En esta lección se presenta: qué es la granularidad de una representación, la sintaxis y semántica de la representación, el problema del marco, los axiomas del marco, la suposición del mundo cerrado, conocimientos declarativos y conocimientos procedimentales, etc. Además, se clasifican los formalismos según sean los conocimientos del dominio que mejor representan.

Lección 8: Representación en el CPPO. Aquí se recuerdan contenidos vistos en la asignatura de Lógica. Se presenta el cálculo proposicional y el cálculo de predicados de primer orden como técnicas que permiten expresar declarativamente hechos de un dominio, y cómo las inferencias permiten deducir nuevos hechos a partir de otros ya existentes.

Lección 9: Sistemas de Producción. En esta lección, se presentan las reglas como un formalismo de representación declarativo usado para representar conocimientos de tipo heurístico, así como las técnicas de inferencia asociadas. El alumno aprenderá qué es: un sistemas de inferencia dirigidos por patrones, un sistemas de producción (SP), los elementos que forman la arquitectura de un SP, los modos de inferencia de los SP: encadenamiento hacia delante y hacia atrás, el algoritmo de equiparación RETE, y estrategias para resolver el conjunto conflicto.

Lección 10: Estructuras taxonómicas. El objetivo de esta lección es mostrar cómo construir jerarquías de conceptos, cómo un concepto se relaciona con otros conceptos, y cómo la técnica de herencia permite compartir propiedades en taxonomías de conceptos. Se presenta brevemente cómo representar en redes semánticas y cómo razonar sobre ellas usando equiparación y herencia de propiedades. Se profundizará en el formalismo de marcos y cómo razonar con ellos usando las técnicas de equiparación, herencia de propiedades, valores activos y métodos.

Lección 11: Otras técnicas de representación. En esta lección se presenta los formalismos de: Teoría de la Dependencia Conceptual, Guiones, y representación basada en restricciones.

UC V: Agentes Inteligentes. Una vez que ya existen sistemas inteligentes que resuelven problemas para los que se requiere cierta dosis de inteligencia, puede ser adecuado introducir en ellos nuevas habilidades. Concretamente, la habilidad de aprender nuevas cosas y de adaptarse a nuevas situaciones, más que hacer simplemente aquello para lo que fueron programados. O la habilidad de comunicarse con las personas. Esta UC engloba un conjunto de temas aplicados, misceláneos, y permite introducir fácilmente

nuevos temas en el programa. Dado que en otras asignaturas troncales (Sistemas Expertos), asignaturas de libre elección (Percepción Computacional, Modelos y Simulación, Teoría de la Computación, Complejidad de algoritmos y Lógica Algorítmica) y en seminarios de cursos superiores los contenidos de esta UC se tratan en mayor profundidad, en esta UC se proporciona una panorámica de dichos temas y se tratan en profundidad las técnicas más relevantes.

Lección 13: ¿Que es un agente inteligente?. En esta lección se describe cómo un agente inteligente actúa, como se relaciona con su entorno, cuál es su arquitectura, cómo puede ser evaluado su rendimiento, y como se deberían construir.

Lección 14: Agentes planificadores. Se describe como un agente inteligente puede crear planes antes de ejecutarlos. Se presenta: la arquitectura de un planificador, las funciones de un planificador, GPS, STRIPS, ABSTRIPS y planificación temporal.

Lección 15: Agentes con aprendizaje. En esta lección se describen agentes que mejoran su conducta futura mediante el estudio y uso de su propia experiencia, o de aquella dada por un tutor. Se presenta la arquitectura de los sistemas de aprendizaje, clasificaciones de sistemas de aprendizaje, técnicas de aprendizaje inductivo (ID3), deductivo, SOAR, y redes de neuronas.

Lección 16: Agentes que comunican. Esta lección se centra en las interfaces entre el agente y el entorno. Se presenta qué es el lenguaje natural, la percepción computacional, el reconocimiento del habla y la robótica.

Lección 17: Sistemas expertos. Dado el carácter obligatorio de la asignatura de Ingeniería del Conocimiento y Sistemas Expertos en los Planes de Estudios actual y nuevo, en esta lección se describe muy brevemente el papel de los Sistemas Expertos en el conjunto de la IA, y cómo las técnicas estudiadas en esta asignatura son utilizadas en estos sistemas.

Al hacer operativas estas lecciones, las 90 horas lectivas se dividen en 60 de teoría y 30 de prácticas, dedicando el 3% a la introducción, el 10% al análisis y resolución de problemas, el 23% del curso a técnicas de búsqueda, el 38% a representación de los conocimientos, y el 26% a distintos tipos de agentes. De ello se deduce *que la búsqueda y la representación de conocimientos son el núcleo del programa*.

Los trabajos prácticos que se presentan al alumno pueden ser programados en cualquier lenguaje de programación. Es un hecho que la mayoría de los alumnos prefieren usar lenguajes como C y C++ frente a LISP y Prolog.

6. Método de Enseñanza

Aunque existe mucha literatura sobre métodos de enseñanza para diferentes objetivos, entornos y temas, el método ideal aún no se conoce. En la asignatura de IA se han utilizado, en años académicos distintos, dos métodos de enseñanza, cada uno con evaluaciones diferentes.

a) El *método tradicional*, basado en lecciones teóricas y de problemas, es impartido por el profesor durante todo el año. La evaluación es vía exámenes en las convocatorias oficiales.

b) El *método monográfico*, cuyo sustrato pedagógico viene dado por el conocido aforismo de que "el que oye olvida, el que ve recuerda, y el que hace aprende", está basado en lecciones magistrales del profesor y monografías realizadas por los alumnos, y se lleva a cabo en los pasos de la figura 2. La evaluación se realiza de manera continuada sobre las monografías (teóricas y prácticas) que los estudiantes realizan en cada UC a lo largo de todo el año en grupos de 3 ó 4 miembros. En este método, el alumno es evaluado en función de unos objetivos y no por comparación con otros alumnos. Además, el estudiante decide, guiado por el profesor, el tiempo dedicado a la monografía y su extensión. Los estudiantes que aprueban todas las monografías no se presentan a examen, y la calificación final se obtiene al ponderar las calificaciones de cada monografía.

Siempre, con independencia del método empleado, a lo largo de toda la asignatura, e integrado con el método de enseñanza, el profesor propone ejercicios asociados a cada UC que ayudan a los estudiantes a comprender y a utilizar las técnicas de resolución de problemas enseñadas en clase, como ciertos algoritmos se comportan, diferencias entre ellos, cuando es apropiado utilizarlos, etc.

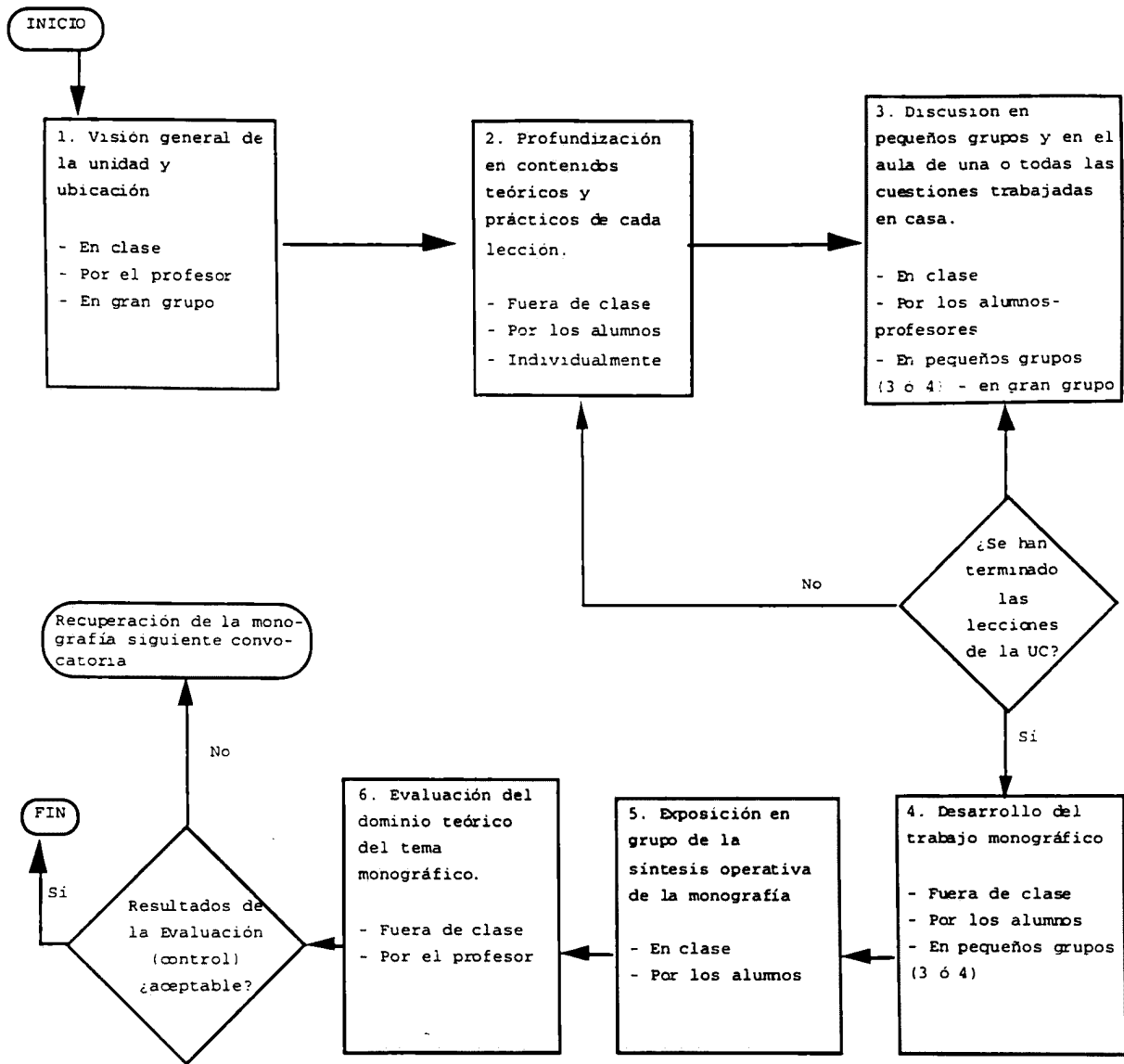


Figura 2. Pasos del método monográfico

Para la evaluación del MM, se han contrastado las notas obtenidas por los alumnos en él con las del método tradicional. La experiencia adquirida en los tres años en los que se impartió el MM demuestra que los resultados obtenidos por los estudiantes y el grado de conocimientos de la materia es más que satisfactoria. Las causas se encuentran en que el MM combina dos estrategias de enseñanza complementarias. La primera comienza cuando el profesor describe técnicas y cómo esas técnicas se aplican en la resolución de problemas del mundo real. La segunda estrategia aparece cuando el profesor propone a los estudiantes la monografía. En este momento, los estudiantes tienen que buscar técnicas que complementen los conocimientos vistos en clase para resolver el problema propuesto. Las ventajas de la combinación de estas dos estrategias son [6]:

1. Las puntuaciones obtenidas por los estudiantes usando el MM son 2,5 puntos superiores a las del método tradicional. La diferencia entre grupos de un mismo año del MM fue de 0,3 puntos sobre el total de 10 puntos.

2. Las gráficas que representan las notas de los estudiantes del método tradicional presentaban una tendencia hacia puntuaciones bajas y hacia el suspenso. En cambio, con el MM, los estudiantes obtienen puntuaciones altas y a penas hay suspensos.
3. El valor obtenido al comparar el MM y el método tradicional entre grupos de un mismo curso lectivo, no fue significativo.
4. El estudiante no realiza exámenes en MM. El estudiante adquiere conocimientos paulatinamente a lo largo del curso, evitando esfuerzos desmesurados en vísperas de exámenes.
5. Cada estudiante está motivado en el proceso de aprendizaje, pues juega el papel principal en el MM.
6. Los estudiantes están más cualificados para seguir la evolución tecnológica, siéndoles más fácil la adaptación a los cambios que se produzcan.
7. Los estudiantes estarán más cualificados para trabajar en equipo en compañías que requieran el uso de la IA por sí misma o aplicada a otros productos.
8. Los estudiantes aplican la tecnología aprendida en la resolución de problemas reales. Por tanto, tendrán la habilidad de detectar qué tipos de problemas pueden ser resueltos.

Como principales desventajas citar: el elevado número de horas de dedicación del profesor a la asignatura, lo que redundará en mayor conocimientos del alumno, y gran esfuerzo del profesorado en corrección de monografías y tutorías. Por ello, próximamente, se pasará a un *método híbrido* que combine el desarrollo de exámenes con dos o tres trabajos monográficos que puntúan en la calificación final de la asignatura.

Las clases se imparten usando transparencias, pizarra y, cuando se presentan aplicaciones ya realizadas, usando la computadora.

7. Material Didáctico

Los libros de texto seleccionados son: "Inteligencia Artificial: Métodos y Técnicas" [2], para las lecciones sobre: Introducción a la Inteligencia Artificial, planteamiento y solución de problemas, búsqueda, sistemas de producción, planificación, etc.; e "Ingeniería del Conocimiento" [4], para las lecciones sobre representación de los conocimientos. Como libros de consulta se utilizarán: el de Rich y Knight [8], Pearl [7], Winston [11] y Russell y Norving [9]. Normalmente, al tratar los contenidos de cada lección, se proporciona bibliografía complementaria que permite a los estudiantes profundizar en dichos contenidos.

Actualmente, se está realizando una página WWW que proporciona información sobre: profesores, tutorías, contenidos de asignaturas, descripción de prácticas, fecha de exámenes, exámenes de otros años y bibliografía. Su URL será:

http://www.dia.fi.upm.es/dept_undergraduate.html

8. Bibliografía

- [1] Bloom, B. Taxonomía of Educational Objectives: Handbook. Cognitive Domain. D. Mckay. New York. 1956.
- [2] Borrajo, D.; Juristo, N.; Martínez-Orga, V.; Pazos, J. **Inteligencia Artificial Métodos y Técnicas**. CEURA. Madrid. España. 1993.
- [3] Dick, W.; Reiser, R.A. **Planning Effective Instruction**. Prentice Hall. Englewood Cliffs. (New Jersey), EE.UU. 1989.

- [4] Gómez, A.; Juristo, N.; Montes, C.; Pazos, J. **Ingeniería del Conocimiento**. CEURA. Madrid, España. 1997. En imprenta.
- [5] Gómez, A. **Proyecto Docente para concursar a Titular de Universidad**. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 1995.
- [6] Gómez-Pérez, A.; Juristo, N. *The Artificial Intelligence Course at the Faculty of Computer Science in the Polytechnic University of Madrid. Improving Instruction of Artificial Intelligence*. American Association for Artificial Intelligence. 1994. Pags. 81-85.
- [7] Pearl, J. **Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving**. Addison-Wesley. Menlo Park (California), EE.UU. 1984.
- [8] Rich E., Knight K. **Artificial Intelligence**. McGraw-Hill. New York, EE.UU. Segunda Edición. 1991.
- [9] Russell, S.; Norvig, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. Prentice Hall Series in Artificial Intelligence. (New Jersey), EE.UU. 1995.
- [10] Stok, D. *Teaching Artificial Intelligence: An IEEE Expert Survey*. **IEEE EXPERT**. Abril. 1992. Pags. 59-61.
- [11] Winston, P.H. **Artificial Intelligence**. Addison-Wesley. Tercera edición. (Massachusetts), EE.UU. 1992.