

Enseñanza a Distancia de Inteligencia Artificial

Jesús G. Boticario & José Mira

Dpto. Inteligencia Artificial

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Educación a Distancia

Senda del Rey s/n, 28040 Madrid

jgb@dia.uned.es

jmira@dia.uned.es

Resumen

Teniendo en cuenta las consideraciones propias de todo modelo de enseñanza-aprendizaje, las estrategias que pueden resultar más adecuadas en un marco de enseñanza a distancia, así como las peculiaridades que caracterizan una asignatura como Introducción a la Inteligencia Artificial, analizamos las cuestiones metodológicas en las que se apoya su docencia en la UNED.

1. Introducción

Como en cualquier otra enseñanza de carácter universitario, deberían responderse una serie de cuestiones básicas que sirven para distinguir y organizar los aspectos relevantes que condicionan el contenido de una asignatura y su metodología docente. Como punto de partida cabe preguntarse ¿cuáles son los condicionamientos externos a la Asignatura?. La respuesta depende del entorno social, institucional, científico y académico que corresponda. Por ello, atenderemos al carácter específico de Universidad Nacional de Educación a Distancia, que posee una serie de rasgos diferenciadores, tanto estructurales como funcionales, como la separación espacial entre profesores y alumnos, y la utilización sistemática de medios y recursos.

Otro aspecto básico por determinar es *¿qué concepto define la disciplina?*. Para analizarlo deben revisarse los principales enfoques o paradigmas que determinan el estado actual del conocimiento sobre la Inteligencia Artificial (IA).

Una vez fijado el concepto que define la materia podremos plantear un temario que dé respuesta a *¿cuáles son los contenidos que comprende la Asignatura?*. Los capítulos seleccionados ya han sido planificados en la experiencia adquirida al haber sido puestos en práctica en los cursos 1994/95, 1995/96 y en el presente curso académico, 1996/97.

Teniendo presentes los condicionamientos del entorno y el conocimiento comprendido por la disciplina estructurado en un programa concreto, puede responderse otra de las cuestiones clave: *¿cuáles son los fundamentos del método docente propuesto?*. Para ello, considerando las principales tendencias didácticas y las técnicas de organización docente existentes, en especial aquéllas que tienen que ver con la enseñanza universitaria a distancia, proponemos un método, al que denominaremos *Método Integrado de Enseñanza a Distancia* (desarrollado ampliamente en otro documento [1]), cuya principal aportación consiste en centrar la docencia en la actuación del alumno. Para ello pretendemos fomentar su autonomía a través de una oferta de recursos humanos, técnicos e informáticos, actualmente disponibles o en vías de aplicación en la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

2. El contexto académico

La docencia de cualquier asignatura está determinada por el plan de estudios en el cual se encuentre inmersa. En el plan de estudios de "Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas", aprobado en la Resolución de 10 de febrero de 1993, de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, las materias optativas configuran varias líneas de especialización. La opción de Inteligencia Artificial comprende la asignatura *Introducción a la Inteligencia Artificial*, obligatoria en segundo curso, y un conjunto de asignaturas optativas en el primero y el segundo cuatrimestre del tercer curso (véase la tabla 1). Todas estas asignaturas pertenecen al área de conocimientos de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial y están adscritas actualmente al Departamento de Inteligencia Artificial. El número total de créditos requeridos para cumplir los objetivos de esta rama de especialización es de 42.

La estrategia docente seguida distribuye el material sobre estas asignaturas en orden de dificultad y especificidad crecientes. La asignatura *Introducción a la Inteligencia Artificial* tiene un doble objetivo docente. Por un lado, es la primera asignatura del tema con la que deben enfrentarse los estudian-

MATERIA	CICLO	CURSO	CRÉDITOS			TIPO DE ASIGNATURA
			Totales	Teóricos	Prácticos	
Introducción a la Inteligencia Artificial	1	2	7	4	3	Obligatoria
Breve descripción del contenido	Perspectiva histórico conceptual. Metodología y marco teórico. Representación del conocimiento computable.					
Sistemas basados en el conocimiento I	1	3	7	4	3	Optativa
Breve descripción del contenido	Sistemas expertos en dominios estrechos. Conocimiento (K) estratégico y del dominio. Perspectiva simbólica: Marcos, reglas y prototipos. Metodología, Uso y control del K.					
Sistemas basados en el conocimiento II	1	3	7	4	3	Optativa
Breve descripción del contenido	Perspectiva conexionista de los sistemas basados en el conocimiento. Modelo multicapa. Aprendizaje en redes neuronales. Sistemas híbridos. Aplicaciones.					
Razonamiento y Aprendizaje	1	3	7	4	3	Optativa
Breve descripción del contenido	Razonamiento deductivo, inductivo y abductivo. Aprendizaje simbólico: marco computacional. Aprendizaje en sistemas conexionistas.					
Programación orientada a la IA	1	3	7	4	3	Optativa
Breve descripción del contenido	Programación lógica (PROLOG). Programación simbólica (LISP). Fundamentos, funciones básicas y programación avanzada.					
Percepción y control basados en el K	1	3	7	4	3	Optativa
Breve descripción del contenido	Lazos percepción-acción. Percepción artificial. Percepción basada en conocimiento. Ejemplos de visión artificial. Control y supervisión inteligente.					

Tabla 1: Materias vinculadas a la opción de Inteligencia Artificial

tes. Sirve, por tanto, para tomar contacto con la línea de especialización en IA, tiene un carácter introductorio y de divulgación de los fundamentos científicos y técnicos de este área de conocimientos, y su contenido tiene que ser clarificador sobre las expectativas del campo de tal forma que los estudiantes puedan decidir si están interesados en seguir esta orientación curricular. Por otro lado, esta asignatura es la raíz troncal y el punto de obligada referencia del resto de las materias de dicha rama de conocimientos. El texto base de la Asignatura [2] intenta cubrir ambos objetivos con temas dedicados a introducir y sentar las bases del campo y con temas que sustentan el resto de las asignaturas del área.

La especialización en IA parte de una descripción en la asignatura de *Introducción a la IA* de los tipos de problemas abordados, de las técnicas básicas para resolverlos y de los distintos mecanismos de representación y uso del conocimiento más adecuados para cada caso. Una vez sentados los fundamentos metodológicos, las asignaturas optativas del tercer curso profundizan en aspectos avanzados que complementan los contenidos básicos. Así, los procedimientos simbólicos de adquisición y uso del conocimiento en inferencia son el objeto de la asignatura *Sistemas Basados en el Conocimiento I*, dejando los procedimientos conexionistas y las formulaciones mixtas de los mismos para

Sistemas Basados en el Conocimiento II. Las técnicas de programación básicas que permiten resolver computacionalmente los problemas de IA son el principal objetivo de la asignatura *Programación Orientada a la IA*. Para completar esta línea de especialización queda por estudiar las grandes construcciones teóricas comunes a la IA y a la ciencia cognoscitiva: Percepción, Razonamiento, Control y Aprendizaje. Estos temas se han organizado en dos asignaturas, uniendo *Percepción y Control* por un lado y *Razonamiento y Aprendizaje* por otro. Además de estas asignaturas, para tener una visión completa de su contexto académico, debería completarse la relación de materias destacando aquéllas que forman parte del área de conocimientos de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (CC e IA). En los temarios de dichas materias se introducen conceptos que tienen una especial significación en IA. Algunos forman parte de los fundamentos teóricos en los que se apoya esta doctrina: como ejemplo podemos destacar la noción matemática de cálculo, ya sea como estructura formal de diseño y análisis de soluciones computables de problemas —en *Estructura de Datos y Algoritmos*— o como instrumento matemático para estudiar la validez formal de los razonamientos —en *Lógica Matemática*—. Un estudio de estas asignaturas queda fuera de los objetivos del presente trabajo [1]. Por otro lado, el marco académico que rodea la Asignatura se completa con el Programa de Doctorado del Departamento de Inteligencia Artificial (DIA) y con los Cursos del Programa de Enseñanza Abierta, cuyo objetivo es satisfacer la demanda en programas de educación permanente, promoción cultural y perfeccionamiento profesional (todas las asignaturas del Departamento pueden consultarse en “<http://www.dia.uned.es/ia/asignaturas/>”).

3. La UNED y su entorno

El término *enseñanza a distancia* hace referencia a dos elementos claramente diferenciados: la *enseñanza* y la *transmisión de información a distancia*. Aunque pueda parecer novedoso, el concepto de *transmisión de información a distancia*, a través del tiempo y el espacio, es casi tan antiguo como la historia del propio hombre. La gran revolución llegó en el siglo XV con la generación masiva de documentos a partir de la imprenta. Este cambio, aunque significativo, ya que permitía el acceso generalizado a la información, estaba condicionado por el carácter *estático* del saber almacenado, que adquiere sentido y vida únicamente cuando es analizado por un sujeto concreto. Hoy en día, la utilización de los medios de comunicación (correo, radio, televisión, etc.), y últimamente el tratamiento telemático de la información (resultado simbiótico de la informática y las telecomunicaciones), está provocando una nueva revolución caracterizada por la posibilidad de confrontar, relacionar, analizar y extraer conclusiones *dinámicamente* sobre datos de diversa índole a nivel global y además, de forma personalizada.

Por otro lado, el término *enseñanza* hace referencia al sistema y al método de dar formación; comprende, por tanto, la definición de una serie de objetivos docentes, el establecimiento de una estrategia para alcanzarlos y la dotación de los medios necesarios, tanto humanos como materiales.

Centrándonos ya en la asociación de ambos conceptos, la *enseñanza a distancia* posee una serie de rasgos diferenciadores, tanto estructurales como funcionales, entre los que destacan: la separación espacial entre profesores y alumnos, la utilización sistemática de medios y recursos técnicos [3], el aprendizaje individual y autónomo, el apoyo de una red tutorial y la exigencia de una comunicación bidireccional en la que se debe guiar al alumno en el descubrimiento, análisis e interpretación de los objetivos docentes. Para facilitar la adaptación del material docente a las necesidades del alumno conviene utilizar todo tipo de medios impresos, audio, y/o visuales, etc. Finalmente, para garantizar el seguimiento de los objetivos debe recurrirse a pruebas y evaluaciones continuas. Todo ello, en palabras de García Aretio [4] define esta modalidad de enseñanza como “un sistema tecnológico de comunicación masiva y bidireccional, que sustituye la interacción personal en el aula de profesor y alumno ... por la acción sistemática y conjunta de diversos recursos didácticos y el apoyo de una organización tutorial que propician el aprendizaje autónomo de los estudiantes”.

Para lograr el éxito de este modelo educativo se necesitan unos instrumentos pedagógicos adecuados que pueden sintetizarse en el material didáctico. Por otro lado, el sistema de evaluación garantiza la comunicación de los contenidos científicos del profesor al alumno para su aprendizaje y permite al profesor medir el grado de asimilación de los contenidos estableciendo así una comunicación en el

otro sentido, del alumno al profesor. Por medio de las consultas y del asesoramiento se logra la comunicación profesor/alumno en las dos direcciones simultáneamente.

Estructuralmente, nuestra Universidad —la más grande del país con más de 150.000 alumnos— se ha dotado de un Organigrama al servicio de dicha metodología, del cual debemos destacar la importancia de los *Centros Asociados* como vínculos más cercanos del alumno con la Universidad, tanto en el ámbito administrativo como docente, siendo esencial en este último aspecto la figura de los *Profesores Tutores* como garantes del apoyo que conviene a este tipo de enseñanza.

4. Objetivos docentes

Para definir la estructura concreta de un programa se deben formular los objetivos docentes y el proceso de su evaluación, con vistas a determinar los dispositivos [5].

Pretendemos satisfacer una serie de requerimientos metodológicos generales: considerar los alumnos a los que va dirigida; tener presente la estructura existente de apoyo a la docencia, tanto en su aspecto organizativo, como en la disponibilidad de medios; observar las limitaciones impuestas por el contexto académico; organizar el temario de forma que sirva para guiar al alumno en el descubrimiento, análisis e interpretación de sus objetivos; mantener una coherencia para que forme un todo integrado en el plan de estudios vigente (para ello, deben establecerse claramente los objetivos de cada tema, enmarcando su utilidad, tanto dentro del propio programa de la asignatura, como en el contexto más general de otras materias relacionadas, dentro y fuera de la opción curricular); facilitar el aprendizaje activo y significativo, tal y como promulgan las principales corrientes metodológicas actuales; atender a los contenidos que fundamentan el estado actual del conocimiento sobre la materia, a la vez que se proporcionan las bases que sustentan las perspectivas futuras de la misma.

Por último, conviene precisar que, tan importante como lograr que el alumno asimile el contenido teórico de un temario concreto es infundirle un espíritu crítico sobre la utilidad práctica de dichos conceptos.

En lo que se refiere a la Asignatura en concreto, debemos considerar además los siguientes condicionamientos:

1. Se trata de una de las materias obligatorias y *cuatrimestrales* de Segundo Curso de la titulación de Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas. Por tanto, la amplitud y la profundidad de los contenidos deben ajustarse a las posibilidades reales de asimilación de los mismos por los alumnos en dicho contexto.
2. El contexto académico determina que es la primera asignatura relacionada con esta área de conocimiento con la que deben enfrentarse los estudiantes y sirve para tomar contacto con la línea de especialización en IA (recordar el apartado 2).

El texto base de la Asignatura [2] intenta cubrir ambos objetivos con temas dedicados a introducir y sentar las bases del campo y con temas que sustentan el resto de las asignaturas del área.

Considerando la rápida evolución de la materia a lo largo de medio siglo de existencia, un aspecto que adquiere especial significación es el de proporcionar una perspectiva global y crítica sobre la materia, de tal forma que el alumno adquiera los criterios necesarios para adaptarse a los continuos cambios. Para ello deben fijarse claramente los objetivos y los aspectos metodológicos de la doctrina, antes que la explicación de una herramienta concreta. No obstante, debe mantenerse un cierto equilibrio en este sentido, ya que creemos que es oportuno mostrar diferentes sintaxis y productos que den sentido a ese espíritu de globalidad buscado, a la vez que dichas referencias establecen el puente necesario para poder afrontar el desarrollo práctico propio de la asignatura. Estos objetivos docentes han inspirado la elaboración del texto base propuesto.

5. Contenidos

La organización del temario se va a dividir en unidades temáticas compuestas por bloques autónomos denominados temas. Para cada uno de los temas vamos a resumir sus objetivos básicos, resaltando sus conexiones con el resto de la estructura del programa.

Al igual que el texto base de la Asignatura, existen una serie de libros de texto de carácter general que se le recomiendan al alumno [6, 7, 8, 9], señalando especialmente los ya traducidos, dado los re-

querimientos propios de nuestro alumnado. En la Guía del Curso correspondiente, los alumnos reciben igualmente una bibliografía específica de cada tema.

El programa de Introducción a la IA incluye las siguientes unidades temáticas:

- I. Perspectiva Histórico-Conceptual y Metodología.
- II. Búsqueda como tarea genérica en IA.
- III. Representación Computacional del Conocimiento.
- IV. Uso del Conocimiento.

I. PERSPECTIVA HISTÓRICO-CONCEPTUAL Y METODOLOGÍA.

• *Objetivos:* Este bloque se divide en dos temas. En el primero, *Perspectiva histórica y Conceptual*, se pretende cubrir un doble objetivo: introducir al alumno en la materia y proporcionar una visión global e integradora de la misma, para ello se proporciona una perspectiva histórica de la IA que parte de la etapa Neurocibernetica y culmina con la visión de algunas tendencias actuales, entre las que se destaca inclusión de técnicas de aprendizaje en las diversas propuestas, así como el renacimiento del conexionismo. En el segundo tema, *Aspectos Metodológicos en IA*, abordamos algunos aspectos metodológicos a los que usualmente no se les dedica mucha atención pero que nosotros consideramos esenciales para el avance de la IA como ciencia y como tecnología. Destacamos la conveniencia de tener presente los Niveles de Computación propuestos [10, 11] y la doble perspectiva que surge al distinguir el Dominio Propio y el Dominio Observador, la Estructura de Tareas Genéricas para Modelar y la Metodología KADS, para finalizar con la disyuntiva de la IA Simbólica versus IA Conexionista.

II. BÚSQUEDA COMO TAREA GENÉRICA EN IA.

• *Objetivos:* En el desarrollo de estos temas queremos: destacar el planteamiento de búsqueda como una alternativa general para solucionar problemas y aclarar las ventajas que se derivan del uso del conocimiento en el desarrollo de soluciones eficientes. Por esta razón dividimos las técnicas en dos capítulos sucesivos según se aprovechen o no del conocimiento accesible en el dominio. En el primer tema se analizarán las complejidades de los “métodos no informados” con el fin de resaltar su escasa-aplicabilidad. En el segundo se incluirán los temas ya clásicos de la búsqueda con adversarios y el “análisis de medios fines”.

III. REPRESENTACIÓN COMPUTACIONAL DEL CONOCIMIENTO.

• *Objetivos:* En los temas previos hemos abordado cuestiones de tipo metodológico y planteamientos generales válidos para problemas perfectamente definidos (podría decirse, “de laboratorio”). A partir de ahora nos vamos a centrar en analizar las técnicas básicas de representación del conocimiento y su uso en inferencia para resolver los problemas del mundo real. En el primero, dedicado a la *Lógica* se tratan las extensiones de la lógica clásica (Modal, Difusa y No Monótonas). En el segundo, *Reglas*, se analiza su estructura y su uso generalizado en los llamados *sistemas basados en reglas* (SBR). Al final de este tema se realiza una comparación con la lógica de predicados. A continuación, se introducen las *Redes Asociativas* como una alternativa necesaria para describir y utilizar el conocimiento que depende esencialmente del contexto y de las relaciones con otros conocimientos, frente la “parcelación” del dominio de los SBR. El tema comprende: Grafos Relacionales (Modelo de Quillian, Sistema SCHOLAR de Carbonell y Grafos de dependencia conceptual), Redes Proposicionales (Redes de Shapiro y Grafos de Sowa), Redes de Clasificación, y Redes Causales (Casnet y Redes Bayesianas). Para superar la dificultad de las redes para relacionar elementos estructurados de conocimiento, el siguiente tema, *Representación del Conocimiento Estructurado*, parte de la propuesta de Minsky sobre los “marcos” y termina analizando las ventajas de los Episodios generalizados, MOPS, como una herramienta para la organización dinámica de la memoria utilizada en el *razonamiento basado en casos*. La conclusión de este bloque temático se centra en comparar los distintos paradigmas y las tendencias actuales.

IV. USO DEL CONOCIMIENTO

• *Objetivos:* Este último bloque del temario cubre dos capítulos de indudable interés aunque no sean materia de evaluación para los alumnos de segundo curso. El primero, Introducción a los Sistemas Expertos, sirve de preámbulo a la asignatura de tercer curso *Sistemas Basados en el Conocimiento I*. El segundo, *Arquitecturas Integradas y Agentes*, pretende ser una introducción a una

de las áreas que está recibiendo mayor interés en nuestros. Una visión general de este campo permitirá que el alumno se familiarice con los contenidos que sustentan las perspectivas futuras de la IA. Por otro lado, su consideración en el presente programa proporciona una perspectiva integradora del resto del material presentado. En concreto, se estudia la noción de *agentes inteligentes*, sus diversas aplicaciones y el soporte utilizado en su desarrollo, las *arquitecturas integradas*.

Aunque el programa propuesto sea relativamente extenso con el fin de sentar las bases del resto de las asignaturas de esta opción curricular, conviene aclarar que los alumnos de *Introducción a la IA* de segundo curso sólo deben considerar como materia de evaluación los temas de búsqueda y representación computacional del conocimiento. Los dos primeros capítulos, que son los que constituyen la primera unidad temática, deberán estudiarse a nivel cualitativo, dejando para el curso siguiente la profundización necesaria para comprender el desarrollo de los sistemas basados en el conocimiento, las redes neuronales y los procesos de aprendizaje (incluidos igualmente en el texto base [2]), distinguiendo claramente el contenido computacional del nivel simbólico y conexionista de su descripción en el nivel del conocimiento.

6. Plan de Prácticas

La asignatura de Introducción a la IA, aunque tenga un contenido teórico amplio, dado que establece los fundamentos de toda una rama de conocimientos, tiene igualmente un carácter indudablemente aplicado. Somos conscientes de las limitaciones que impone su duración cuatrimestral, pero consideramos que la realización de algunas prácticas cubriría algunos objetivos docentes de gran valor, tales como: asentar los contenidos teóricos, fomentar el interés del alumno en unos estudios eminentemente prácticos, comprobar la utilidad de los métodos estudiados, cuestionar la propia capacidad de resolver situaciones concretas, y allanar el camino hacia su integración profesional en un contexto donde lo importante es saber adaptarse a las diferentes técnicas y herramientas computacionales disponibles en cada momento.

PRÁCTICA I: Técnicas de búsqueda

- *Objetivo:* Esta práctica pretende que el alumno se familiarice con la implementación de los algoritmos de búsqueda estudiados.
- *Medios:* Se recomienda que se utilice la especificación de los métodos contenida en el texto base [2]. Para aquellos alumnos que lo deseen se les suministrará un COMMON LISP completo de libre distribución y una versión estándar de PROLOG. Se dejará libertad para que el alumno elija el lenguaje de programación que más le convenga. No obstante, para facilitar la labor de corrección, en caso de que no sea un lenguaje estándar como Pascal, Modula-II, C, Lisp o Prolog, se requerirá que se ponga en contacto con el equipo docente de la asignatura.
- *Enunciados:* Los enunciados, divididos en obligatorios y opcionales, harán referencia a algunos de los problemas típicos del tema: 8-puzzle, misioneros y caníbales, 8-reinas, tres en raya, viajante de comercio, mapas de carreteras, torres de Hanoi, mundo de los bloques, cuadrados grecolatinos, recorrido de jerarquías de clasificación, de árboles o de grafos, etc. Con el fin de demostrar las ventajas relativas de los distintos algoritmos se requerirá que se realicen los ejercicios con métodos diferentes y que se compruebe prácticamente la complejidad espacial y temporal de cada uno de ellos. Para esto se plantearán juegos de datos con los que puedan realizarse análisis estadísticos comparados.

PRÁCTICA II: Representación del Conocimiento e Inferencia

- *Objetivo:* Esta práctica debe servir para que el alumno realice pequeños modelos de representación del conocimiento e inferencia con reglas, reglas y marcos, y *mops*. Con ello pretendemos ilustrar las facilidades aportadas por cada modelo para cada tipo de problema.
- *Medios:* Además del Lisp y el Prolog ya mencionados, se utilizarán tres herramientas de desarrollo según sea el tipo de ejercicios.
 - a) MIKE: diseñada con fines docentes por la *Open University* del Reino Unido, sirve para construir sistemas expertos. Incluye: encadenamiento hacia atrás y hacia adelante, estrategias de resolución de conflictos definibles por el usuario, y un lenguaje de representación

de marcos con mecanismos de herencia y demonios que permite que el usuario especifique sus propias estrategias de herencia.

- b) ES: se utiliza para desarrollar sistemas expertos, es de muy fácil manejo e incorpora encañamiento hacia adelante, hacia atrás, relaciones de conjuntos borrosos y métodos de explicación del razonamiento.
- c) CBR-Works: destinada a la construcción de sistemas utilizando *razonamiento basado en casos*.

- *Enunciados*: Los problemas de esta práctica, divididos en obligatorios y opcionales, estarán especialmente diseñados para que el alumno ejercite la capacidad de representación del conocimiento a partir de la descripción de un dominio concreto con una tarea específica. Otro de los objetivos básicos de los enunciados debe ser el fomentar la comparación entre: diferentes técnicas aplicables, planteamientos alternativos, y/o distintos mecanismos de inferencia.

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS: como mínimo se exigirá que los programas obligatorios funcionen correctamente. También se valorará la estructura del programa, la claridad en la documentación y la presentación de los resultados.

7. Metodología docente

Después de haber establecido el contexto de la asignatura y una vez comentada su estructuración en un programa concreto, podemos abordar el planteamiento de una metodología docente que, considerando las particularidades de la enseñanza a distancia, sea adecuada para alcanzar el objetivo propuesto: *facilitar el aprendizaje de la asignatura Introducción a la Inteligencia Artificial de un alumno que estudia a distancia*.

En todo modelo de enseñanza-aprendizaje se puede distinguir, primero, su *estructura*, compuesta por los *agentes* que participan en el proceso y los *medios* utilizados, que a su vez se dividen en: canales de comunicación, herramientas y técnicas para la elaboración del material, la evaluación y la revisión del propio modelo. Las interacciones entre dichos agentes quedan determinadas por la *funcionalidad* buscada. Ambas componentes, funcionalidad y estructura, son interdependientes, no pueden establecerse objetivos sin tener en cuenta los agentes y/o sin considerar los medios disponibles para alcanzarlos. En el caso concreto de la UNED, los agentes que más directamente participan en el proceso: los Profesores de la Sede Central, los Profesores Tutores y los Alumnos dibujan un cuadro de interacciones apoyadas por una serie de servicios y organismos adecuados a las características de este modelo de enseñanza (véase el apartado 3).

Considerando dichos agentes y medios, nuestra propuesta [1] (cuyo espíritu coincide con el recientemente aprobado Plan de Calidad UNED) pretende enriquecer la calidad del material docente y agilizar la gestión de los canales de comunicación a través del uso generalizado de las redes telemáticas; en concreto, las posibilidades ya disponibles en redes como Internet o InfoVía.

Para ello nos hemos basado en las teorías existentes sobre el aprendizaje del conocimiento científico que caracteriza a la Asignatura, en las que destacan las posturas cognitistas [12, 13] que señalan que el aprendizaje es fundamentalmente un proceso activo en el que se produce una reestructuración cualitativa de los contenidos; por lo que se requiere no sólo una declaración expresa del *significado lógico* de la materia (elementos organizados, no sólo yuxtapuestos), sino un *significado psicológico* en el que el individuo puede asimilar el concepto de su propia estructura (se aprende cuando se puede relacionar, de un modo no arbitrario, los nuevos elementos de conocimiento con los que el sujeto ya sabe).

También hemos considerado los nuevos modelos de enseñanza [14, 15, 16] en los que se busca fomentar la secuencia natural de aprender: plantear un objetivo, generar preguntas y elaborar respuestas; frente a la inversión propia de la mayoría de los métodos docentes, en los que, en lugar de sugerir objetivos atractivos —o lo que es lo mismo útiles— y dejar que las cuestiones generadas se contrasten con los contenidos de las materias, introducimos dichos contenidos fuera de contexto y con el único propósito aparente de superar unas pruebas en las que se valora fundamentalmente la capacidad de responder a las formulaciones del temario, más que el comprender la naturaleza de la materia.

El método propuesto, al que hemos denominado *Método Integrado de Enseñanza a Distancia* pretende incentivar la autonomía del alumnado a través de una oferta concreta de recursos humanos, técnicos e informáticos, actualmente disponibles o en vías de aplicación en la Universidad Nacional de Educación a Distancia. En concreto, las líneas de actuación que sugerimos son: motivar el aprendizaje del alumno, disminuir la carga administrativa del proceso, ampliar la oferta de técnicas alternativas de organización docente fomentando la autonomía del alumno, presentar el material siguiendo las pautas que favorecen el aprendizaje significativo y activo, e incrementar el flujo de información entre todos los agentes que participan en el proceso.

Para alcanzar estos objetivos proponemos: una revisión de los papeles de los agentes que participan más directamente en la docencia de la Asignatura, un conjunto de nuevas recomendaciones para la elaboración del material didáctico —siguiendo las conclusiones psico-pedagógicas antes señaladas— y, finalmente, un conjunto de medios y técnicas de organización docente basados en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías.

8. Referencias

- [1] Boticario, J. G. *Método Integrado de Enseñanza a Distancia*. Proyecto Docente, Plaza 66.8 (B.O.E. 12 Abril 1996), U.N.E.D. Madrid, 8 de Enero de 1997.
- [2] Mira J., Delgado A.E., Boticario J.G. y Díez J. *Aspectos Básicos de la Inteligencia Artificial*. Sanz y Torres. Madrid, 1995.
- [3] Keegan, J. Desmond, *From New Delhi to Vancouver: trends in distance education*. En *Learning at a Distance. A world perspective*. Athabasca University. International Council for Correspondence Education. Edmonton, 1982.
- [4] García Aretio, L. *Educación Superior a Distancia. Análisis de su eficiencia*. UNED, Mérida, 1986.
- [5] Rodríguez Dieguez, J.L. *Didáctica general: objetivos y evaluación*. Curcel-Kapeluz. Madrid, 1980.
- [6] Barr, A., Cohen, P.R., and Feigenbaum, E.A., *The Handbook of Artificial Intelligence*. Vol III. Pitman Books Limited. CA, 1989.
- [7] Ginsberg, M., *Essentials of artificial intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- [8] Rich, E., and Knight, K., *Artificial Intelligence*. McGraw Hill, 1991. Traducción española: Inteligencia Artificial. Segunda Edición. McGraw-Hill, 1994.
- [9] Russell, S., and Norvig, P., *Artificial Intelligence: A modern approach*. Prentice Hall, 1995.
- [10] Marr, D., *Vision*, Freeman, New York, 1982.
- [11] Newell, A., *The Knowledge Level*. AI Magazine, summer (1981) 1-20.
- [12] Gardner, H., *The mind's new science*. New York, Basic Books, 1985.
- [13] Gagné, R., *The conditions of learning and theory of instruction*. Fourth edition. New York. Holt, Rinehart & Winston, 1985.
- [14] Corral A., y colaboradores. *Consideraciones acerca de la realización de textos didácticos para la enseñanza a distancia*. I.C.E. U.N.E.D. Madrid, 1987.
- [15] Pozo, J.I., *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Aprendizaje Visor, 1987.
- [16] Schank, R.C., *Engines for education*. Lawrence Erlbaum Associates, 1995.