

Mapa Conceptual interactivo-individualizado de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de la teoría básica del enfoque lógico combinatorio

Natalia Martínez Sánchez¹, María Matilde García Lorenzo²

¹Departamento de Programación e Ingeniería y Gestión de Software. Facultad 2. Universidad de las Ciencias Informáticas.

natalia@uci.cu

Carretera a San Antonio de los Baños km 2 1/2. Boyeros, Ciudad de la Habana, Cuba, CP 19370. natalia@uci.cu

²Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Departamento de Ciencia de la Computación

mmgarcia@uclv.edu.cu

Resumen: En la Universidad de las Ciencias Informáticas se aplica un modelo de integración formación – producción – investigación, basado en un proceso de formación centrado en el aprendizaje con una incorporación progresiva a la enseñanza semipresencial en entornos virtuales de aprendizaje. En el modelo se establecen dos ciclos de formación en función de la actividad predominante: ciclo básico y ciclo profesional. El ciclo básico tiene como objetivo garantizar la formación básica del profesional con alto nivel teórico práctico, la independencia creciente hacia la autoformación y el entrenamiento del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de formación. El objetivo del ciclo profesional es garantizar la formación profesional del egresado a partir de la participación activa desempeñando los roles correspondientes en la industria del software, logrando la evolución de la integración formación-producción a partir de la evaluación por competencias y la evaluación a partir de una tipología propia de la producción y completar la formación académica. Consecuentemente se han diseñado e implementado ambientes de aprendizaje, que se articulan con las características de este proceso de enseñanza-aprendizaje en forma efectiva, lo que favorece la difusión de diferentes tipos de medios de Enseñanza Asistida por Computadora. Basado en que el enfoque lógico combinatorio puede ser aplicado para resolver problemas de la mayoría de las áreas del saber, reconocimiento de caracteres, diagnóstico médico, teledetección de la tierra, identificación de rostros humanos y huellas digitales, pronóstico de roturas en equipos y maquinarias, análisis de señales e imágenes biomédicas, inspección automática, conteo de células sanguíneas, análisis de los registros de pozos, arqueología, pronóstico de depósito de minerales, análisis de la actividad sísmológica, clasificación de documentos, entre otras, que están presente en la industria del software de los Centros de Desarrollo e Investigación donde transcurre el ciclo profesional del estudiante. Se desarrolló un entorno de aprendizaje para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de este tema, que utiliza los mapas conceptuales, como instrumento poderoso respecto a las destrezas cognitivas que permiten la organización, asociación, validación, interrelación, discriminación, descripción y ejemplificación de contenidos, con un alto poder de visualización y los Sistemas Tutoriales Inteligentes, como programas que portan conocimientos de cierto contenido mediante un proceso interactivo individualizado.

Palabras claves Mapa Conceptual, Sistema Tutorial Inteligente, Sistemas Basados en el Conocimiento.

Abstract: At the University of Information Sciences applies an integration model training - production - research, based on a process of learning-centered education with a progressive incorporation into blended

learning in virtual learning environments. The model set both courses depending on the main activity: junior and professional course. The basic cycle is to ensure the basic training of high level professional theoretical and practical, increasing independence to self-education and training in the use of Information Technology and Communications (ICT) in the training process. The aim is to ensure professional cycle training of graduates from playing active roles in the industry for the software, making the development of integration-production training from the competency assessment and evaluation from a specific typology of production and complete the education. Consequently they have designed and implemented learning environments, which articulate with the characteristics of this teaching-learning process effectively, which favors the spread of different types of media Computer Aided Instruction. Based on the logical combinatorial approach can be applied to solve most of the areas of knowledge, character recognition, medical diagnostics, remote sensing of the earth, identification of human faces and fingerprints, forecast breaks in equipment and machinery, analysis of biomedical signals and images, automatic inspection, blood cell counts, analysis of well logs, archeology, mineral deposit prediction, seismic activity analysis, document classification, among others, that are present in the industry software Development Centres and Research which passes the student's professional cycling. We developed a learning environment to facilitate the teaching and learning of the subject, using concept maps as a powerful tool regarding the cognitive skills that enable the organization, association, validation, interaction, discrimination, description and exemplification of contents with a high power of visualization and intelligent tutoring systems, such as programs that carry certain content knowledge through an individualized interactive process.

Key words: Concept Map, Intelligent Tutoring System, Knowledge-Based Systems.

1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) brindan condiciones para transformar una enseñanza tradicional, pasiva, fundamentalmente centrada en la transmisión del contenido, el profesor y la clase, en otro tipo de educación más personalizada, participativa, centrada en alcanzar aprendizajes diversos.

Todas las tendencias y/o corrientes pedagógicas pueden hacer uso de las TIC en diferentes formas. Aprovechar o no estas posibilidades de las TIC en las direcciones de las transformaciones deseadas requiere de los actores del proceso, fundamentalmente de los profesores y de las instituciones educativas, no solo del dominio de los contenidos específicos en lo cual han hecho el mayor énfasis a través de mucho tiempo, sino también del dominio y la comprensión de los valores esenciales de las TIC y de las concepciones pedagógicas y de las ciencias de la educación más avanzadas en el mundo de hoy.

El reto fundamental está en resolver todas las manifestaciones de dicotomía entre lo pedagógico y las TIC por todas las vías posibles, lo cual es parte

esencial de la estrategia de solución. El cambio fundamental no es de tecnologías; sino de paradigmas educativos aprovechando todas las posibilidades de las TIC para desarrollar modelos pedagógicos y tecnológicos integrados para las diferentes situaciones y casos.

En la literatura consultada se encuentran trabajos que utilizan la técnica de evaluación adaptativa usando Mapas Conceptuales. Esta propuesta se encamina en reemplazar los test o cuestionarios por mapas conceptuales [Anohina et al. 07]. Se utiliza el paradigma de multiagentes para lograr una evaluación adaptativa.

El trabajo que se presenta describe el diseño de un ambiente de aprendizaje, de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de la teoría básica del enfoque lógico combinatorio, que utiliza los mapas conceptuales, como instrumento poderoso respecto a las destrezas cognitivas que permiten la organización, asociación, validación, interrelación, discriminación, descripción y ejemplificación de contenidos, con un alto poder de visualización y los Sistemas Tutoriales Inteligentes, como programas que portan conocimientos de cierto contenido mediante un proceso interactivo individualizado. Donde el término inteligente se implementa

utilizando el paradigma de los Sistemas Basados en Reglas.

2. Sistemas Tutoriales Inteligentes

Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) son programas que portan conocimientos sobre cierta materia y cuyo propósito es transmitir este conocimiento a los alumnos mediante un proceso interactivo individualizado, intentando simular la forma en que un tutor o profesor guiaría al alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje [Shneiderman 06], [Sierra 06].

La arquitectura descrita en [Ovalle and al. 07] reúne los elementos más comúnmente encontrados en la literatura consultada y se resumen en el criterio que plantea que un STI está compuesto por un módulo del dominio, un módulo del alumno y el módulo pedagógico, que operan de forma interactiva y se comunican a través de un módulo central que suele denominarse módulo entorno.

Módulo del Estudiante: El módulo del estudiante está presente en todos los trabajos en los que se describe la arquitectura básica de un STI. Generalmente solo se diferencian entre sí por las características a incluir para representar el modelo del estudiante.

Puede afirmarse que el modelo del estudiante es un problema de investigación que debe enfocarse desde todas sus aristas con el fin de obtener una representación de las características del estudiante completa y precisa. Algunos autores como se referencia a continuación toman en consideración características tales como: el estilo de aprendizaje, el nivel de conocimiento, la información personal o la combinación de algunas de ellas.

Módulo del Dominio: El módulo del dominio, denominado también por muchos autores como módulo experto, proporciona los conocimientos del dominio. Satisface dos propósitos diferentes. En primer lugar, presentar la materia de la forma adecuada para que el alumno adquiera las habilidades y conceptos, lo que incluye la capacidad de generar preguntas, explicaciones, respuestas y tareas para el alumno. En segundo lugar, el módulo del dominio debe ser capaz de resolver los

problemas generados, corregir las soluciones presentadas y aceptar aquellas soluciones válidas que han sido obtenidas por medios distintos.

En este módulo, el conocimiento a ser enseñado por el STI debe organizarse pedagógicamente para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje [Ming and Quek 07].

Módulo Pedagógico: Decide qué, cómo y cuándo enseñar los contenidos del tutor, adaptando sus decisiones pedagógicas a las necesidades del estudiante [Jiménez and Ovalle 04]. Algunos autores le denominan módulo tutor, ya que es el encargado de comparar las características de los estudiantes con el contenido a enseñar y elegir la mejor forma de tomar las decisiones pedagógicas oportunas, adaptándose en cada momento al estudiante.

El **Módulo Entorno** gestiona la interacción de las otras componentes del sistema y controla la interfaz persona-computadora.

El **Modelado del Alumno** es un problema central en el diseño y desarrollo de los STI. En efecto, si la característica que distingue a los STI de los Sistema de Enseñanza- Aprendizaje es su capacidad de adaptación al alumno; entonces un STI debe ser capaz de determinar con la mayor precisión y rapidez posible cuál es el estado cognitivo y afectivo-motivacional del estudiante; para poder personalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El problema del modelado del alumno está en seleccionar la estructura de datos para representar toda la información relativa al alumno y elegir el procedimiento que se utiliza para realizar el diagnóstico. Evidentemente ambas componentes están estrechamente relacionadas, y por tanto se diseñan y desarrollan simultáneamente.

3. Técnicas de Inteligencia Artificial en el desarrollo de los STI

La Inteligencia Artificial (IA) [Rich 88], es una rama de la Ciencia de la Computación dedicada a la creación de hardware y software que intenta producir resultados similares a los expresados por los humanos. Le conciernen dos ideas básicas: la

primera es que ésta involucra el estudio de los procesos del pensamiento de los humanos y la segunda que trata de representar estos procesos en una computadora. Conceptualizar estas ideas básicas condujo al desarrollo de los llamados sistemas basados en el conocimiento.

Los sistemas basados en el conocimiento [Bello 02] constituyen técnicas de la IA válidas para enfrentar la construcción de STI dado por sus aspectos afines. Estos sistemas utilizan conocimiento sobre un dominio específico. La solución que se obtiene es similar a la obtenida por una persona experimentada en el dominio del problema. Por su parte los STI utilizan la información almacenada sobre las características del estudiante para adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje del mismo a la materia a enseñar.

Una característica distintiva de los sistemas basados en el conocimiento es la separación del conocimiento (base de conocimiento) del método de solución del problema (máquina de inferencia). La construcción de la base del conocimiento lleva implícito un arduo proceso de adquisición del conocimiento y es particular para cada sistema, por lo que será necesario construirla para cada aplicación. Sin embargo, la máquina de inferencia puede reusarse en la construcción de varios sistemas basados en el conocimiento siempre que el tipo de conocimiento y el tipo del razonamiento sea similar.

Diferentes tipos de conocimiento dan lugar a diferentes tipos de sistemas basados en el conocimiento, entre ellos los sistemas basados en reglas [Rich 88], los sistemas basados en probabilidades [Castillo, Gutiérrez et al. 97], sistemas expertos conexionistas o redes expertas [Hilera and Martínez 95] y los sistemas basados en casos [Kolodner 92], [García and Bello 97] y [Gutiérrez and Bello 03].

La envergadura del proceso de adquisición del conocimiento depende del tipo de conocimiento. En los **sistemas basados en reglas** se desarrolla un proceso complejo y prolongado pues la extracción se refiere a la formalización de reglas y el pensamiento humano no siempre está regido conscientemente por las reglas de la lógica; en

ocasiones es básicamente un procesamiento de información recuperada con el tiempo.

En los **sistemas basados en probabilidades** la adquisición del conocimiento consiste en coleccionar muestras y realizar un procesamiento estadístico que produzca las probabilidades o frecuencias que forman la base de conocimiento. No son factibles para todo tipo de dominio, pues se dificulta construir las redes con ayuda de expertos humanos cuando existen carencias de conocimiento. No son viables para explicar el razonamiento, ya que los métodos y modelos que utiliza están aún lejos de ofrecer explicaciones comprensibles.

En las **redes expertas** la adquisición del conocimiento incluye la selección de los ejemplos, el diseño de su topología y el entrenamiento de la red para hallar el conjunto de pesos. Facilitan el trabajo con información incompleta y brindan algoritmos poderosos de aprendizaje para crear la base de conocimiento; pero requieren de muchos ejemplos y son cajas negras que no explican como la solución se alcanza.

En los **sistemas basados en casos** la adquisición del conocimiento se reduce a la selección de un conjunto de ejemplos o casos resueltos y su organización en la base de casos. Argumenta una solución mediante los casos que son relevantes al nuevo problema. Cada caso es la experiencia anterior almacenada. Su dificultad radica en la definición adecuada de la función de semejanza, al no existir una función de semejanza general apropiada para cualquier problema.

4. Referentes teóricos de los Mapas Conceptuales

Construir y compartir conocimientos, aprender significativamente, contextualizar el aprendizaje y aprender a aprender, son ideas sobre las que se ha reflexionado desde hace mucho tiempo. Para ello se han empleado diferentes técnicas y estrategias. Precisamente una de las que ayudan a aprender son los Mapas Conceptuales (MC), los cuales se basan en un instrumento que combina el rigor científico con la sencillez y flexibilidad, siendo un nexo importante de vinculación entre la pedagogía y la tecnología.

El mapa conceptual, por su aspecto visual, se parece a otras formas de representación gráfica como las redes semánticas, mapas mentales, cuadros sinópticos, diagramas de flujo y algunas otras más. Existen, sin embargo, importantes diferencias entre un mapa conceptual y otras técnicas de representación, una de ellas es la teoría cognitiva y educativa que lo sustenta. Otra distinción son los procesos cognitivos y de aprendizaje que supone la elaboración de un mapa conceptual.

La elaboración de mapas conceptuales puede hacerse en distintos contextos y actividades. Para el profesor resulta útil para planear clases o un curso, para la organización de contenidos, la evaluación de los aprendizajes, la evaluación de los conocimientos previos o diseño de exámenes, entre otros.

Para el estudiante el mapa conceptual es una herramienta que fundamentalmente le permite aprender significativamente. Es una técnica que da un recurso para evitar el aprendizaje memorístico y le ayuda al aprendizaje de teorías y conceptos científicos.

Novak (91), ha descrito el acto de hacer mapas como una actividad creativa, en la cual el estudiante debe hacer un esfuerzo para aclarar significados, identificando los conceptos importantes, relaciones y estructura del contenido tratado. La creación de conocimiento requiere un alto nivel de aprendizaje significativo, los mapas conceptuales facilitan este proceso, por lo que resultan importantes en el aprendizaje.

Los MC fueron definidos por Novak, su creador, como una técnica que representa, simultáneamente, una estrategia de aprendizaje, un método para captar lo más significativo de un tema y un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones [William, 02].

Los elementos básicos de un MC son:

- Los **conceptos**: También llamados nodos, son regularidades en los acontecimientos o en los objetos que se designan mediante un término. Los conceptos hacen referencia a acontecimientos que son cualquier evento que

sucede o que puede provocarse y a objetos que son cualquier entidad que existe y se puede observar. Los conceptos son, según Novak, desde la perspectiva del individuo, las imágenes mentales que provocan en las personas las palabras o signos con la que expresan regularidades. Estas imágenes tienen elementos comunes en todos los individuos y matices personales de quien las percibe.

- Las **palabras-enlace**: Son palabras que unen los conceptos y señalan los tipos de relación existente entre ambos. Siempre que sea posible debe garantizarse que una sola palabra describa la relación entre dos conceptos. En todo caso, el enlace debe quedar suficientemente claro.
- Las **proposiciones**: Están constituidas por conceptos y palabras-enlace. Es la unidad semántica más pequeña que tiene valor de verdad. Su lectura debe ser fácil de comprender para quien la interpreta.

En el MC se organizan dichos elementos, relacionándose gráficamente, y formando cadenas semánticas, es decir cadenas que poseen un significado, véase figura 1.

Existen programas de cómputo para la construcción de MC que permiten economizar tiempo y esfuerzo, y obtener diseños de calidad que pueden incluir recursos visuales como el color, las imágenes, entre otros.

Entre las herramientas existentes se encuentra CmapTools, herramienta seleccionada por los autores para crear el MC. CmapTools es una herramienta desarrollada por el IHMC, de la Universidad de West Florida (Estados Unidos), con la finalidad de propiciar la construcción, navegación, crítica y compartición de modelos de conocimiento representados como MC. Se diseña con el objetivo de apoyar la construcción de modelos del conocimiento representados en forma de MC, pero también se pueden elaborar telarañas, mapas de ideas y diagramas causa-efecto. Permite a los usuarios construir los mapas en la computadora y después publicarlos en servidores Web públicos en Internet o en servidores propios.

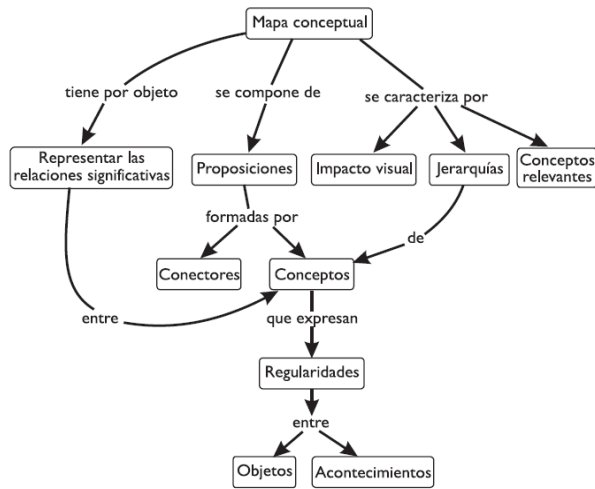


Figura 1. MC cuyo tema es un MC [Boggino 02].

Entre las principales ventajas está su carácter gratuito para instituciones sin fines de lucro y las posibilidades de gestión de los mapas subidos al servidor. Posee un entorno de trabajo sencillo, claro e intuitivo; ventana de estilos que facilita el trabajo; posibilidad de ilustrar los conceptos con símbolos,

imágenes, colores, formas, sombras, fuentes y estilos; facilidades para relacionar conceptos en forma sencilla; relaciones que se explican con un texto en los enlaces; entre otras ventajas. Permite exportar los gráficos elaborados en forma de: imagen (jpg, gif, png, bmp, entre otros), página Web, texto o formato XML. Es compatible con los sistemas operativos (SO) Windows, Mac OSX, Linux (Intel) y Solaris (Sparc).

5. Mapa Conceptual interactivo-individualizado para el proceso de enseñanza aprendizaje de la teoría básica del enfoque lógico combinatorio

A partir de un MC inicial con los conceptos fundamentales para el estudio de la teoría básica del enfoque lógico combinatorio, Figura 2, se comienza el proceso de diseño del MC interactivo individualizado.

conocimiento del estudiante implementando el SBR como método de solución de problema.

Secuencia de trabajo con el Mapa Conceptual interactivo-individualizado:

1. Se visualiza el MC interactivo-individualizado, pero solo se puede acceder a los recursos asociados al nodo principal (objeto en forma de círculo con líneas discontinuas).
2. Responder el cuestionario que se encuentra entre los recursos del nodo principal.
3. A partir del resultado que se obtiene al responder el cuestionario (estado cognitivo) se infiere el MC interactivo-individualizado

7. Conclusiones

En este trabajo se ofrece un modelo para desarrollar un entorno virtual de enseñanza-aprendizaje que vincula las facilidades que ofrecen los MC y los STI de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, en cualquier área del saber.

Los entornos de enseñanza-aprendizaje no se circunscriben al espacio escolar o a la educación formal, ni tampoco a una modalidad educativa en particular, se trata de aquellos espacios en donde se crean las condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias, de nuevos elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación.

Los nuevos entornos de aprendizaje no dependen tanto del uso de las Tecnología de la Información y las Comunicaciones en sí, sino más bien de la reorganización de la situación de aprendizaje y de la capacidad del profesor para utilizar la tecnología como soporte de los objetivos orientados a transformar las actividades de enseñanza tradicionales.

El Mapa Conceptual interactivo-individualizado para el proceso de enseñanza aprendizaje de la teoría básica del enfoque lógico combinatorio, descrito en este trabajo, es un entorno de

aprendizaje consecuente con las tendencias pedagógicas actuales, que muestran un **creciente interés** por alejarse cada vez más de los modelos puramente instructivos para centrarse en el estudio y comprensión del propio proceso de aprendizaje.

En el diseño del Mapa Conceptual interactivo-individualizado para el proceso de enseñanza aprendizaje de la teoría básica del enfoque lógico combinatorio se tienen en cuenta el estado cognitivo de los estudiantes, la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, etc.

El dominio de las técnicas del enfoque lógico combinatorio permite a los estudiantes de Ingeniería en Ciencias Informática aplicarlas en el software que desarrollan durante el ciclo profesional en los Centros de desarrollo e investigación, lo cual aporta un valor agregado al producto final.

Referencias

- [Anohina et al. 07] Anohina, A., Gaudina, V., Grundspenkis, J. (2007). "Using Concept Maps in Adaptive Knowledge Assessment", *Advances in Information Systems Development*, Springer US, pp. 469 – 479.
- [Bello 02] Bello, R. (2002). "Aplicaciones de la Inteligencia Artificial." Ediciones de la Noche, Guadalajara, Jalisco, México. ISBN: 970-27-0177-5.
- [Boggino 02] Boggino, N. (2002). "Cómo elaborar mapas conceptuales. Aprendizaje significativo y globalizado." *Homo Sapiens*.
- [Castillo, Gutiérrez et al. 97] Castillo, E., J. M. Gutiérrez, et al. (97). "Expert Systems and Probabilistic Network Models." Springer, New York. Versión Española editada por la Academia Española de Ingeniería.
- [García and Bello 97] García, M. and R. Bello (97). "El empleo del razonamiento basado en casos en el desarrollo de Sistemas basados en el conocimiento para el diagnóstico." Trabajo de Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas., UCLV.
- [Gutiérrez and Bello 03] Gutiérrez, I. and R. Bello (2003). "Modelo para la Toma de Decisiones usando Razonamiento Basado en Casos en

- condiciones de Incertidumbre." Trabajo de Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV.
- [Hilera and Martínez 95] Hilera, J. and V. Martínez (1995). "Redes Neuronales Artificiales: Fundamentos, modelos y aplicaciones." Addison-Wesley.
- [Jiménez and Ovalle 04] Jiménez, J. and D. Ovalle (2004). "Entorno Integrado de Enseñanza/Aprendizaje basado en ITS & CSCL." Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática, USA, 1(1).
- [Kolodner 92] Kolodner, J. L. (1992). "An Introduction to Case-Based Reasoning." Artificial Intelligence Review 6, pp. 3-34.
- [Ming and Quek 07] Ming, G. and C. Quek (2007). "EpiList: An Intelligent Tutoring System Shell for Implicit Development of Generic Cognitive Skills That Support Bottom-Up Knowledge Construction." IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics: Part A, 37(1), .
- [Ovalle and al. 07] Ovalle, D. and e. al. (2007). "Análisis funcional de la estrategia de aprendizaje individualizado adaptativo." Proyecto de investigación - DIME - Vicerrectoría de Investigación. Modelo de sistema multiagente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje.
- [Rich 88] Rich, E. (1988). "Inteligencia Artificial." Edit. Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1988.
- [Shneiderman 06] Shneiderman, B. (2006). "Diseño de interfaces de usuario. Estrategias para una interacción personacomputadora efectiva. ." Mexico: Addison Wesley.
- [Sierra 06] Sierra, E., García-Martínez, R., Hossian, A., Britos, P. y Balbuena, E. (2006). "Providing Intelligent User-Adapted Control Strategies in Building Environments." Research in Computing Science Journal. ISSN 1665-9899. Volumen 19. Pág. 235-241.