

La enseñanza de la Inteligencia Artificial básica en la Facultat d'Informàtica de Barcelona

Miquel Sànchez i Marrè, Javier Bèjar, Núria Castell, Ulises Cortés, J.M. Gimeno, Horacio Rodríguez
Secció d'Intel·ligència Artificial (IA). Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics (LSI)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).
Edificis C5-C6. Campus Nord
C/ Jordi Girona 1-3. 08034 Barcelona.

Resumen. En este documento se describe la implantación de los contenidos básicos en Inteligencia Artificial (IA), tal como se ha venido desarrollando, en los últimos años, en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). El documento intenta resumir las distintas experiencias docentes de los diferentes profesores que han impartido las asignaturas básicas de IA, dentro del actual plan de estudios de la FIB. En primer lugar se hará una brev descripción del plan de estudios actual de la FIB. Posteriormente, se explicitarán las asignaturas de IA y su relación con otras asignaturas del plan de estudios. En la sección tres se describen los objetivos de las asignaturas básicas de IA (IIA y TMIA), y en la sección cuatro, se detallan los contenidos actuales de dichas asignaturas. Los métodos de enseñanza y el papel de la programación y de las herramientas/entornos se exponen en las secciones cinco y seis. Los trabajos prácticos y los lenguajes de programación se describen en la sección siete. En la sección ocho se discuten las distintas estrategias para incorporar la programación en dichas asignaturas. Finalmente en la sección nueve se exponen los métodos didácticos utilizados, y en la sección diez se detallan las referencias bibliográficas del documento.

1. El plan de estudios de la FIB

El plan de estudios actual de la FIB (plan 91) se puso en marcha el curso 91/92, para la obtención de los títulos de Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. Vino a sustituir el antiguo plan de estudios de la Licenciatura en Informática de 1977.

Es un plan estructurado totalmente en asignaturas cuatrimestrales. Cada asignatura tiene asociada un número de créditos según su carga lectiva. Para la obtención del título se requiere haber aprobado un mínimo de créditos. Los créditos se obtienen cursando todas las asignaturas obligatorias, cursando asignaturas optativas del plan de estudios, o bien cursando asignaturas de libre elección.

La Ingeniería Informática tiene una duración de 10 cuatrimestres, con un primer ciclo de 4 cuatrimestres, y un segundo ciclo de 6 cuatrimestres. Las Ingenierías Técnicas tienen una duración de 6 cuatrimestres. Los dos primeros cuatrimestres de las tres titulaciones son comunes. Los Ingenieros Técnicos en Informática tienen la posibilidad de acceder al segundo ciclo de la Ingeniería Informática.

La Ingeniería Informática consta de 334 créditos con la siguiente distribución:

Primer ciclo

120 créditos de asignaturas obligatorias de primer ciclo
14 créditos de libre elección

Segundo ciclo

69 créditos de asignaturas obligatorias de segundo ciclo
111 créditos de asignaturas optativas
20 créditos de libre elección

Las Ingenierías Técnicas en Informática tienen una carga lectiva de 204 créditos, con la siguiente distribución:

Ingeniería Técnica en Informática de Gestión

153 créditos de asignaturas obligatorias
30 créditos de asignaturas optativas
21 créditos de libre elección

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas

151,5 créditos de asignaturas obligatorias de segundo ciclo
31,5 créditos de asignaturas optativas
21 créditos de libre elección

La fase de selección está formada por las 9 asignaturas de los 2 primeros cuatrimestres comunes a todas las titulaciones. Dicha fase selectiva debe ser superada por los estudiantes en un tiempo máximo de 2 años desde su ingreso en la FIB. Por otra parte, los estudiantes deben superar un mínimo de 15 créditos en su primer año de estudios.

2. Asignaturas de IA y su relación dentro del plan de estudios

Los contenidos de Inteligencia Artificial (IA) en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) se reparten en 5 asignaturas cuatrimestrales: 2 asignaturas cuatrimestrales de 2º ciclo obligatorias para la Ingeniería Informática Superior, optativa una de ellas (IIA) y de libre elección la otra (TMIA) para la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, y ambas de libre elección para la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas:

- a) Introducción a la Inteligencia Artificial (IIA)
- b) Técnicas y Métodos de Inteligencia Artificial (TMIA)

Su ubicación dentro del plan de estudios actual de la FIB se describe en la figura 1. Las otras tres asignaturas optativas de 2º ciclo son:

- a) Aplicaciones de la Inteligencia Artificial (AIA)
- b) Aprendizaje (A)
- c) Razonamiento (R)

Su relación con otras asignaturas del plan de estudios se refleja en la figura 2.

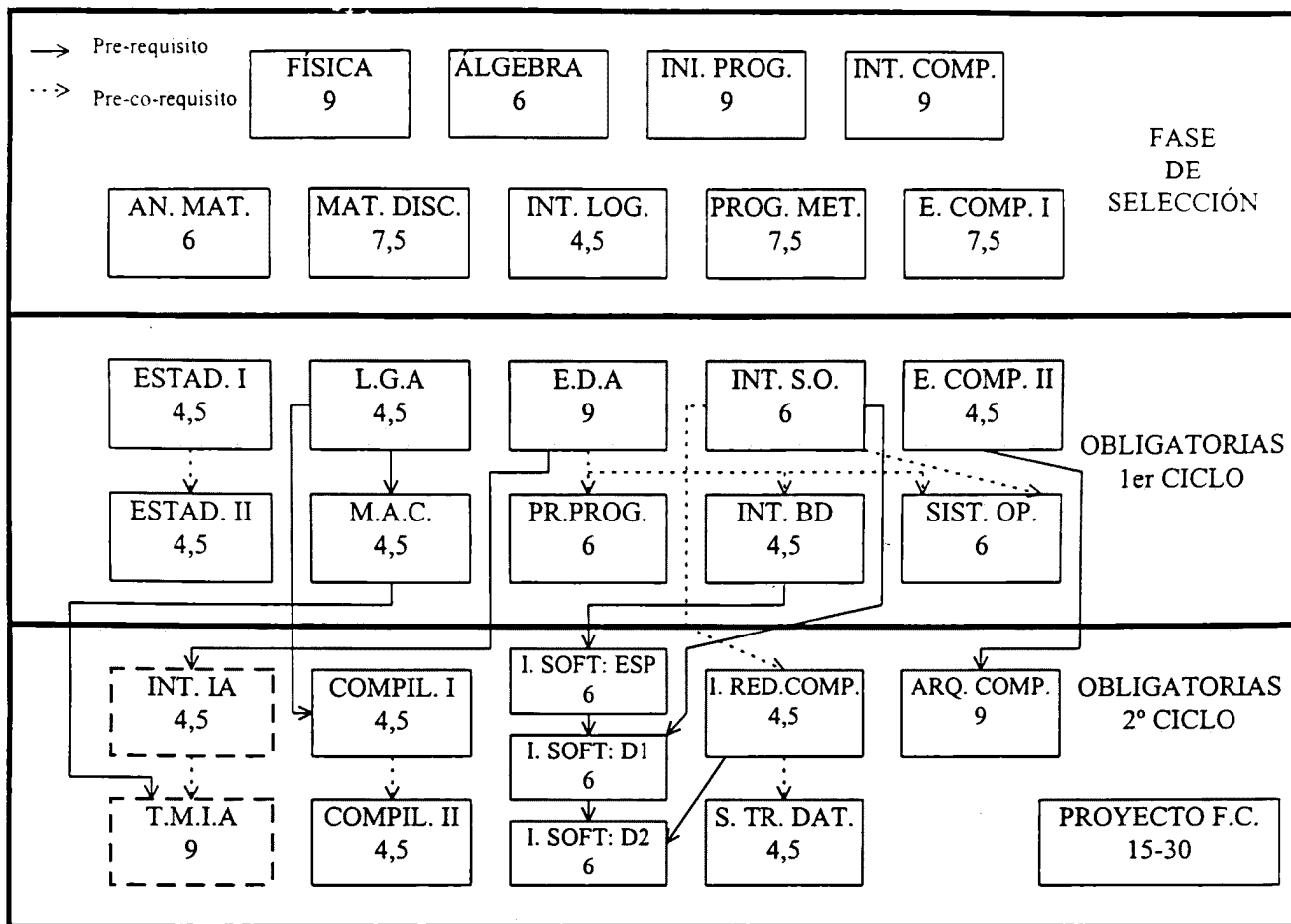


Figura 1. Asignaturas obligatorias del plan de estudios de Ingeniería Informática de la FIB

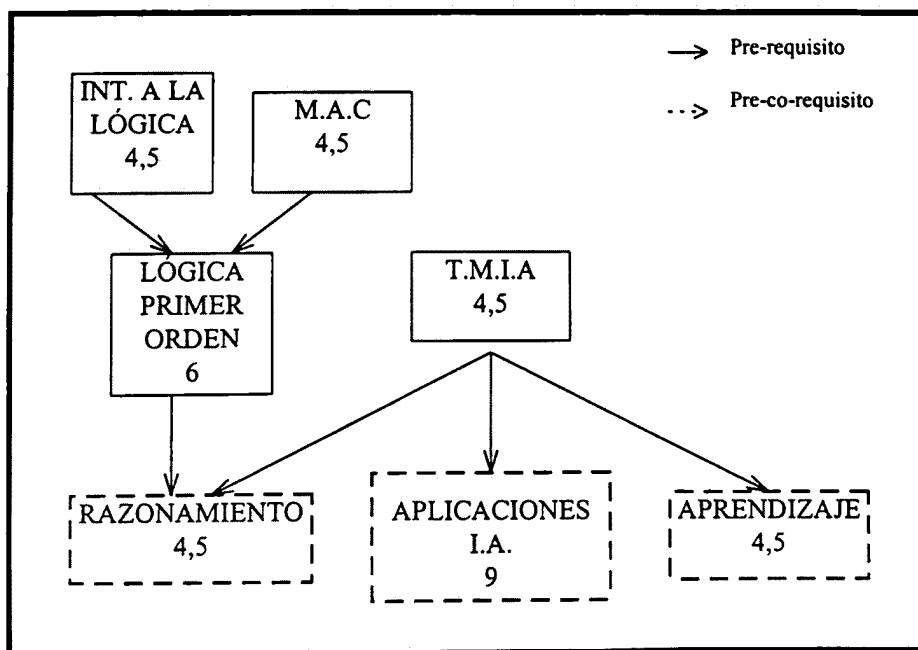


Figura 2. Asignaturas relacionadas con las otras 3

Estas 5 asignaturas forman el grupo temático de asignaturas de Inteligencia Artificial (GT-4). Además de estar relacionadas entre sí, están fuertemente ligadas a otras dos asignaturas del plan de estudios: Introducción a la Lógica (asignatura obligatoria de la fase de selección) y Lógica de Primer Orden (asignatura optativa de segundo ciclo).

Los contenidos básicos en Inteligencia Artificial, que son los que se pretenden discutir en estas Jornadas, se reparten en las dos primeras asignaturas: Introducción a la IA (IIA), y Técnicas y Métodos de IA (TMIA).

Existe en la actualidad un estudio para la revisión del plan de estudios de la FIB, dado que se han detectado ciertos desajustes. Varios de ellos afectan a las asignaturas de Inteligencia Artificial que en la nueva propuesta, bastante consensuada entre los profesores de IA, se pretenden corregir.

3. Objetivos de los cursos

Los objetivos de ambas asignaturas consisten en ofrecer a los estudiantes una visión básica de la Inteligencia Artificial: qué objetivos persigue la IA, qué paradigmas de IA existen para llevar a cabo esos objetivos, qué métodos o tecnologías se utilizan mayoritariamente. Más concretamente podemos detallar los objetivos de cada una de las dos asignaturas.

Objetivos de IIA

Presentar una visión global e histórica de la IA. Identificar los problemas que trata la IA. Dar una visión general de los fundamentos teóricos y formas de aplicación básicas, así como de las técnicas generales de *resolución de problemas* en IA. Poner de manifiesto el papel del *conocimiento* en la IA actual y conocer las técnicas básicas de su *representación* y utilización.

Objetivos de TMIA

Completar la visión básica y general de la IA que los estudiantes han recibido a través de la asignatura introductoria anterior (IIA). Profundización en dos áreas específicas de aplicación, que suelen ser las más utilizadas en las aplicaciones en la industria: los *sistemas basados en el conocimiento* y el *tratamiento del lenguaje natural*. Indicar las ampliaciones de ciertos temas y las conexiones con las asignaturas de IA posteriores.

4. Contenidos

El temario de cada una de las dos asignaturas se puede desglosar en los siguientes puntos, siguiendo una ordenación cronológica:

IIA

- 1-Introducción a la IA.
- 2-Representación del conocimiento.
 - 2.1 Introducción.
 - 2.2 Representación basada en lógica de predicados.
 - 2.3 Representación basada en sistemas de producción.
 - 2.4 Representaciones estructuradas: redes semánticas y frames.
 - 2.5 Análisis comparativo e las representaciones.

3-Técnicas de resolución de problemas.

- 3.1 Búsqueda no informada: DFS, BFS, Iterative Deepening, Iterative Broadening
- 3.2 Búsqueda heurística: Hill climbing, Best first, A*, IDA* .
- 3.3 Descomposición en subproblemas: AO* .
- 3.4 Juegos: minimax, α / β .
- 3.5 Satisfacción de restricciones: búsqueda, filtraje.

TMIA

1- Introducción.

2-Sistemas basados en el conocimiento (SBC).

- 2.1 Sistemas basados en el conocimiento. Sistemas Expertos (SE).
- 2.2 Arquitectura de un SE. Base de hechos. Base de conocimientos.
- 2.3 Motores de inferencia. Metaconocimiento.
- 2.4 Ingeniería del conocimiento: adquisición del conocimiento, ID3.
- 2.5 Ingeniería del conocimiento: técnicas de resolución de problemas.
- 2.6 Ingeniería del conocimiento: aplicación a casos prácticos.
- 2.7 Tratamiento de la incertidumbre.

3-Tratamiento del lenguaje natural.

- 3.1 Introducción. Análisis léxico.
- 3.2 Formalismos sintácticos: TN, RTN, ATN, Charts.
- 3.3 Interpretación semántica.
- 3.4 Formalismos lógicos: unificación, demostración automática de teoremas, DCG.
- 3.5 Formalismos lógicos: aplicación práctica (1).
- 3.6 Formalismos lógicos: aplicación práctica (2).

En el caso de la asignatura de TMIA, los temas 2 y 3 se alternan a lo largo del cuatrimestre, para simular un paralelismo real de los temas, y facilitar así la realización de los trabajos prácticos de los alumnos en los dos grandes bloques de la asignatura

5. Métodos de enseñanza

Las clases se dividen en IIA en clases de teoría (2h) y clases de problemas (1h), mientras que en TMIA se dividen en clases de teoría (1h), clases de problemas (1h) y clases de laboratorio (1h). En las clases de teoría se exponen los distintos temas de las materias, mientras que en las clases de problemas se ilustra la aplicación práctica de los conceptos teóricos expuestos en las clases de teoría , mediante la resolución de problemas, esperando la participación activa de los alumnos en dicha resolución, suceso que a menudo no acontece. Existen sendas colecciones de problemas, para ambas asignaturas. Parte de los problemas se resolverán en clase, y el resto quedará como trabajo personal de los alumnos. En las clases de laboratorio se tutoriza la realización de trabajos prácticos y se exponen ciertas herramientas y lenguajes de programación útiles para la realización de dichos trabajos.

Aquí cabe destacar dos hechos importantes. El primero es la falta de clases de laboratorio en la asignatura de IIA, para tutorizar y dedicar al trabajo práctico que deben realizar los alumnos. Este error se espera que se subsane en la reforma del plan de estudios. El segundo está relacionado con la otra asignatura. En TMIA, solamente hay una hora semanal de teoría. Para solucionar este problema tradicionalmente se ha venido impartiendo clases de 2 horas, alternativamente de teoría y de

problemas. También hay fundadas esperanzas que se solvete este problema en la reforma del plan de estudios.

6. El papel de la programación y las herramientas

Cada vez el papel de la programación va disminuyendo y el de las herramientas va aumentando debido a las escasas horas de docencia de ambas asignaturas en los, ya de por sí, menguados cuatrimestres. En los primeros cuatrimestres donde se impartieron las asignaturas de IIA y TMIA del nuevo plan 91, los trabajos prácticos de los estudiantes fueron realizados en los lenguajes de programación Lisp y/o Prolog. Ello conllevaba ciertos inconvenientes. Los alumnos no conocían ninguno de los dos lenguajes, con lo que en la asignatura de IIA, se hacía una pequeña introducción al Lisp, y en TMIA, se daban unas nociones de Prolog. Además, los trabajos prácticos eran muy costosos para los estudiantes, tanto en tiempo dedicado a los trabajos como en esfuerzo personal.

Para evitar este problema se diseñaron algunas herramientas de ayuda a la programación y actualmente se usan ciertos entornos de programación:

- Framekit⁺ [1]: Son un conjunto de rutinas implementadas en Lisp y adaptadas en el depto. de Llenguatges i Sistemes Informàtics, de las originales de Jaime G. Carbonell, para el manejo de un sistema de representación basado en frames.
- Gramlogic [2]: Se trata de un entorno para el uso de gramáticas lógicas para el tratamiento del lenguaje natural, producido por el depto. de Llenguatges i Sistemes Informàtics. El entorno permite cargar gramáticas y lexicones definidas previamente por el usuario, así como también editarlas. Además permite dibujar el árbol de análisis de las distintas frases que se analizan. Está implementado sobre Arity Prolog.
- Clips [3-5]: Es un shell para el desarrollo de sistemas expertos, que incorpora un motor de inferencia hacia adelante, un sistema de producción, un sistema de representación orientado a objetos, y la posibilidad de integrar llamadas a funciones escritas en otros lenguajes, especialmente en C.

Con ello, creemos que se ha logrado rebajar considerablemente, el esfuerzo requerido a los estudiantes, para la realización del trabajo práctico.

7. Los trabajos prácticos y los lenguajes de programación

No concebimos la docencia de estas asignaturas sin la realización de trabajos prácticos, que tienen unas consecuencias pedagógicas positivas innegables. En cada una de las asignaturas se plantea un trabajo práctico a realizar obligatoriamente por los alumnos en grupos de (normalmente) 3 personas que están tutorizados por un profesor. Dicho trabajo se entrega a final del cuatrimestre, pero se requiere la entrega de una especificación preliminar del trabajo al cabo de 4 semanas desde la presentación del enunciado del trabajo.

En IIA, tradicionalmente ha sido un trabajo relacionado con la representación del conocimiento: representación estructurada (redes semánticas, frames, *etc.*) que se implementaba anteriormente todo en Lisp o con la ayuda del entorno de programación para el manejo de frames actualmente (Framekit⁺); o sistemas de producción implementados en el shell Clips.

En IIA, se ha utilizado Lisp como complemento al paquete de rutinas preprogramadas sobre frames, Framekit⁺, y el shell Clips para los sistemas de producción.

En TMIA, se puede optar tradicionalmente entre una implementación de un pequeño sistema experto (implementado anteriormente en Lisp y ahora sobre el shell Clips) o la de un pequeño sistema de comprensión de lenguaje natural (implementado sobre el entorno de gramáticas lógicas gramlogic y/o Prolog).

En TMIA se ha utilizado Prolog como complemento al entorno de gramáticas lógicas Gramlogic para el tratamiento del LN; el Lisp anteriormente para programar sistemas expertos, y actualmente el shell Clips para la implementación de sistemas expertos.

8. Estrategias para incorporar la programación en el curriculum de la asignatura

Básicamente incluyendo diversos algoritmos (de búsqueda, de resolución de problemas, de aprendizaje automático, *etc.*) y nociones de programación previamente adquiridas por los alumnos en asignaturas anteriores del plan de estudios (recorridos de árboles y grafos, nociones de complejidad, *etc.*).

La aplicación práctica de la programación se integra a través de los trabajos prácticos y de su implementación, ya sea directamente en un lenguaje de programación, o indirectamente a través de herramientas y entornos de programación.

9. Material didáctico utilizado

Se utilizan diversos materiales didácticos en ambas asignaturas:

- Un libro sobre Inteligencia Artificial elaborado por varios profesores:
Inteligencia Artificial [6]
- Diversos libros de texto utilizados como bibliografía básica:
Essentials of Artificial Intelligence [7]
Artificial Intelligence [8]
Introduction to Artificial Intelligence [9]
Artificial Intelligence: a modern approach [10]
Paradigms of Artificial Intelligence Programming [11]
Artificial Intelligence Programming [12]
Natural Language Understanding [13]
Introduction to Expert Systems [14]
- Apuntes preparados por los profesores de las asignaturas:
Notas de curso (IIA) [15]
Apuntes de sistemas basados en el conocimiento (TMIA) [16]
Apuntes de razonamiento aproximado (TMIA) [17]
Apuntes de ingeniería del conocimiento (TMIA) [18]
Gramáticas lógicas (TMIA) [19-20]
- Colecciones de problemas:
Colección de problemas (IIA) [21]
Colección de problemas (TMIA) [22]
- Documentación sobre las herramientas y los entornos de programación:
Manual de Framekit⁺ [1]

Manuales de Clips [3-5]
Manual de Gramlogic [2]
Manual de Prolog [23]
Introducción a la programación en Lisp [24]

10. Referencias bibliográficas

- [1] A. Jerez. *Manual de usuario de Framekit*⁺. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1995.
- [2] S. Gómez. *Entorn per l'ús de gramàtiques lògiques*. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [3] A. Jerez. *Manual de Clips*. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [4] Lyndon B. Johnson Space center. *CLIPS Reference Manual*. CLIPS Version 6.0. Volumes I, II, III. June, 1993.
- [5] J.C. Giarratano. *CLIPS User's Guide*. CLIPS Version 6.0. Lyndon B. Johnson Space center. Software Technology Branch. May, 1993.
- [6] U. Cortés, J. Béjar, Ll. Belanche, J.M. Gimeno, M. Martín, A. Moreno, H. Rodríguez, M. Sánchez y R. Sangüesa. *Inteligencia Artificial*. Colección Politext, núm 17. 3a edició. Edicions UPC. Setembre de 1995. ISBN 84-7653-364-0.
- [7] M. Ginsberg. *Essentials of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann, 1993.
- [8] E. Rich y K. Knight. *Artificial Intelligence*. 2a edició. McGraw-Hill, 1991.
- [9] E. Charniak y D. McDermott. *Introduction to Artificial Intelligence*. 2a edició. Addison-Wesley, 1986.
- [10] S. Russell y P. Norvig. *Artificial Intelligence: a Modern Approach*. Prentice-Hall, 1995.
- [11] P. Norvig. *Paradigms of Artificial Intelligence Programming*. Morgan Kaufmann, 1990.
- [12] E. Charniak, C. Riesbeck, D. McDermott y J. Meehan. *Artificial Intelligence Programming*. 2a edició. Lawrence Erlbaum Associates, 1987.
- [13] J. Allen. *Natural Language Understanding*. 2a edició. Benjamin/Cummings Publishing company, 1995.
- [14] P. Jackson. *Introduction to Expert Systems*. 2a edició. Addison-Wesley, 1990.
- [15] N. Castell. *Notes de curs (IIA)*. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [16] J. Béjar y M. Sánchez. *Apunts de sistemes basats en el coneixement*. Ref. 45003, CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997
- [17] J. Béjar. *Apuntes de razonamiento aproximado*. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [18] J. Béjar. *Apuntes de ingeniería del conocimiento*. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [19] A. Jerez. *Gramàtiques Lògiques*. Ref. 45002, CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [20] H. Rodríguez, T. Martí y I. Castellón. *Formalismes lògics per al tractament del LN*. Edicions UPC. Temes d'Intel·ligència Artificial N° 3 (TIA-3), 1995.
- [21] N. Castell. *Col·lecció de problemes (IIA)*. Ref. 45006, CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [22] J. Béjar, U. Cortés, H. Rodríguez y M. Sánchez. *Col·lecció de problemes (TMIA)*. Ref. 45002, CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [23] J. Gatell y J. Güell. *Manual de Prolog*. CPET. Facultat d'Informàtica de Barcelona, 1997.
- [24] E. Sesa. *Introducció a la programació en Lisp*. Edicions UPC. Temes d'Intel·ligència Artificial N° 1 (TIA-1), 1994.