

Un enfoque metodológico para la docencia en Ingeniería del Conocimiento

Amparo Alonso Betanzos, Bertha Guijarro Berdiñas

Departamento de Computación
Universidad de A Coruña
15071 A Coruña

e-mail: ciamparo@udc.es, cibertha@udc.es

Adolfo Lozano Tello

Departamento de Informática
Universidad de Extremadura
10071 Cáceres

e-mail: alozano@unex.es

Resumen

En esta ponencia se presenta una propuesta para la docencia de la Ingeniería del Conocimiento en la Ingeniería en Informática. El planteamiento se orienta al desarrollo de sistemas basados en conocimiento siguiendo la metodología *CommonKADS*. Este enfoque es coincidente en casi su totalidad en las asignaturas de “Ingeniería del Conocimiento” en la Universidad de A Coruña y de “Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento” en la Universidad de Extremadura. En el artículo se expone cómo llevar a cabo esta idea y las ventajas e inconvenientes encontrados.

1. Introducción y motivación

El contenido de los temarios para la enseñanza de la Ingeniería del Conocimiento (IC) para la Ingeniería en Informática en las universidades españolas es muy variado. Algunos proyectos docentes para las asignaturas que imparten esta materia se han elaborado siguiendo fundamentos tradicionales y consolidados en IC, otros complementan a asignaturas cursadas en la titulación relacionadas con la Inteligencia Artificial (IA) y otros apuestan por un enfoque metodológico similar al perseguido en Ingeniería del Software. Es necesario, pues, identificar y debatir los distintos enfoques y las ventajas e inconvenientes de cada uno de los proyectos docentes en esta materia.

Una fuente importante de recomendaciones en la elaboración de un proyecto docente la constituye el *Computing Curricula 2001* [3]. Dentro del área de *Sistemas Inteligentes* todas las unidades de estudio propuestas se catalogan

dentro de cursos de nivel intermedio. Como curso avanzado dentro de esta área se propone, entre otros, uno sobre *Sistemas Basados en Conocimiento* donde podría englobarse la asignatura *Ingeniería del Conocimiento*. Sin embargo, hasta el momento, no se han elaborado las descripciones de estos cursos para los que tampoco existen recomendaciones en el *Computing Curricula '91* [1].

Por otro lado, la variabilidad de la asignatura IC en las Universidades españolas se debe, en parte, a la organización de los descriptores de la troncalidad *Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento* (RD 1459/1990. B.O.E. 26/10/90). En ocasiones existe una asignatura de IA genérica que engloba la IC. En otros casos existe una asignatura específica de IC que recibe diferentes nombres en las distintas Universidades: *Ingeniería del Conocimiento*, *Ingeniería del Conocimiento: Sistemas Expertos*, *Ampliación de Ingeniería del Conocimiento*, *Ingeniería de los Sistemas Basados en el Conocimiento*, etc. En cuanto al carácter obligatorio u optativo de la asignatura, su carácter cuatrimestral o anual y su número de créditos, también la situación es variable.

Todas estas diferencias dificultan la elaboración de unas directrices comunes en cuanto al temario de la asignatura tal como se evidencia también en los encuentros de docentes de IA [4] y a pesar de los avances que suponen estos trabajos. Podemos encontrar dos enfoques predominantes: un enfoque práctico de la asignatura orientado a la enseñanza de una metodología de IC, y un enfoque más orientado a profundizar en las técnicas empleadas en la IC (adquisición y representación de conocimiento, métodos de resolución de problemas, etc.) Existen, no obstante, una serie de temas básicos comunes a

ambos enfoques, como la adquisición de conocimiento, los procedimientos de evaluación de SSBBC, o la importancia que se concede a la parte práctica de la asignatura dada su naturaleza experimental.

Dada la ausencia de una especificación homogénea, hemos recurrido a un análisis histórico del desarrollo de la disciplina para llegar a una definición de ésta que nos permita sentar las bases de la orientación de la asignatura.

Tal como se explica en [8], después del entusiasmo inicial en el área, surge una crisis a finales de los 80 y el pesimismo en cuanto a las posibilidades de aplicación real de los SSBBC debido a un fracaso generalizado en el campo comercial. Había problemas en cuanto a la estimación del tiempo de desarrollo, el incumplimiento de las expectativas iniciales, y la dificultad del, el mantenimiento y verificación de dichos sistemas. Algunas de las causas de esta crisis fueron la ausencia de una metodología estructurada y específica para el desarrollo de estos sistemas, y el cuello de botella que suponía la adquisición de conocimiento. La situación era análoga a la que había tenido lugar en la llamada crisis del software de finales de los años 60. Así, la misma necesidad de establecer planteamientos más metodológicos que dio lugar al nacimiento de la Ingeniería del Software (IS) en el campo de los sistemas de información, en el campo de la IA hizo surgir una nueva disciplina, llamada IC, que trataba de dar una visión más ingenieril al proceso de construcción de SSBBC. Así, la IC puede definirse como:

“La disciplina tecnológica que se centra en la aplicación de una aproximación sistemática, disciplinada y cuantificable al desarrollo, funcionamiento y mantenimiento de SSBBC. En otras palabras, el objetivo último de la IC es el establecimiento de metodologías que permitan abordar el desarrollo de SSBBC de una forma más sistemática” [10].

Actualmente, se han producido importantes avances en el campo, se han desarrollado diversas metodologías, de las que las más recientes y exitosas están basadas en el *modelado del conocimiento*. Un ejemplo de ello es la metodología *CommonKADS* [9] que se ha convertido en un estándar europeo para el desarrollo de SSBBC.

2. Las asignaturas de Ingeniería del Conocimiento en las Universidades de A Coruña y Extremadura

En la Universidad de A Coruña (UDC) existe una asignatura específica de IC, denominada “Ingeniería del Conocimiento” (ICC), obligatoria y cuatrimestral de 5º curso, y que tiene un total de 4,5 créditos, de los cuales 3 son de teoría y 1,5 de práctica (Suplemento al B.O.E. 23/11/94).

En la Universidad de Extremadura (UEX), la asignatura “Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento” (IAICE) es troncal de 4º curso y se compone de 9 créditos, de los cuales 6 son teóricos y 3 prácticos [5]. En esta asignatura se dedica el primer cuatrimestre a impartir conceptos relacionados con la IC, ya que no existe en la titulación ninguna otra asignatura con descriptores relacionados con este campo.

A pesar de la diferencia en la disposición en los planes de estudio de ambas asignaturas, hemos detectado una gran similitud respecto a los objetivos, contenido de temarios, metodología seguida y propósitos de las prácticas, de ICC y el primer cuatrimestre de IAICE¹. Este hecho nos ha llevado a confeccionar esta ponencia en la que señalaremos los puntos comunes y compararemos nuestro enfoque con otros seguidos en otras universidades sobre esta materia.

Desde un punto de vista general, las asignaturas indicadas se relacionan con tres grandes bloques temáticos:

- El bloque de asignaturas de Ingeniería del Software, ya que ha sido una fuente de conocimientos en la construcción de metodologías de IC.
- En la UDC, el bloque de asignaturas de Sistemas Inteligentes, ya que la IC es una de sus subáreas. De este bloque, cabría destacar, la relación con la asignatura troncal de IA al ser ICC una asignatura que amplía los créditos asignados a la troncalidad. Otras asignaturas optativas (como sistemas expertos, redes de neuronas artificiales, visión artificial, etc.) completan el escenario básico. En la UEX, en cambio, no existe ninguna asignatura que tenga una relación

¹ A partir de ahora, con las siglas IAICE nos referimos al primer cuatrimestre de la asignatura, que se dedica a la Ingeniería del Conocimiento.

directa con IAICE, por lo que se realiza un enorme esfuerzo por sintetizar los contenidos de esta materia.

- El bloque de asignaturas de *Fundamentos Matemáticos* que incluye, por ejemplo, *Lógica*.

2.1. Formulación de Objetivos

Además de los objetivos generales de toda educación universitaria, nos encontramos con una serie de objetivos específicos de esta materia. El programa de las asignaturas necesariamente va a tener que adaptarse al carácter dinámico de esta disciplina, sin dejar de ofrecer al alumno una base perdurable para que éste pueda adaptarse a los cambios que, sin duda, se producirán en el futuro.

Además, desde el punto de vista de la metodología docente, se realizará un énfasis especial en la visión ingenieril. Según Schreiber [9] el proceso de desarrollo de un SBC “implica elicitación, estructurar, formalizar y operacionalizar la información y el conocimiento implicado en el dominio de un problema intensivo en conocimiento para construir un programa que pueda realizar una tarea compleja de forma adecuada”. De este modo, como parte fundamental de la docencia en ICC e IAICE se proporcionará una metodología concreta de desarrollo de SSBBC, y las prácticas de las asignaturas se conducirán siguiendo las fases de un proyecto real de análisis, diseño, implementación y evaluación de una aplicación determinada en un dominio de conocimiento concreto siguiendo la metodología enseñada y con la ayuda de un entorno de desarrollo determinado, específico para este tipo de sistemas.

Así, como objetivos específicos de ambas asignaturas cabe enumerar los siguientes:

1. Definir qué es la IC a partir de las asignaturas básicas con las que se relaciona, que son la IA y la IS, y mostrarla como un campo más, aunque muy actual, para el desarrollo de software dentro de la Informática.
2. Comprender la naturaleza, posibilidades y limitaciones de los SSBBC y mostrar su uso en casos reales de interés.
3. Conocer la problemática particular asociada a la construcción de SSBBC, los roles que participan en un proyecto de conocimientos y

las aproximaciones metodológicas aportadas para resolver los problemas comentados.

4. Conocer la aproximación de Modelado de Conocimiento, y aprender a aplicarla a través de alguna metodología basada en este enfoque, para modelar las diferentes perspectivas que tiene un SBC.
5. Definir y establecer el ámbito de aplicación de las diferentes técnicas que se pueden utilizar para la adquisición de conocimiento, tanto manuales como automáticas.
6. Establecer los problemas generales asociados con las diferentes etapas de evaluación de los SSBBC y ser capaz de evaluar su funcionalidad.
7. Proporcionar a los estudiantes experiencia práctica en los objetivos mencionados anteriormente, de forma que sean capaces de desarrollar un proyecto de SSBBC.
8. Conseguir que los alumnos conozcan las áreas de investigación y aplicación de los SSBBC e integren con éxito lo aprendido en su vida profesional.

2.2. Selección de contenidos

En el caso de la IC se dispone de una colección amplia y robusta de técnicas básicas, pero los métodos para aplicarlas de forma sistemática a problemas reales todavía no están lo suficientemente extendidos y estandarizados. En las dos últimas décadas un consorcio industria-universidad bajo el programa Europeo SPRIT, extendido posteriormente en el Programa ESPRIT IT, elabora la metodología *CommonKADS* basada en el modelado de conocimiento y que presenta una clara tendencia convergente con las técnicas empleadas en la IS. En la actualidad, se ha convertido en un estándar de facto para el análisis de conocimiento y el desarrollo de SSBBC.

Los programas de teoría de ambas asignaturas contemplan esta nueva metodología, junto con las técnicas de adquisición de conocimiento y de evaluación de este tipo de software. Por otra parte, los programas de prácticas contemplan, paralelamente al programa teórico, la aplicación secuencial de los conocimientos adquiridos, lo que requiere una planificación temporal estricta.

2.3. Programas de teoría

En concreto, los contenidos de los créditos teóricos de la asignatura ICC se articulan de la forma siguiente:

1. La Ingeniería del conocimiento
 - El conocimiento y su contexto
 - La Ingeniería del Conocimiento
 - Características de los SSBBC
 2. Metodologías para la construcción de SSBBC
 - Diferencias entre la IS y la IC
 - Metodologías adaptadas de la IS: Descripción y Problemas.
 - Metodologías basadas en el modelado. Generalidades
 3. Análisis de viabilidad e impacto: modelado del contexto en CommonKADS
 - Modelos de organización, tareas y agentes
 - Un caso de estudio
 4. Descripción conceptual del conocimiento en CommonKADS
 - Modelos de conocimiento y comunicación
 - Elementos reutilizables
 - Un caso de estudio
 5. Del análisis a la implementación en CommonKADS
 - Principio de "Conservación de la Estructura"
 - El modelo de diseño. Fases
 6. Técnicas para la adquisición del conocimiento
 - Técnicas manuales
 - Técnicas semiautomáticas
 - Técnicas de adquisición a partir de un grupo de expertos
 7. Adquisición automática de conocimiento
 - Aprendizaje inductivo
 - Aprendizaje por analogía
 - Aprendizaje por descubrimiento
 8. Evaluación de los sistemas basados en el conocimiento
 - Sistemas de verificación. Tipos
 - Métodos de validación cualitativos y cuantitativos
 - Análisis de utilidad y usabilidad
- Y los contenidos de los créditos teóricos de la asignatura IAICE se disponen de la forma siguiente:
1. Introducción a los SSBBC
 - El conocimiento en IA
 - Sistemas basados en conocimientos
 - Ingeniería del conocimiento
 - La metodología CommonKADS
 2. Modelado del contexto en CommonKADS
 - Estudio de viabilidad: el modelo de la organización.
 - Análisis de impacto y mejora: el modelo de tareas y el modelo de agentes
 3. La conceptualización del conocimiento en CommonKADS: Modelos de conocimientos y comunicación
 - El conocimiento del dominio
 - El conocimiento de inferencia

- El conocimiento de la tarea. Plantillas de tareas.
4. Diseño e Implementación de SSBBC en CommonKADS
 - Identificación del conocimiento. Adquisición y elicitación del conocimiento.
 - Especificación del conocimiento
 - Validación y refinado del conocimiento
 5. Formalismos de representación del conocimiento
 - Lógica de predicados
 - Sistemas de producciones
 - Redes semánticas
 - Marcos y guiones

Como se puede observar, ambas asignaturas siguen, en su parte fundamental, el modelo *CommonKADS* [9] para la construcción de SSBBC. La diferencia entre los temarios sólo comprende un pequeño porcentaje en los últimos temas. Mientras que en ICC se estudia con más detenimiento las técnicas de adquisición de conocimientos y los procesos de evaluación de SSBBC, en IAICE se describen los tipos de formalismos de representación de conocimientos. Esto es debido a que en la UEX, IAICE es la única asignatura de IA en la titulación de la Ingeniería en Informática, mientras que en la UDC existe una asignatura anterior anual de IA donde se estudia la representación de conocimiento.

2.4. Programas de prácticas

Creemos que el dominio de la disciplina incluye no sólo la comprensión de la materia básica, sino también la comprensión de la aplicabilidad de los conceptos a problemas del mundo real. Así, la aproximación ingenieril contemplada en el plano de clases teóricas de la asignatura se ve reforzada en el planteamiento de las prácticas, en las que además de realizar un pequeño proyecto de SSBBC completo, el alumno debe conocer entornos específicos de desarrollo de sistemas basados en el conocimiento. Así, el alumno deberá afrontar un problema real y ser capaz de construir un prototipo que lo resuelva, siguiendo los pasos de la metodología *CommonKADS* y utilizando una herramienta específica para el desarrollo de un SBC. Esta visión del programa práctico es coincidente en las dos asignaturas (ICC e IAICE) de esta ponencia.

Una vez elegido el dominio de aplicación, se realiza el análisis del sistema que, en la metodología *CommonKADS* equivale a elaborar

los modelos de contexto y los modelos conceptuales. Durante estas semanas en las que se realiza la labor de análisis, las clases prácticas se dedican también a enseñar a los alumnos de forma tutorada las características de la herramienta que utilizarán. El contenido de estas clases es el siguiente:

1. Edición y visualización de conocimiento
2. Métodos de razonamiento
3. Depuración del conocimiento
4. Implementación de un pequeño SBC a partir de un dominio juguete (sólo en ICC)
5. Integración con bases de datos y programas externos
6. Documentación del conocimiento
7. Diseño avanzado en la herramienta
8. Implementación del SBC elegido utilizando la herramienta (sólo en ICC)

Como se puede observar, en ICC los alumnos dedicarán ya las últimas semanas a la implementación del SBC elegido que seguirá las especificaciones establecidas en los modelos de análisis. En IAICE, en cambio, el objetivo final es la creación de la documentación que describe al SBC.

2.5. Método y Material Didáctico

Las clases de teoría se imparten siguiendo el método de clase magistral, utilizando diversos medios. No obstante, dada la orientación eminentemente práctica de la asignatura tiene especial importancia ilustrar frecuentemente con ejemplos los conceptos explicados. Por un lado, a lo largo de la exposición teórica se utilizarán ejemplos aislados para favorecer la comprensión de aspectos concretos. Por otro lado, y como apoyo importante a las prácticas, la explicación de la metodología de desarrollo *CommonKADS* se ilustrará además sobre un ejemplo completo de desarrollo de un SBC que se irá construyendo a lo largo del curso y del que se proporcionará a los alumnos las transparencias y las hojas de trabajo (usadas en *CommonKADS*) resultantes.

En cuanto a las prácticas de laboratorio, creemos que hacer que el alumno se enfrente a un problema e intentar resolverlo por sí mismo es la mejor y, en ocasiones, la única manera de asimilar los conceptos expuestos durante las clases teóricas.

En la **asignatura de IAICE**, se proporciona un enunciado sobre algún dominio adecuado para la aplicación de un SBC más o menos complejo. Se forman grupos de trabajo de hasta un total de 4 alumnos.

Las primeras semanas se dedican al aprendizaje de la herramienta Kads22 para la construcción de modelos de conocimientos. Se intenta que cuando se describan las correspondientes hojas de trabajo de *CommonKADS* en las clases de teoría, el alumno tenga ya los conocimientos suficientes en la herramienta para formar estos modelos.

Una vez dominado el entorno de las herramientas, en las sucesivas sesiones los alumnos confeccionan las hojas de trabajo que han interpretado desde las siguientes fuentes:

- El enunciado de la práctica dado en las primeras semanas, donde se explican los objetivos generales, las prioridades y se identifican las tareas y entidades principales.
- Documentos adicionales que se van proporcionado para complementar y detallar el sistema descrito en el enunciado. Estos documentos consistirán tanto en la descripción de los aspectos de la entidad, los modelos de trabajo, las políticas de la empresa, etc., como en documentos concretos sobre el dominio que se intenta implementar. Se facilitan estas especificaciones de forma que coincidan con el contenido explicado con anterioridad en las clases de teoría.
- La adquisición de conocimientos a partir de expertos y directivos. En este caso, se simula que el profesor es en algunos casos el director de la organización relacionada con el sistema y en otros el experto en la materia. Así, de forma periódica los alumnos someten al profesor en público a una batería de preguntas para delimitar cada uno de los aspectos conceptuales y procedimentales del SBC. Los alumnos deberán plasmar en las descripciones de sus modelos los conocimientos extraídos de estas “entrevistas”.

En la **asignatura de ICC**, son los propios alumnos los que deben elegir el dominio de aplicación del SBC que deberán construir a lo largo del curso. El sistema debe resolver un problema real, que debe ser de los habituales en IC (clasificación, asesoramiento, diagnóstico, síntesis, planificación, monitorización, asignación,

diseño de configuraciones, ordenación cronológica, etc.) Con el fin de orientarles en la elección, durante la presentación de la asignatura, se le suministran a los alumnos una serie de temas genéricos y de aplicaciones típicas de los SSBBC, así como una serie de direcciones http donde podrán ver ejemplos de SSBBC reales. Los alumnos podrán elegir un tema de práctica directamente escogido de entre los presentados, o bien aportar ellos sus propias ideas al respecto. En cualquier caso, la elección deberá discutirse previamente con los profesores durante las tutorías con el fin de asegurar la viabilidad del proyecto y la disponibilidad de las fuentes de conocimiento. El objetivo de esta fase es que el alumno aprenda a distinguir el tipo de problemas para los que los SSBBC constituyen una aproximación efectiva.

Durante el curso, los alumnos deberán entregar escalonadamente los documentos relativos a las distintas fases del desarrollo de su sistema, según el calendario que se les suministra al principio de curso coordinado de acuerdo a la disposición temporal de los temas teóricos, y que consta de cuatro pasos:

1. Entrega del tema de la práctica, y de los componentes del grupo
2. Entrega de los modelos de organización, tareas y agentes. Los objetivos de esta segunda fase serán la constatación de la viabilidad del sistema propuesto, así como perfilar los objetivos del mismo
3. Entrega de los modelos de conocimiento y comunicación del sistema junto a su validación sobre un juego de ensayo, y
4. Entrega de sistema ya implementado, que seguirá las especificaciones establecidas en los modelos anteriores, junto con una memoria final en la que se detallen todos aquellos aspectos importantes que no se hayan reflejado en los documentos anteriores: refinamiento de los modelos de conocimiento y comunicación, problemas y cuestiones relativas a la implementación, resultados de validación, etc.

La coordinación entre los temas teóricos y los laboratorios puede observarse en la figura 1 en la que se han encajado los temas en el periodo lectivo ideal de 15 semanas que componen un cuatrimestre.

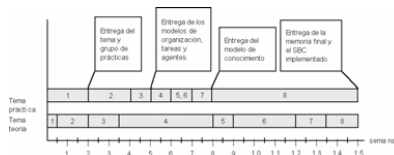


Figura 1. Planificación temporal propuesta para la asignatura ICC.

Como se puede observar en este cronograma, durante las primeras clases prácticas se imparten, de forma muy interactiva, diversos temas orientados a que el alumno se familiarice con la herramienta en la que deberá finalmente implementar el SBC propuesto (en el caso de la UDC, Nexpert.Object). Por esta razón, la impartición de estos temas se estructura de forma que finalice en el momento en que el alumno entrega el modelo de conocimiento y su proyecto está listo para comenzar la implementación.

Para la realización de los modelos de análisis se suministrará a los alumnos herramientas automáticas para el modelado de conocimiento como AION 8.1 o Kads22.

Las prácticas se realizarán por parejas. Consideramos que los grupos formados por dos personas son óptimos para estos objetivos ya que aporta el potencial educativo, formativo e informativo del trabajo en equipo pero intentando mantener un aprovechamiento amplio de los conocimientos de la asignatura que podría quedar diluido en un grupo más amplio.

Es necesario destacar en el modelo de planteamiento de ambas asignaturas, el importante papel que juegan las tutorías que los alumnos utilizarán para resolver dudas en la elaboración de los modelos y servirán al profesor para un seguimiento más cercano del trabajo de los alumnos.

2.6. Evaluación del alumno

Lo ideal es evaluar al alumno siguiendo un procedimiento continuo, basado además en una relación constante profesor-alumno durante el curso. En estas asignaturas, este tipo de procedimiento resulta, inicialmente, muy difícil, debido al número de alumnos matriculados (147 en IAICE y 102 en ICC) y al carácter cuatrimestral de la docencia de esta materia, que

reduce considerablemente el número de pruebas parciales que se pueden realizar, ya que al ser necesario hacerlo durante las horas de clase, se reduciría considerablemente el temario.

En ICC se realiza una evaluación continua, y prácticamente individualizada, con el esquema planteado para las prácticas. Además, del seguimiento semanal durante las horas asignadas al laboratorio, la entrega periódica de documentación previa a la implementación nos permitirá valorar la asimilación del alumno de los aspectos teóricos de la asignatura, además de subsanar los errores que se pudieran producir en su concepción.

La evaluación final del alumno se hará basándose en dos notas: la correspondiente a un examen escrito sobre los conocimientos teóricos de la asignatura, y la correspondiente a la revisión de las prácticas desarrolladas por los alumnos.

En IAICE sólo se pide al grupo la entrega de la documentación final descriptiva del SBC al final del primer cuatrimestre, pero se dedica parte de algunas sesiones prácticas para evaluar (sin calificación) el estado de las correspondientes hojas de trabajo descriptivas del sistema.

En esta asignatura, la calificación final del alumno se obtiene ponderando con un setenta por ciento el examen sobre los conocimientos teóricos y el treinta por ciento restante se obtiene desde las prácticas obligatorias de la asignatura.

En el apartado de prácticas para ambas asignaturas se valorarán: a) la entrega de las mismas en el momento y la forma adecuadas, b) la adecuación del material presentado a los requisitos de funcionamiento del mismo, c) el rigor seguido, tanto en la documentación como en la implementación software, y d) el grado de coordinación entre los miembros del grupo.

3. Ventajas e inconvenientes de la enseñanza de la IC orientada a una metodología

En la sección anterior hemos descrito las asignaturas ICC e IAICE que, como se puede observar, tienen un planteamiento común en cuanto a objetivos, contenido del temario y desarrollo de las prácticas. Pero esta visión no coincide con las de otras Universidades españolas, como se mencionó en la sección 1.

Como se ha señalado, muchos de los programas docentes en IC contienen temas de adquisición de conocimientos, representación de conocimientos, evaluación de SSBBC, algunos incorporan temas de tratamiento de incertidumbre, otros se orientan a la enseñanza de algún lenguaje de programación de IA y algunos temarios realizan un enfoque únicamente orientado a la lógica formal [7]. Se puede decir que estos temarios no siguen una metodología concreta de desarrollo de SSBBC, sino que presentan distintos temas relacionados con la IC, y procesos y técnicas relacionados con los SSBBC pero usando diferentes puntos de vista y terminologías.

Así, a diferencia de los enfoques anteriores, la propuesta que hacemos en esta ponencia pensamos que aporta los siguientes beneficios:

- Aunque el aprendizaje de una metodología conlleva un considerable esfuerzo y gasto de tiempo, un vocabulario y nomenclatura de representación homogéneo (como sigue *CommonKADS*) hace más fácil la comprensión de los distintas fases de construcción del SBC y las técnicas empleadas en cada proceso.
- Emplear una metodología completa para la confección de SSBBC hace que el alumno pueda percibir el ciclo de vida completo de desarrollo del sistema. El hecho de no centrarnos sólo en algunos aspectos del desarrollo (adquisición, evaluación, etc.) y la generación de documentación descriptiva del sistema facilita que los alumnos no caigan posteriormente en algunos de los errores que se produjeron históricamente en la disciplina.
- El acercamiento entre las metodologías de desarrollo de SSBBC y de sistemas software tradicionales es una tendencia que viene consolidándose desde hace varios años [6]. *CommonKADS* sigue esta filosofía y permite entender las ideas de desarrollo de sistemas que se estudian en otras asignaturas relacionadas con la Ingeniería del Software. Se debe indicar, además, que *CommonKADS* utiliza una extensión de los diagramas UML [2] para representar los conocimientos y tareas, por lo que consolidará el aprendizaje de esta notación si afortunadamente se sigue en otras asignaturas de la titulación.
- El empleo de una metodología que posee herramientas software de apoyo al desarrollo

facilita mucho la comprensión del alumno, ya que los contenidos teóricos son probados correspondientemente en las sesiones prácticas. Además, se puede evaluar de forma continua los progresos y errores de los alumnos al aplicar estos conceptos.

- Además, creemos que estamos ofreciendo al alumno unos conocimientos que podrán utilizar directamente si logran trabajar en empresas relacionadas con la gestión del conocimiento o el desarrollo de SSBBC, ya que la metodología *CommonKADS* es una de las más empleadas hoy en día en el ámbito de la Comunidad Europea en estas materias.

Por otra parte, aunque pensamos que las ventajas apuntadas superan ampliamente a los inconvenientes, debemos indicar que nuestra propuesta tiene algunas deficiencias como son: la inexistencia de material bibliográfico en castellano o que la apuesta por una única metodología puede hacer que el alumno asocie la construcción de SSBBC exclusivamente con esta metodología concreta. Se debe indicar, además, que en los casos en los que no existan otras asignaturas relacionadas con la IA, se debe hacer un esfuerzo adicional en ajustar el temario para incluir también temas básicos de la IC, como los relacionados con los formalismos de representación del conocimiento, razonamiento con incertidumbre, etc.

4. Conclusiones

En este artículo se ha presentado y justificado un enfoque metodológico para la docencia de la Ingeniería del Conocimiento para la Ingeniería en Informática. Esta enseñanza orientada a una metodología coincide en las asignaturas de "Ingeniería del Conocimiento" de la Universidad de A Coruña y del primer cuatrimestre de la asignatura "Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento" de la Universidad de Extremadura.

Podemos concluir que, frente a una enseñanza empleando varios puntos de vista de la Ingeniería del Conocimiento o del estudio de ésta usando modelos aislados, el empleo de una metodología (como *CommonKADS*) para estudiar los procesos y técnicas de desarrollo de SSBBC ofrece al alumno un enfoque integral del problema y le permite equiparar su desarrollo con procesos similares realizados en Ingeniería del Software.

Esperamos que otros profesores que impartan (o vayan a hacerlo) asignaturas relacionadas con la Ingeniería del Conocimiento tengan en cuenta esta propuesta ya que, a nuestro juicio, los resultados que ofrece son muy satisfactorios.

Referencias

- [1] ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force. Computing curricula 1991. IEEE Computer Society Press, 1991.
- [2] Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. *The Unified Modelling Language User Guide*. Addison-Wesley, 1998.
- [3] CORPORATE The Joint Task Force on Computing Curricula. *Computing Curricula 2001*. Journal of Educational Resources in Computing, vol. 3, núm. 1, 2001.
- [4] Gómez, A., Montes, C. *Enseñanza de Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento*. Inteligencia Artificial, vol. 3, páginas 2-9, 1997.
- [5] Guía de la Escuela Politécnica de Cáceres de la Universidad de Extremadura, 2002.
- [6] Juristo, N., Pazos, J. *Towards a Joint Life Cycle for Software and Knowledge Engineering*. En: Cuenca, J. (Ed.) *Knowledge Oriented Software Design*. Elsevier, 1993.
- [7] Millán, E., Pérez de la Cruz, J.L. *Ingeniería del Conocimiento: Un enfoque formal*. CAEPIA, 2001.
- [8] Palma, J.T., Paniagua, E., Martín, F., Marín, R. *Ingeniería del Conocimiento. De la extracción al modelado de Conocimiento*. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, vol. 11, pp. 46-72, 2000.
- [9] Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., de Hoog, R., Shadbolt, N., van de Velde, W., Wielinga, B. *Knowledge engineering and management. The CommonKADS methodology*. MIT Press, 2000.
- [10] Shaw, M.L.G., Gaines, B.R. *The synthesis of knowledge engineering and software engineering*. E: Loucopulos, P. (Ed.), *Advanced Information Systems Engineering*, LNCS, vol. 593, 1992.
- [11] Urrutavizcaya, Ma., Onaindia, E. *Docencia Universitaria de Inteligencia Artificial*. Inteligencia Artificial, vol. 17, pp. 23-30, 2000.