

Conceptos básicos en la enseñanza de la Inteligencia Artificial: datos, información y conocimiento

Margaret Miró-Julià

Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica
Universitat de les Illes Balears
07122 Palma de Mallorca
margaret.miro@uib.es

Resumen

En este trabajo se presentan aspectos docentes de la Inteligencia Artificial en la Universidad de las Islas Baleares. La ponencia está dividida en tres partes.

En la primera se enmarca la problemática asociada a la docencia universitaria de la Inteligencia Artificial centrada en torno al qué debe enseñarse.

En la segunda parte de la ponencia se analiza el cómo debe enseñarse, haciendo hincapié en la inexistencia de una definición consensuada de lo que es el conocimiento.

La tercera parte propone, basándose en lo anterior, una metodología docente para la asignatura "Inteligencia Artificial" de los estudios de Ingeniería Superior en Informática.

1. La asignatura "Inteligencia Artificial"

1.1. Objetivos y contenidos

La rápida evolución de las tecnologías obliga a una revisión continuada de los planes de estudio de Informática y al papel que en ellos debe desempeñar la Inteligencia Artificial. El "Computing Curricula 2001" (CC2001) [1] es una reciente propuesta docente revisada conjuntamente por la *Association for Computing Machinery* (ACM) y el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) que incorpora al currículo los recientes cambios tecnológicos. En CC2001 se identifican diversas áreas de conocimiento que a su vez están divididos en temas.

La Inteligencia Artificial se consolida dentro del área de conocimiento *Sistemas Inteligentes*. El CC2001 señala la importancia de los conocimientos en el área de *Sistemas Inteligentes*: "Un sistema inteligente tiene que percibir su entorno, actuar racionalmente para completar sus tareas e interactuar con otros sistemas y con los seres humanos." Estas capacidades se consiguen mediante visión por ordenador, lenguaje natural, robótica, Todos estos temas dependen de un conjunto amplio de representaciones del conocimiento (general y especializado), de mecanismos de razonamiento, de algoritmos de búsqueda y de técnicas de aprendizaje.

La Inteligencia Artificial proporciona una serie de herramientas para la resolución de problemas que resultan difíciles o impracticables de resolver por otros métodos.

El informe CC2001 establece materias esenciales y materias optativas dentro del área de conocimiento de *Sistemas Inteligentes*:

1. Materias esenciales:

- Conceptos básicos en Sistemas Inteligentes
- Búsqueda y satisfacción de restricciones
- Representación del Conocimiento y Razonamiento

2. Materias optativas

- Búsqueda avanzada
- Representación del Conocimiento y Razonamiento avanzados
- Agentes
- Lenguaje natural
- Aprendizaje y redes neuronales
- Planificación
- Robótica

En España, en el marco de las III Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de Informática

(JENU'97), se celebró el primer panel sobre *Enseñanza de Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento*. Uno de los objetivos de este panel consistió en construir un programa de referencia consensuado entre todos los asistentes para la asignatura "ideal" de Inteligencia Artificial [2]. Los asistentes, por unanimidad, acordaron que el núcleo de la asignatura debería estar formado por dos temas fundamentales: búsqueda y representación de conocimientos. Surgieron discrepancias en cuanto a la extensión de los contenidos, el orden en que aparecían en el programa y el resto de contenidos. Se consensuaron unos contenidos mínimos:

1. Introducción a la IA
 - 1.1. Definiciones de IA
 - 1.2. Revisión histórica
 - 1.3. Breve panorámica de áreas de aplicación
2. Caracterización de problemas en espacios de estados
3. Búsqueda
 - 3.1. Caracterización
 - 3.2. Búsqueda no informada
 - 3.3. Búsqueda informada:
 - 3.3.1. métodos genéricos de resolución
 - 3.3.2. búsqueda sin adversarios
 - 3.3.3. búsqueda con adversarios
4. Representación de Conocimientos
 - 4.1. Caracterización
 - 4.2. Lógica
 - 4.3. Sistemas de Producción
 - 4.4. Representaciones Taxonómicas
 - 4.4.1. redes semánticas
 - 4.4.2. marcos

Más recientemente, en el marco de la Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial (CAEPIA-TTIA'2001), se celebró el encuentro de *Docencia de la Inteligencia Artificial*. Muchas de las ponencias allí presentadas ajustan sus programas a los contenidos mínimos arriba mencionados. Resaltamos los programas propuestos por Mata [9], Moreno Pérez et al. [10] o Mandow et al. [4].

Por otro lado, se aseguró la necesidad de que la docencia impartida se ajuste a los requerimientos y evolución de los problemas que la Inteligencia Artificial deberá abordar para consolidarse como una tecnología útil a la sociedad.

Desde el punto de vista curricular es necesario actualizar los contenidos teniendo en cuenta tanto el marco general de la disciplina como el entorno interno de cada centro docente.

1.2. La Inteligencia Artificial en la UIB

La docencia de la Inteligencia Artificial en la Universidad de las Islas Baleares (UIB) se localiza en los estudios de Informática que comprende las titulaciones de *Ingeniería Técnica en Informática de Gestión* (ITIG), *Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas* (ITIS) e *Ingeniería Superior en Informática* (ISI). Ambas ingenierías técnicas se organizan en tres cursos académicos y tienen acceso directo a la titulación de segundo ciclo de Ingeniería Superior en Informática, organizada en dos años.

Actualmente, la UIB ofrece dos asignaturas de Inteligencia Artificial: *"Introducción a la Inteligencia Artificial"* de 6 créditos que es asignatura optativa en ITIG y asignatura de libre configuración en ITIS y la asignatura troncal de 9 créditos *"Inteligencia Artificial"* de la ISI.

El trabajo realizado por CC2001, JENU '97 y CAEPIA-TTIA'2001 facilita bastante la elección de contenidos para la elaboración del programa de las asignaturas de Inteligencia Artificial.

El objetivo central de la asignatura *"Introducción a la Inteligencia Artificial"* es capacitar al alumno para reconocer problemas susceptibles para ser abordados con la metodología de la Inteligencia Artificial y a partir de las nociones básicas dadas elegir la más adecuada.

La asignatura troncal *"Inteligencia Artificial"* es la más importante de las asignaturas de Inteligencia Artificial que se imparte actualmente en la UIB. De acuerdo con las directrices mencionadas arriba, su programa:

- incorpora una introducción que incluye una perspectiva histórica, definición y ejemplos de aplicaciones relevantes;
- imparte los fundamentos de la búsqueda analizando las técnicas heurísticas fundamentales;
- estudia la representación del conocimiento y la construcción de sistemas basados en el conocimiento.

El programa actual de la asignatura consta de 7 temas, con contenidos que se ajustan a los criterios arriba mencionados:

- 1.- Introducción
- 2.- Resolución de Problemas en Inteligencia Artificial.
- 3.- Búsqueda en el Espacio de Estados.
- 4.- Representación del Conocimiento
- 5.- Razonamiento con Incertidumbre.
- 6.- Sistemas basados en el Conocimiento.
- 7.- Planificación.

2. Datos, información o conocimiento

Una vez establecido el qué debe enseñarse, hay que considerar el cómo. Según Rich [6], "Uno de los más sólidos y rápidos resultados que surgieron en las primeras tres décadas de las investigaciones en Inteligencia Artificial fue que la inteligencia necesita conocimiento". Todos coincidimos en la necesidad del conocimiento para desarrollar técnicas, incluso conocemos sus propiedades. Todos pensamos que sabemos lo que es el conocimiento. Las diferentes formas de vida (humana o de otro tipo) no podrían funcionar si no estuvieran recibiendo y procesando conocimiento constantemente, siempre ha sido así. Aunque el conocimiento sea esencial para el funcionamiento de cualquier organismo, desconcierta saber que no exista una definición consensuada del concepto de conocimiento aunque, esto sí, exista una confusión generalizada al respecto.

Parte de esta confusión radica en el hecho de que conocimiento no es **una** cosa, conocimiento son **muchas** cosas. Aunque nos referimos a conocimiento utilizando un nombre común individual, realmente debería ser interpretado como un nombre **colectivo**.

La noción de conocimiento puede ser explorado desde una variedad de perspectivas. Desde la perspectiva de la lógica matemática donde el conocimiento queda claramente estructurado mediante una descripción precisa y concisa: la lógica de primer orden, hasta un punto de vista psicológico donde el conocimiento es un fenómeno empírico del mundo natural, pasando por un punto de vista social donde el conocimiento es el producto de la búsqueda a ciegas que es la evolución. El resultado de todas estas observaciones es que el conocimiento son

muchas y variadas cosas que de momento no tienen una representación general común.

La representación del conocimiento es un bloque importantísimo dentro de la docencia de la Inteligencia Artificial. Los libros más recomendados en las bibliografías de las diversas asignaturas de Inteligencia Artificial en las universidades españolas dedican varios capítulos al tema. Pero, resulta interesante y sorprendente advertir que los autores no definen el conocimiento, suponen que todos sabemos lo que es. Ya lo dice claramente Nilsson en su libro [5], "El gran problema de la Inteligencia Artificial es qué expresar, no como expresarlo", sé representar el conocimiento aún no sabiendo lo qué es. La definición de lo qué es el conocimiento no preocupa, tan sólo interesa representar el conocimiento para poder resolver el problema concreto que se está estudiando.

Según Newell [7], "la gente ... induce a partir de su práctica una cierta noción de lo que significa que un sistema tenga conocimiento y que significa proporcionar los mecanismos del nivel simbólico que codifican dicho conocimiento y lo extraen para que el programa se comporte del modo deseado". Sin embargo, ¿podemos basar la enseñanza de la Inteligencia Artificial en la esperanza de que los estudiantes induzcan por sí mismos la noción adecuada de conocimiento? ¿Sería necesario abordar esta cuestión de forma explícita?

2.1. El conocimiento: ente abstracto

En la asignatura "*Introducción a la Inteligencia Artificial*", la inclusión del concepto de agente esconde la necesidad de definir el concepto de conocimiento.

El concepto agente se refiere a cualquier sistema que se desenvuelve en un determinado medio en el que puede realizar acciones y del cuál puede recibir percepciones. Además, se supone que un agente posee una serie de objetivos y que intenta seleccionar sus acciones de modo que pueda conseguirlos. La introducción del término de agente da una definición operativa al concepto de conocimiento, ya que, una característica importante de un agente es que posee conocimiento.

El conocimiento de un agente se define como aquello que le hace competente para la

consecución de sus objetivos, es lo que le permite seleccionar las acciones adecuadas. El conocimiento es algo abstracto que nosotros, como observadores, atribuimos a un agente para explicar su comportamiento sin necesidad de entrar en los detalles de su estructura física.

La introducción del agente parece oportuno en un curso introductorio de Inteligencia Artificial. Sin embargo, en la asignatura "*Inteligencia Artificial*" de la ISI en dónde debe profundizarse más, es conveniente introducir el concepto de conocimiento a un nivel adecuado a un segundo ciclo universitario.

2.2. El conocimiento: ente concreto

Para conseguir una definición concreta del conocimiento se empieza intentando aislar el conocimiento más básico, el más rudimentario, el más puntual. Desde un punto de vista informático el dato es un conocimiento puntual en cuanto a su contenido.

Los datos son observaciones obtenidas a partir de investigaciones, los datos hacen referencia a valores que pueden ser cuantitativos (numéricos) o cualitativos (cualidades). Generalmente, un único dato no tiene mucho sentido, a no ser que se incluya dentro de un contexto. El contexto es necesario para darle un significado a los datos, incluir un contexto equivale a realizar afirmaciones acerca de un objeto (elemento) y sus propiedades o atributos.

A partir de las relaciones entre los datos y de los patrones encontrados se consigue información. La información consiste en valores (datos) que se poseen de ciertos objetos. Esta información tiene un significado para la persona que lo analiza y depende del contexto utilizado.

Las palabras dato e información son de uso cotidiano y en muchas ocasiones se utilizan indistintamente. Es más, en el lenguaje coloquial, dato, información y conocimiento son sinónimos. Si se consulta un diccionario se aprecia que los términos dato, información y conocimiento están definidos unos en términos de los otros. Sin embargo, todos somos conscientes de unos pequeños matices que los diferencian. Todos coincidimos en que conocimiento es algo más que información. Al intentar comprender mejor la información se obtiene conocimiento.

La información consiste básicamente en datos almacenados, es un conocimiento estático. Pero el conocimiento tiene además una componente funcional: la interpretación de los datos. Esta interpretación está íntimamente ligada con el uso que se hace de los datos. Es necesaria una componente dinámica, unos procesos que manipulen e interpreten los datos con el fin de transformarla en conocimiento dinámico. Según Freksa [3], conocimiento es la interacción entre los datos y la interpretación:

$Conocimiento = Datos + Interpretación$
donde *datos* refleja el aspecto estático e *interpretación* el aspecto dinámico.

3. Método propuesto

En la enseñanza universitaria está presente el eterno dilema entre la educación y la profesionalidad; entre el saber y el hacer. En las enseñanzas de carácter tecnológico surge el peligro del predominio de la concepción del saber como mero almacenamiento de definiciones y teoremas o como familiaridad con las técnicas usuales frente a la verdadera dimensión formativa que debe presidir la educación superior.

La rápida evolución de las técnicas y conocimientos aplicados y la adaptación a las necesidades sociales cambiantes inciden directamente en la docencia de la Inteligencia Artificial.

En la enseñanza de la Inteligencia Artificial en la UIB no basta con conseguir que el alumno asimile un cúmulo de conocimientos determinados, tanto o más importante es inculcarle la aptitud y la preparación necesarias para completar, por sí sólo, su formación informática en las líneas y temas que le resulten indispensables. Hay que dar más cabida a la valoración de la capacidad creativa que a los conocimientos de herramientas específicas.

Es necesario formar al futuro profesional informático, no basta con sólo enseñarle algoritmos y métodos específicos, hay que exponer, desarrollar e interpretar el meta-problema que subyace debajo de los problemas estudiados mediante métodos y técnicas propios de la Inteligencia Artificial. Además de enseñar al alumno las distintas representaciones del conocimiento según el problema a estudiar, es necesario inculcarle una sensibilidad e inquietud

acerca de lo que es el conocimiento., y ofrecerle una primera aproximación de la representación del conocimiento, una representación válida para cualquier tipo de conocimiento.

El método propuesto no modifica el contenido, el "qué", del programa de la asignatura, tan sólo retoca la metodología, el "cómo", mediante la introducción, de manera pausada, de la definición del conocimiento.

Existen dos temas del programa en los cuales es necesario tratar el conocimiento y que permiten la introducción de la noción de conocimiento de forma paulatina: Búsqueda en el Espacio de Estados (conocimiento estático) y Representación del Conocimiento (conocimiento dinámico).

3.1. Búsqueda en el Espacio de Estados

Los primeros trabajos desarrollados en el campo de la inteligencia artificial (1955-1965) abordan problemas que eran simplificaciones del mundo real: demostración de teoremas, problemas de juegos, etc. El primer formalismo de representación fue el espacio de estados que representa la estructura de un problema en término de las alternativas disponibles.

La metodología utilizada consistía en la realización de procesos de búsqueda en espacios de estados, desde un estado inicial a un estado solución, sin utilizar ningún conocimiento sobre el dominio del problema. La búsqueda a ciegas del dominio pretende realizar una exploración exhaustiva del espacio de estados de forma progresiva y sistemática que, en principio, no deje ningún estado sin explorar.

Este método no resulta eficaz debido a la explosión combinatoria. Información adicional sobre el dominio puede ayudar a dirigir el proceso de búsqueda, de tal manera que son explorados en primer lugar aquellos estados que resultan más prometedores a la hora de conducir a un estado solución.

La principal diferencia entre la búsqueda informada y la búsqueda a ciegas es que a cada estado se le asocia un valor de lo cerca que se encuentra de un estado solución. Existe información en forma de una tabla de datos dentro de un contexto, existe un primer nivel de conocimiento que ayuda a guiar el proceso de búsqueda. Al disponer de esta información adicional, la búsqueda deja de ser rígida,

resultando más inteligente. El desarrollo de la búsqueda heurística permite la introducción, de manera simple, de un primer nivel de conocimiento estático, que de alguna manera indica una estrategia para la resolución del problema.

Un problema que resulta ilustrativo de la búsqueda heurística y el primer nivel de conocimiento es el típico problema que consiste en varias ciudades comunicadas por un servicio de autobuses, se pretende ir de la ciudad A a la ciudad B. Este problema puede resolverse utilizando las distintas estrategias de búsqueda no informada, pero si se dispone de una tabla que proporciona las distancias entre cada ciudad y la ciudad B, si se dispone de conocimiento llegamos más fácilmente al estado solución.

3.2. Representación del Conocimiento

En la década de los setenta y ochenta se empezaron a aplicar técnicas propias de la Inteligencia Artificial en la resolución de problemas complejos del mundo real. Una importante conclusión a la que se llegó fue la importancia de saber modelar la gran cantidad de conocimiento específico del dominio de cada problema. Hay que diseñar estructuras capaces de reproducir, de manera útil, ciertos aspectos de la realidad.

El conocimiento de primer nivel introducido en la búsqueda heurística consiste básicamente en datos almacenado. Es necesaria una componente dinámica, unos procesos que manipulen e interpreten los datos con el fin de transformarla en conocimiento dinámico.

Lo que realmente distingue la información del conocimiento es el carácter objetivo de la información frente al carácter subjetivo del conocimiento. La información, por sí misma, es inerte. Es el usuario al utilizarla, quien la transforma en algo activo: en conocimiento.

Los datos junto con su interpretación forman la base de conocimientos sobre la cual se aplican diferentes tipos de razonamientos para extraer más información. Esta representación de los datos suele realizarse mediante proposiciones válidas representadas a través de la lógica o reglas dando lugar a estructuras declarativas o de procedimientos.

Pero, existe otro tipo de conocimiento, el generado a partir de una colección de datos pertenecientes a un mismo contexto. Este prototipo de conocimiento considera un conjunto de objetos y un conjunto de atributos, los datos corresponden a los valores de los atributos que corresponden a los diversos objetos.

Dado un conjunto de objetos $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ y un conjunto de atributos $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$, definimos la tabla de objetos y atributos (OAT) como aquella tabla cuyas filas representan los objetos y cuyas columnas representan los atributos. Cada elemento t_{ij} de la tabla representa el valor del atributo r_j que corresponde al objeto d_i , tal como indica la Tabla 1.

	r_1	r_2	...	r_j	...	r_n
d_1	t_{11}	t_{12}	...	t_{1j}	...	t_{1n}
d_2	t_{21}	t_{22}	...	t_{2j}	...	t_{2n}
.....						
d_i	t_{i1}	t_{i2}	...	t_{ij}	...	t_{in}
.....						
d_m	t_{m1}	t_{m2}	...	t_{mi}	...	t_{mn}

Tabla 1. Tabla de objetos y atributos

La OAT es una correspondencia C entre el conjunto D de objetos y el conjunto R de atributos. Una OAT es la descripción del conocimiento que se posee sobre los objetos dados a partir de los atributos dados.

La información (los datos) presentada y organizada apropiadamente origina conocimiento, es decir, genera un conjunto de nociones o ideas, (valores de atributos) sobre un subconjunto de objetos D_i . Llamamos conocimiento a toda pareja de la forma $\langle D_i, C(D_i) = R_i \rangle$. En general, todo subconjunto D_i genera conocimiento.

Previamente se ha expuesto el carácter colectivo del conocimiento. Esta idea queda claramente reflejada al considerar una OAT, ya que se generan múltiples conocimientos del tipo $\langle D_i, R_i \rangle$.

Este tipo de conocimiento definido a partir de una pareja de subconjuntos $\langle D_i, R_i \rangle$ puede ser estudiado de manera intuitiva utilizando el álgebra de Boole (teoría de conjuntos), ya que los

subconjuntos D_i y R_i son elementos del conjunto partes de D y partes de R respectivamente.

Por desgracia, el conocimiento es más complejo que las simples ideas expuestas aquí. Según J. Miró [8], quien ha profundizado en el tema, existen dos tipos de conocimiento:

- el conocimiento extensional o de modo R , que corresponde a un modelo detallado de conocimiento donde se enumera a todos los objetos que posean los valores considerados de los atributos;
- el conocimiento declarativo o de modo L que corresponde a un modelo genérico de conocimiento donde se realizan afirmaciones de un subconjunto de objetos, sin enumerarlos, utilizando tan sólo los valores de sus atributos.

En otras palabras, a partir de una OAT se pueden realizar afirmaciones detalladas enumerando los objetos, o bien pueden realizarse afirmaciones genéricas, sin nombrar a los objetos, a partir de los valores de los atributos. Por ejemplo, las matemáticas utilizan en sus definiciones conocimiento modo L , se realizan afirmaciones sobre el conjunto de los números reales sin especificar que elementos la componen.

Debe quedar claro que el mismo conocimiento puede ser descrito en modo R o modo L . La generación del conocimiento en modo L a partir del correspondiente conocimiento en modo R equivale a un proceso de inducción. La obtención del conocimiento en modo R a partir del mismo conocimiento en modo L equivale a un proceso de instanciación (ejemplo). La adquisición de conocimiento en modo L a partir de conocimiento modo L constituye un proceso de deducción.

4. Conclusión

La metodología y los objetivos del programa de la asignatura "Inteligencia Artificial" de los estudios de ISI debe reflejar la misión del profesor: formar a futuros profesionales informáticos. Esta formación consiste en proporcionar a los alumnos conocimientos específicos y, sobre todo, en inculcarles una visión conjunta de la complejidad presente en el planteamiento de problemas y de la simplicidad de su resolución mediante métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial.

Los métodos propios de la Inteligencia Artificial mejoran su eficiencia si se utiliza el conocimiento disponible. La introducción formal del concepto de conocimiento permite introducir, de manera natural, la complejidad (no lo sé definir) y la simplicidad (sé lo que es) presente en la Inteligencia Artificial.

La metodología propuesta introduce el conocimiento de primer nivel o conocimiento estático como aquella información adicional necesaria para realizar una búsqueda heurística y concluye definiendo el conocimiento como una correspondencia entre el conjunto de objetos D y el conjunto de atributos R.

Los métodos de búsqueda sin información son ineficaces y no tienen aplicación práctica dentro de la Inteligencia Artificial. Los métodos heurísticos sacrifican la completitud al incrementar la eficiencia y son preferibles a la hora de resolver un problema. Una heurística es una estrategia basada en una suposición bien fundamentada que puede resolver un problema dado, pero que no ofrece ninguna garantía. Las heurísticas son estrategias que necesitan información adicional para poder realizar la suposición. Es necesario conocimiento en forma de dato (valor numérico en un contexto) que evalúe de algún modo lo prometedor que resulta el nodo. De una manera natural, se introduce el conocimiento estático. Este primer nivel de conocimiento permite explorar en primer lugar los caminos más prometedores, acotando el espacio de búsqueda.

Para poder realizar una representación coherente del conocimiento se incluye una presentación formal de conocimiento. El conocimiento dinámico formado por los datos almacenados y los procesos que manipulan e interpretan los datos con el fin de transformarla en conocimiento dinámico. Los datos junto con su interpretación forman la base de conocimientos sobre la cual se aplican diferentes tipos de razonamientos para extraer más información. Esta representación de los datos suele realizarse mediante proposiciones válidas representadas a través de la lógica o reglas dando lugar a estructuras declarativas o de procedimientos. Estas estructuras constituyen el núcleo clásico de la representación del conocimiento.

Sin embargo, existe otro tipo de conocimiento, el generado a partir de una tabla de objetos y

atributos. Este tipo de conocimiento se genera a partir de una correspondencia entre el conjunto D de objetos y el conjunto R de atributos y permite la representación del conocimiento utilizando parejas de subconjuntos de D y de R de la forma $\langle D_i, R_i \rangle$.

Como reflexión final, es conveniente reconocer que el método propuesto admite muchas mejoras que esperamos identificar e incluir oportunamente en un futuro.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a mis compañeros del grupo de investigación "Modelos formales en Inteligencia Artificial" que directa o indirectamente me han ayudado a preparar esta ponencia que pretende reflejar nuestras inquietudes en la docencia de la Inteligencia Artificial.

Quiero agradecer al Dr. Gabriel Fiol sus valiosos comentarios sobre lo "qué" es la Inteligencia Artificial y sus sugerencias y el continuo intercambio de ideas sobre "cómo" debe enseñarse la Inteligencia Artificial.

Finalmente, quiero expresar mi respeto, admiración y agradecimiento al Dr. José Miró por sus largas discusiones sobre los pilares de la Inteligencia Artificial; su disponibilidad a la hora de implementar esta metodología; y sobre todo por sus ideas, perspicacias e intuiciones.

Referencias

- [1] IEEE/ACM Computer Science Joint Task Force, *Computing Curricula 2001*, Communications of the ACM, 2001. <http://www.acm.org/sigcse/cc2001>
- [2] A. Gómez-Pérez y C. Montes. Enseñanza de Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento. *Inteligencia Artificial*, 3: 2-9, 1997. <http://aepia.dsic.upv.es/numeros/3/gomez>
- [3] Ch. Freksa, U. Furbach y G. Dirlich, "Cognition and Representation", ATP-34-X-84. Technische Universität München, 1984.
- [4] L. Mandow y J. L. Pérez de la Cruz, "Qué y cómo" enseñar en Inteligencia Artificial. En *CAEPIA-TTIA'2001, Conferencia de la*

- Asociación Española para la IA*, pp. 1-10, Gijón, 2001.
<http://ftp.aic.uniovi.es/Docencia\IA/Ponencias>
- [5] N. Nilsson, *Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis*, McGraw Hill, 2000.
- [6] E. Rich y K. Knight, *Inteligencia Artificial*, McGraw Hill, 1994.
- [7] A. Newell, *Reflections on the knowledge level*, *Artificial Intelligence*. 59: 31-38, 1983.
- [8] J. Miró, *Gathering Knowledge.. Letters to a Friend*. Ed. UIB, 1992.
- [9] E. J. Mata, *Aspectos docentes de la asignatura "Inteligencia Artificial" del plan de estudios de la licenciatura de Matemáticas en la Universidad de La Rioja*. En *CAEPIA-TTIA'2001, Conferencia de la Asociación Española para la IA*, pp. 139-146, Gijón, 2001.
<http://ftp.aic.uniovi.es/Docencia\IA/Ponencias>
- [10] J. A. Moreno Pérez, J. M. Moreno Vega, P. Caballero, P. García, F. Pérez y E. Sánchez, *Docencia de IA en la Universidad de La Laguna*. En *CAEPIA-TTIA'2001, Conferencia de la Asociación Española para la IA*, pp. 65-74, Gijón, 2001.
<http://ftp.aic.uniovi.es/Docencia\IA/Ponencias>