

# ¿Dónde están los límites de una introducción a la Inteligencia Artificial?

Elisabet Golobardes i Ribé  
Departamento de Informática  
Enginyeria La Salle  
Universitat Ramon Llull  
Passeig Bonanova 8, 08022-Barcelona  
elisabet@els.url.es

## *Resumen*

*Esta ponencia presenta un compromiso para establecer unos límites de un curso de introducción de la Inteligencia Artificial.*

## 1. Introducción

Al diseñar un temario para un curso de introducción a la Inteligencia Artificial se plantean muchas cuestiones: ¿Qué es la Inteligencia Artificial?, ¿Qué no es, actualmente, la Inteligencia Artificial?, ¿Cuáles son las disciplinas pilares de la Inteligencia Artificial?, ¿Qué disciplinas, provenientes de la Inteligencia Artificial, ya no caben en una introducción a la Inteligencia Artificial?, ¿A qué "profundidad" se tienen que dar estas disciplinas fundamentales?, ¿Qué "anchura" debe tener la plataforma de la introducción?, es decir, *¿Dónde están los límites de una introducción a la Inteligencia Artificial?*

Suponiendo que existen estos límites, y que además están claros, entonces surgen otras grandes incógnitas: desde la perspectiva docente, ¿ésta es la visión correcta para enseñar la Inteligencia Artificial?, y ¿cambia la perspectiva si el objetivo inmediato es la investigación o el mundo empresarial?, pero, ¿es que cada perspectiva tiene que abordar una Inteligencia Artificial distinta?, o bien, ¿una introducción a la Inteligencia Artificial distinta?, ¿y por qué?, pero, ¿es qué tienen que ser distintas? ...

Y, finalmente, suponiendo que tenemos clara la introducción a la Inteligencia Artificial, en todos los sentidos antes cuestionados, ¿cómo debe enseñarse?: ¿con lecciones magistrales?, ¿y/o con prácticas interminables?

Como siempre, la solución será un compromiso entre muchos factores, desde nuestras propias limitaciones hasta limitaciones temporales, pasando por las limitaciones de los recursos disponibles. En esta ponencia intentaremos hablar del compromiso al que se ha llegado y de sus limitaciones, las cuales van configurando las inminentes líneas de futuro.

## 2. Marco de la asignatura de Inteligencia Artificial

El curso de Inteligencia Artificial de quinto de Ingeniería en Informática (Enginyeria La Salle, Universitat Ramon Llull), se imparte como una asignatura anual de cuatro horas de clase semanales. Esta asignatura tiene como prerrequisito la Lógica Matemática, y se basa en que se conocen los lenguajes imperativos y el lenguaje lógico Prolog, vistos en asignaturas anteriores. Dados estos prerrequisitos, la asignatura pretende introducir al estudiante en las distintas disciplinas que

actualmente configuran la Inteligencia Artificial, de tal manera que se pueda convertir en un doble puente. En primer lugar, que pueda conducir al estudiante a utilizar las distintas técnicas aprendidas cuando las necesite, bien sea en otras disciplinas, o bien sea en el mundo empresarial. Y, en segundo lugar, que sea una sólida introducción a la Inteligencia Artificial para aquellos que sigan en el tema en un tercer ciclo.

### 3. ¿Qué enseñar en una introducción a la Inteligencia Artificial?

Antes de tratar ¿qué enseñar en una introducción a la Inteligencia Artificial?, se tiene que responder ¿qué es la Inteligencia Artificial? Si partimos de que "Inteligencia Artificial" fue el nombre que se autoasignaron el grupo formado por personalidades como John McCarthy, Marvin Minsky, Herb Simon, etc. [20], el año 1956 en Dartmouth (New Hampshire), con el objetivo de elaborar programas que realizaran tareas que se consideraran "inteligentes", podemos observar que el objetivo era RESOLVER PROBLEMAS que si fueran resueltos por humanos serían considerados "inteligentes". De esta forma, el significado de "artificial" parece claro, pero ¿qué es inteligente? La respuesta a esta pregunta es ambigua y ampliamente discutida, pero está claro que lo que nos parece inteligente hoy quizás mañana ya no nos lo parezca. Así, tenemos que la Inteligencia Artificial se encuentra en una frontera de avance continuo.

Si la clave está en RESOLVER PROBLEMAS (INTELIGENTES o de forma INTELIGENTE), hay tres disciplinas que se destacan como bases del estudio de la Inteligencia Artificial: la búsqueda, la representación del conocimiento y el razonamiento.

1) **Búsqueda.** Toda resolución de un problema, a grandes rasgos, consiste en una búsqueda dentro del espacio de soluciones. Así, un buen conocimiento de los distintos métodos o familias de métodos de búsqueda, nos permite resolver de una mejor manera (o, en el mejor de los casos, de la mejor manera) los problemas.

2) **Representación del conocimiento.** Todo problema surge dentro de un dominio (más o menos definido). Este conocimiento se tiene que representar de algún modo, de tal forma que distintas maneras de representar este conocimiento nos pueden llevar a un éxito o a un fracaso en la resolución del problema. Por lo tanto, tenemos que representar el conocimiento de la mejor manera posible. Pero ¿cómo obtenemos este conocimiento?, porque nosotros no tenemos porque ser expertos de todos los dominios de todos los posibles problemas. Aquí entra en juego otra disciplina base: la **Ingeniería del Conocimiento**, la cual la definiremos como el proceso de construir una base de conocimiento. Tendremos tres conceptos claves relacionados con esta disciplina [19, pág. 217]: i) el *ingeniero del conocimiento*, será alguien que investiga un dominio concreto, determina qué conceptos son importantes en este dominio, y crea una representación formal de los objetos y sus relaciones en el dominio; ii) la *adquisición del conocimiento*, la definiremos como el proceso que realiza el ingeniero del conocimiento entrevistando a los expertos reales, con el fin de aprender sobre el dominio y extraer el conocimiento necesario y; iii) definiremos la *ingeniería ontológica* como la representación de los distintos conceptos generales como el tiempo, el cambio, los objetos, las sustancias, los eventos, las acciones, el dinero, las medidas, etc.

3) **Razonamiento.** Dependiendo de cómo hemos diseñado la base del conocimiento del dominio del problema a resolver, necesitamos "razonar" sobre este conocimiento para resolver el problema.

Recuperando la cuestión ¿qué es la inteligencia?, podemos pensar en una actitud que claramente la asociamos al hecho de ser inteligentes: el aprendizaje. Nosotros continuamente estamos aprendiendo al mismo tiempo que resolvemos nuevos problemas, por lo tanto, podríamos decir que resolvemos un problema (de una forma más) INTELIGENTE, si tiene la capacidad de aprender y de adaptarse a su

entorno. De aquí surge una nueva disciplina muy ligada a la Inteligencia Artificial: el aprendizaje artificial (o automático).

4) *El aprendizaje artificial*. El objetivo de esta disciplina es construir sistemas que sean capaces de adaptarse, dinámicamente, y sin un entrenamiento previo, a situaciones nuevas y aprender como resultado de resolver un problema (o problemas) las características que estas situaciones presenten.

Otra disciplina, que surge como una derivación y, posteriormente, como una especialización de la búsqueda, es la planificación.

5) *Planificación*. Actualmente hablamos de la planificación dentro del marco del razonamiento de las acciones [23], donde hay dos grandes líneas: la planificación y la *situated action*. Si entendemos que un agente para conseguir sus objetivos, normalmente necesitará actuar sobre el mundo, tenemos que: i) la planificación es apropiada cuando un número de acciones han de ser ejecutadas dentro de un patrón coherente para conseguir un objetivo, o bien, cuando las acciones interactúan dentro de caminos complejos y; ii) la *situated action* es adecuada cuando la mejor acción puede sencillamente ser computada desde el estado actual del mundo.

Si repasamos otra vez la historia, aparecen otras disciplinas derivadas de los pilares de la "Inteligencia Artificial". Estas disciplinas se propusieron como ejemplos de aplicaciones "inteligentes": sistemas razonadores (sistemas expertos), procesamiento del lenguaje natural, visión artificial y robótica.

6) *Sistemas razonadores*. La idea era encontrar dominios en que hubiera expertos reconocidos y, entonces, entrevistar estos expertos para extraerles el conocimiento específico que ellos usan cuando resuelven problemas en su dominio restringido. De esta forma, podemos implementar un "programa que razona igual" que el mejor experto en el tema. El sistema PROSPECTOR (Duda, Hart *et al.*, 1978-1979) que predecía depósitos de minerales a partir de datos geológicos, descubrió un yacimiento de molibdeno valorado en millones de dólares y, a partir de aquí, se dio a conocer lo que los periodistas llamaron *Sistemas expertos*. Fue el sistema que dio a conocer la "Inteligencia Artificial". De hecho, hoy en día, se habla de *Sistemas basados en el conocimiento*.

7) *Procesamiento del lenguaje natural*. Se planteó como un problema difícil, en que "se necesita inteligencia" para resolverlo. La idea consistía en encontrar el lenguaje interno que nosotros usamos para representar la información que hay en nuestro cerebro, que seguramente no es nuestra lengua materna. Así, nosotros debemos usar algún mecanismo para traducir esta información de nuestra lengua materna al lenguaje interno y viceversa.

8) *Visión artificial*. Nosotros, no sólo recibimos información leyendo y conversando, sino que una gran parte la observamos del mundo que nos rodea. ¿Cómo lo distinguimos?

9) *Robótica*. La robótica es realmente un problema completo. Los robots necesitan interpretar toda la información externa que perciben a través de los sensores que probablemente son inexactos y ambiguos, y actuar en tiempo real. Este "ejemplo de problema" necesita de todas las disciplinas anteriores.

Actualmente, está tomando fuerza un nuevo paradigma: la *Inteligencia Artificial Distribuida (y/o Sistemas Multi-Agentes)*, como una nueva manera de plantear todas las disciplinas que cabrían dentro de la Inteligencia Artificial. Un claro ejemplo es el libro de Russell y Norvig [19], en el cual presentan

la Inteligencia Artificial desde esta perspectiva. Pero, ¿es la mejor visión para una introducción a la Inteligencia Artificial?

Empezaremos respondiendo a las preguntas ¿qué enseñamos y qué no enseñamos en una introducción a la Inteligencia Artificial?, teniendo claro que el objetivo principal es que el estudiante se sepa "situar" en el marco de trabajo de la Inteligencia Artificial.

Tal y como se ha planteado, se tiene que los pilares fundamentales son la búsqueda, la representación del conocimiento y el razonamiento. Se imparten los temas: 1) Resolución de problemas y Búsqueda, y; 2) Representación del conocimiento (y Razonamiento). Esta decisión parece que también la han tomado los distintos libros (desde el año 1980 hasta el año 1995) que abordan la Inteligencia Artificial, tal y como se puede observar en la tabla 1. Cabe destacar que las disciplinas de representación del conocimiento y razonamiento normalmente se integran en uno mismo bloque, y se va avanzando en el razonamiento a medida que las distintas representaciones del conocimiento lo necesitan.

	Ni80[15]	CM85[2]	Sc90[21]	Wi92[26]	LS93[13]	Gi93[8]	RK94[18]	Co95[4]	RN95[19]
<i>Resolución de problemas. Búsqueda</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Representación del conocimiento y Razonamiento</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aprendizaje artificial</i>		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Planificación</i>	X	X	X	X		X	X		X
<i>Sistemas expertos (o SBC)</i>	X	X	X		X	X	X	X	
<i>Procesamiento del lenguaje natural</i>		X		X	X	X	X	X	X
<i>Visión artificial</i>		X		X		X	X		X
<i>Robótica</i>							X		X
<i>Sistemas multi-agentes (o DAI)</i>			/				X	X	X

Tabla 1. Muestra los contenidos de 9 libros que abordan la Inteligencia Artificial [15,2,21,26,13,8,18,4,19].

A continuación, según la descripción de la Inteligencia Artificial planteada, se imparten los temas de: 3) Aprendizaje Artificial, y; 4) Planificación. También, mirando la tabla 1, podemos observar que la mayor parte de los libros los tratan. Quizá destacar que sólo [15] no trata el aprendizaje, quizá porque fue de los primeros libros o quizá porque Nilsson se dedicaba a la planificación, aunque en las líneas futuras del libro destaca que se están realizando trabajos en este sentido.

Y, en cuanto a las últimas disciplinas planteadas enseñamos los temas: 5) Sistemas Basados en el Conocimiento (Sistemas Expertos), y 6) Procesamiento del Lenguaje Natural. Mientras que no se da: Visión artificial y Robótica. Los motivos que nos han llevado a estas decisiones son diversos. En primer lugar, se repasa qué se entiende por un Sistema Experto, o mejor dicho Sistema Basado en el Conocimiento, porque es una manera de ver cómo se integran y/o son necesarias las distintas disciplinas que configuran la Inteligencia Artificial. Aunque, como podemos observar en la tabla 1, libros recientes [19] ni tan solo lo tratan, porque es obvio que, en general, cualquier sistema resultante será un sistema basado en el conocimiento. En segundo lugar, se trata, sin profundizar demasiado, el procesamiento del lenguaje natural. Es una disciplina muy importante y también ampliamente tratada (ver tabla 1), aunque paulatinamente se va convirtiendo en una disciplina independiente. Y, en tercer lugar, se puede observar que tanto la visión artificial como la robótica son temas más discutidos sobre si se deben tratar o no en una introducción a la Inteligencia Artificial. Aunque pueden necesitar de las disciplinas que integran la Inteligencia Artificial, necesitan muchas otras disciplinas y, se han ido configurando como disciplinas independientes.

Y, finalmente, se imparte el tema de Sistemas Multi-Agentes, ya que los últimos libros [18,4], ya lo integran como un capítulo independiente, incluso [21,pág. 606] ya lo menciona. Aunque no se da una visión completa desde esta perspectiva tal y como lo hacen en [19].

Además, dado que los alumnos llegan a la asignatura con conocimientos sobre los lenguajes imperativos y el lenguaje lógico Prolog, pero no tienen conocimientos del lenguaje funcional Lisp, a principio del curso se da un seminario de este lenguaje.

Pero, ¿qué se trata en cada tema? Vamos a ver como queda finalmente configurado el temario:

1. *Introducción*. Evolución histórica. Desmitificar y situar los conceptos de Inteligencia y Artificial. Temas de estudio dentro de la Inteligencia Artificial. *Overview*. [20,8,18]

2. *Introducción al Lisp*. Funciones básicas (ver el punto 4.2). Se basa en el Common Lisp [22,27], siguiendo un documento propio [9].

3. *Resolución de problemas. Búsqueda*. Una introducción, donde se tratan algunos criterios heurísticos generales. Primero, se empieza con las técnicas de búsqueda a ciegas, como el *Breath-first*, *Depth-first*, *Iterative deepening* y *Iterative broadening search*. Luego, se abordan las siguientes familias de las técnicas de búsqueda heurística: búsqueda como maximización de funciones (*Hill climbing* y *Simulated annealing*), *Best-first search* (*Best-first search*, *A\** y extensiones de *A\**) y otras (búsqueda como satisfacción de restricciones). Y, por último, se describen los algoritmos para resolver juegos: Minimax y búsqueda Alfa-beta [17,15,8,19]. Ejemplos de aplicaciones en la empresa.

4. *Representación del Conocimiento*. Introducción. Representación del conocimiento basado en la lógica. Representaciones del conocimiento mediante reglas. Razonamiento simbólico bajo incertidumbre (razonamiento no monótono y razonamiento estadístico). Representaciones estructuradas [18,21,8,12,7]. Paralelamente se da OPS5, siguiendo un documento interno [3], como ejemplo de un sistema basado en reglas.

5. *Sistemas Basados en el Conocimiento* (Sistemas Expertos). Introducción. Sistemas expertos (viendo una evolución en la historia para centrarse en los distintos módulos de una arquitectura genérica). [4]

6. *Aprendizaje Artificial*. Introducción. Se destacan cinco familias: aprendizaje inductivo, aprendizaje analógico, aprendizaje basado en explicaciones, aprendizaje evolutivo (algoritmos genéticos) y aprendizaje conexionista (redes neuronales). Aplicaciones reales. Hay muchas referencias bibliográficas. Citar [26] y [14] como las más básicas.

7. *Planificación*. La planificación se sitúa dentro del razonamiento de las acciones de un agente y, una vez introducido STRIPS [15] como punto de partida, nos centramos en la planificación generativa por refinamiento siguiendo la introducción de [25] (algoritmos POP y UCPOP).

8. *Procesamiento del Lenguaje Natural*. Se hace un barrido muy rápido con el principal objetivo de concienciar de su necesidad. Se trata: introducción (para poner énfasis al problema de la comprensión del lenguaje natural [11] y ver qué aportaciones puede ofrecer la Inteligencia Artificial), análisis del lenguaje natural, generación del lenguaje natural [1], interfaces en lenguaje natural, y procesamiento subsimbólico del lenguaje natural.

9. *Sistemas Multi-Agentes*. Se da en forma de seminario tratando los temas: agente, sistemas multi-agentes, arquitecturas de sistemas multi-agentes, y aplicaciones, siguiendo el trabajo [10].

10. *Conclusiones*. Al final del curso se pretende analizar, dado un problema cualquiera, qué técnicas se necesitan y cuáles no, de cada una de las distintas disciplinas presentadas, para resolverlo adecuadamente.

Y, finalmente, en cuanto a la importancia que se le ha dado a cada tema y al tiempo que se le ha dedicado, se tiene: en primer lugar, representación del conocimiento y resolución de problemas / búsqueda; en segundo lugar, aprendizaje artificial; en tercer lugar, planificación; en cuarto lugar, sistemas basados en el conocimiento y procesamiento del lenguaje natural y; finalmente, en quinto lugar, aunque con perspectivas de ser la futura (y no muy lejana) visión, sistemas multi-agentes.

#### 4. ¿Cómo enseñar esta introducción a la Inteligencia Artificial?

Es difícil dar una respuesta "absolutista" a la pregunta de ¿cómo enseñar esta introducción a la Inteligencia Artificial?, ya que de hecho, igual que el temario, año tras año va evolucionando. Se

intenta llegar a un equilibrio entre las clases teóricas, las prácticas y las discusiones en clase. Además, usualmente, profesionales del mundo empresarial imparten conferencias complementarias.

#### 4.1 Clases teóricas

Se sigue un curso de cuatro horas semanales en que, en el sentido más clásico, se introducen y se exponen los distintos temas de forma "teórica" en clase. Todos estos temas vienen complementados por las prácticas que se exponen en el punto 4.2. Puntualmente se realizan discusiones en clase sobre distintos temas, bien sean relacionados con las prácticas o bien con la teoría. Un ejemplo son: a) al final del tema de representación del conocimiento cada grupo tiene que presentar brevemente un lenguaje distinto de representación del conocimiento; b) presentación en clase de alguna de las prácticas (como la de aprendizaje artificial), en que cada grupo plantea de qué modo ha decidido resolverla y porqué, o bien; c) al final del curso se analiza cómo resolver un problema utilizando las distintas disciplinas (sería el tema 10, planteado anteriormente).

#### 4.2 Trabajos

Los trabajos pretenden complementar las clases teóricas. Así, éstos, juegan un papel muy importante dentro del desarrollo de la asignatura. Es en ellos en los que se pretende que el estudiante sea capaz de valorar las distintas técnicas vistas en cada uno de los temas. Se plantean tres tipos de trabajos distintos:

- a. *Ejercicios sobre Lisp*, ya que este lenguaje se introduce en esta asignatura. Las clases correspondientes a este tema (tema 2) se realizan en una aula de terminales y, una vez se ha introducido el concepto de lenguaje funcional, se va probando aquello que se ha explicado siguiendo el documento antes citado [9]. Estas clases se completan con los ejercicios (o los ejercicios completan las clases). Dado que se introduce Lisp en este curso, se ve cómo se implementarían en Lisp algunos algoritmos de búsqueda, y también se da una propuesta para tratar los *frames*. De hecho se podría dar una visión de la teoría más comprometida con Lisp, tal y como se sigue en [16].
- b. *Tres prácticas* (relacionadas con los temas que se han considerado más relevantes en Inteligencia Artificial): sobre búsqueda, sobre representación del conocimiento y sobre aprendizaje artificial. En estas prácticas el estudiante tiene que presentar una memoria. Las dos primeras se tienen que implementar en el lenguaje que el estudiante juzgue más apropiado. Siempre pueden escoger el lenguaje de programación, pero forma parte de la práctica ya que tienen que justificar su elección. Normalmente usan: Lisp o CLOS, Prolog, C++ o Java.
- c. *Un trabajo* (teórico) que se tiene que presentar en clase profundizando sobre cualquier tema de la asignatura. Es de libre elección. Su exposición, normalmente, tiene que ser de 20 minutos más 10 de discusión.

Pero, ¿cuáles son los objetivos de cada trabajo?

1. Ejercicios de Lisp. Para aprender el lenguaje, ya que como hemos dicho, se introduce en esta asignatura.
2. La práctica de búsqueda. Se plantea un problema de búsqueda, y el estudiante tiene que decidir y justificar qué técnica (o técnicas) de las vistas en clase es la más adecuada y porqué.
3. La práctica de representación del conocimiento. Esta práctica pretende enfatizar la representación estructurada, en concreto los *frames*, y, por consiguiente los problemas de la herencia múltiple, la coherencia de los datos (sin llegar a realizar un sistema de mantenimiento de la verdad!), la posibilidad de ampliar la base de conocimiento de forma incremental, etc.

4. La práctica de aprendizaje artificial. Se plantea un problema de aprendizaje. Cada grupo se especializa en una familia distinta de aprendizaje y, desde esta perspectiva, tiene que buscar qué técnica es la más adecuada para resolver el problema. La calidad de la práctica se evalúa según cómo resuelven el problema en función de las posibilidades de la familia en la que trabajan, y en cómo valoran esta solución respecto las características de las otras familias del aprendizaje artificial.
5. El trabajo. Dado que el objetivo del curso es dar a conocer el marco de trabajo de la Inteligencia Artificial, y por lo tanto, siendo conscientes que muchos temas no se podrán tratar, se pretende que el estudiante profundice en aquel tema que le despierte más interés, al mismo tiempo que tendrá que hacer una búsqueda bibliográfica, una buena estructuración y un buen resumen de ésta, y tendrá que exponerlo en un tiempo dado.

### 4.3 Conferencias complementarias

Las clases teóricas y las prácticas se complementan con conferencias impartidas por profesionales del mundo empresarial, en las que describen sus productos relacionados con la asignatura. En concreto en este curso 1996/97 se han presentado aplicaciones relacionadas con la búsqueda y con el aprendizaje artificial.

### 5. Conclusiones y líneas de futuro

Se puede concluir que, es difícil responder las preguntas que se planteaban al inicio de la ponencia, ya que cuando se intenta responder una pregunta, surgen muchas más. Así, es mejor decir, que se ha dado un esbozo, orientado por las cuestiones iniciales, sobre *¿dónde están los límites de una introducción a la Inteligencia Artificial?*

Quizá uno de los puntos en que tendríamos que enfatizar más es en la importancia del razonamiento con sentido común [5], ya que es un comportamiento deseado en los *sistemas* que nos llevaría más cerca de poderlos llamar *sistemas inteligentes*.

Pero, ¿hacia dónde va el futuro de la "Inteligencia Artificial"? Esta pregunta la podemos responder desde dos puntos de vista distintos. El primero, sería el planteado por Doyle y Dean [6], los cuales proponen el papel que va a tener la Inteligencia Artificial para poder contribuir a la computación y a la ciencia en general. Ellos apuntan que las áreas que van a destacar en este sentido son: redes neuronales artificiales, deducción automática, robots móviles automáticos y semiautomáticos, razonamiento cualitativo computacional, programación con restricciones, sistemas de *data-mining*, métodos de aprendizaje basados en árboles de decisiones, lógicas descriptivas, sistemas de configuración y diseño, computación evolutiva, sistemas expertos o basados en el conocimiento, sistemas de lógica difusa y de control, representaciones gráficas de información incierta, búsqueda heurística, sistemas de programación basados en la lógica y en reglas, cálculos matemáticos simbólicos mecanizados, sistemas de comprensión y de generación del lenguaje natural, sistemas de planificación, métodos de síntesis y de verificación de programas, comprensión del habla independiente del orador en tiempo real, sistemas de razonamiento y de mantenimiento de la verdad, sistemas de ensamblaje robotizados, sistemas de procesamiento y de recuperación de texto, y sistemas de clasificación visual y de registro. Prácticamente se puede resumir diciendo que todas las disciplinas que integran la Inteligencia Artificial están incluidas en esta lista. Por lo tanto, de momento estamos en el buen camino. El segundo punto de vista, sería el de preguntarse hacia dónde va la propia Inteligencia Artificial. En este sentido, las áreas de investigación por las que apuestan la AAI [25] son aquellas que surgen directamente de las necesidades del papel de un sistema inteligente. Estas áreas son: representación del conocimiento; aprendizaje y adaptación; razonamiento sobre planes, programas y acciones; razonamiento plausible; arquitectura de un agente; coordinación y colaboración entre agentes; desarrollo de ontologías; procesamiento del habla y del lenguaje, y comprensión y síntesis de

imágenes. Dadas estas conclusiones, sí que parece que la Inteligencia Artificial (y también una introducción a la Inteligencia Artificial) se tendrá que plantear desde la perspectiva de los Sistemas Multi-Agentes. es decir, en general se dará por sobreentendido que se está hablando de la Inteligencia Artificial Distribuida [19]. Pero esta nueva perspectiva de la Inteligencia Artificial, ¿cuáles serán sus límites?

## 6. Referencias

- [1] J.F. Allen. *Natural Language Understanding*. The Benjaming Cummings Publishing Company, Second edition 1995
- [2] E. Charniak and D. McDermott. *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley, 1985
- [3] C. Comas and E. Golobardes. *Introducció a l'OPS5*. DI-96/027, Departamento de Informàtica, Enginyeria La Salle, Universitat Ramon Llull, Diciembre 1996
- [4] U. Cortés *et al.* *Inteligencia Artificial*. Edicions UPC, Tercera edició 1995
- [5] E. Davis. *Representations of Commonsense Knowledge*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1990
- [6] J. Doyle and T. Dean. *Strategic Directions in Artificial Intelligence*. ACM Computing Surveys 28(4), December 1996
- [7] R. Fikes and T. Kehler. *The role of frame-based representation in reasoning*. Communications of the ACM 28(9), 904-920, 1985
- [8] M. Ginsberg. *Essentials of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1993
- [9] E. Golobardes, C. Comas and J. Menal. *LISP. Inteligencia Artificial*. DI-96/002, Departamento de Informàtica, Enginyeria La Salle, Universitat Ramon Llull, Segunda versió 1996
- [10] E. Golobardes, J. Quiroga and J.M. Porta. *Sistemes Multi-Agents*. Technical Report LSI-97-10-T. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informàticos, Facultat d'Informàtica de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Junio 1996
- [11] M. Kay, J.M. Gawron and P. Norvig. *VERBMOBIL. A Translation System for Face-to-Face Dialog*. CSLI Lectures Notes No. 33, 1994
- [12] P. Lucas and L. Van der Gaag. *Principles of Expert Systems*. Addison-Wesley, 1991
- [13] G.F. Luger and W.A. Stubblefield. *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Second edition 1993
- [14] A. Moreno *et al.* *Aprendizaje automático*. Edicions UPC, 1994
- [15] N.J. Nilsson. *Principles of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1980
- [16] P. Norvig. *Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp*. Morgan Kaufmann Publishers, 1992
- [17] J. Pearl. *Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving*. Addison-Wesley, 1984
- [18] E. Rich and K. Knight. *Artificial Intelligence*. McGraw-Hill, Second edition 1994
- [19] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A modern approach*. Prentice-Hall, 1995
- [20] T. Sales. *Intel·ligència Artificial*. Technical Report LSI-90-23, Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informàticos, Facultat d'Informàtica de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, 1990
- [21] R.J. Schalkoff. *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*. McGraw-Hill Publishing Company, 1990
- [22] G.L. Steele. *Common Lisp - The Language*. Digital Press, Second edition 1990
- [23] D.S. Weld. *An Introduction to Least Commitment Planning*. AI Mag. 15(4):27-61, Winter 1994
- [25] D.S. Weld, J. Marks and D.G. Bobrow, editors, 1996. *The Role of Intelligent Systems in the National Information Infrastructure*. AI Magazine 16(3):45-64, Fall 1995
- [26] P.H. Winston. *Artificial Intelligence*. Addison-Wesley Publishing Company, Third edition 1992
- [27] P.H. Winston and B.K.P. Horn. *LISP*, 3rd Edition. Addison-Wesley Publishing Company, 1993