

# Integración del aprendizaje individual y del colaborativo en un sistema hipermedia adaptativo

Carlos Arteaga, Ramón Fabregat

Institut d'Informàtica i Aplicacions (IliA)

Universitat de Girona (UdG)

e-mail: cartega@eia.udg.es, ramon.fabregat@udg.es

## Resumen

En este artículo se define un Sistema Hipermedia de Aprendizaje Colaborativo Adaptativo (SHACA) en el que se relaciona el Aprendizaje Individual y el Aprendizaje Colaborativo a través de un Modelo Adaptativo. El Modelo Adaptativo permite al Ambiente de Aprendizaje adaptar su comportamiento al estudiante tanto cuando interactúa sólo, como cuando está involucrado en tareas colaborativas. La arquitectura del sistema propuesto se basa en la arquitectura definida para los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) agregándole el Modelo de la Colaboración en el que se definen las reglas para el comportamiento adaptativo durante el Aprendizaje Colaborativo. La información y las reglas contenidas en estos modelos son la base para establecer el comportamiento adaptativo del ambiente de aprendizaje integrado.

## 1. Introducción

En el mundo actual, la tecnología empieza a jugar un papel importante en los procesos de aprendizaje. Esto nos obliga a reflexionar sobre los elementos involucrados en su uso y a buscar nuevas formas de enseñar y de aprender eficientemente.

La tecnología informática y de comunicaciones puede cambiar radicalmente la forma de relacionarnos y conseguir información, pero en los sistemas educativos esto no es suficiente. Tenemos que ser capaces no sólo de transmitir información sino también de lograr la asimilación efectiva de conocimiento. Por esto debemos contar con mecanismos de medición y evaluación de los resultados y ser capaces de soportar la demanda creciente sin perder calidad.

Hay varios trabajos de investigación relacionados con el impacto de la tecnología y los

nuevos problemas que pueden surgir de su uso en los procesos de aprendizaje [25]. Pero para entender el impacto y los problemas asociados es importante distinguir entre "el efecto de" la tecnología y "el efecto con" la tecnología. De acuerdo a la perspectiva que se tome para analizar el problema, los resultados pueden cambiar. Se entiende por "efectos de la tecnología" a: qué se ha aprendido y que puede transferirse de aquellas situaciones en las que se trabaja con la computadora" y por "efectos con la tecnología" a: qué puede lograr uno en sinergia con una computadora [18].

En [2] se analiza una serie de flaquezas asociadas al uso del Internet en los cursos a distancia, y a porque muchas de las expectativas se ven frustradas. Algunas de estas flaquezas no están directamente relacionadas con la tecnología sino con el diseño del material instruccional debido al desarrollo de estrategias de aprendizaje inadecuadas más que a los problemas de Internet por sí mismo.

En [25] se comenta que hay que ser escépticos a cualquier predicción en el campo de las tecnologías de la información y se resalta la necesidad de ser cautos a la hora de aplicar la tecnología. Sin embargo también considera que estas nuevas herramientas facilitarán la adquisición de las habilidades de aprendizaje, la elaboración de estrategias propias de aprendizaje, el reconocimiento de los estilos de aprendizaje típicos, la selección del recurso de aprendizaje apropiado, así como el refuerzo del valor de las habilidades de reflexión. Se puede prever que los recursos digitales serán más interactivos, adaptables y amistosos, promoviendo la creatividad del estudiante y la integración de la experiencia.

La propuesta que exhibimos plantea el uso de la tecnología para integrar el aprendizaje

individual y el aprendizaje colaborativo a través de un modelo adaptativo.

Actualmente se han desarrollado muchos ambientes de aprendizaje basados en tecnologías de la información y de comunicaciones. Unos hacen más énfasis en el aprendizaje individual [25] y [8], otros en el aprendizaje colaborativo [13] y existen algunos que integran ambos aspectos [23], [21] y [11].

La colaboración adaptativa es un campo de investigación reciente [6] y su tecnología se desarrolló junto con los sistemas educativos conectados a una red de computadoras. La meta del apoyo a la colaboración adaptativa es conformar grupos de colaboración, sin la intervención directa del estudiante, basados en el Modelo de la Colaboración y el Modelo del Estudiante.

Teniendo en cuenta la importancia de estudiar el tema del aprendizaje en un marco colaborativo y la importancia del aprendizaje individual como un elemento indivisible de la generación y asimilación de conocimiento, nos planteamos las siguientes preguntas que son base para la definición de la propuesta de este trabajo:

- ¿Mejorarán el proceso de aprendizaje Los Sistemas Hipermedia Adaptativos que incorporen características Colaborativas Adaptativas?
- ¿Qué impacto tiene en el aprendizaje colaborativo la utilización de técnicas adaptativas?
- ¿Cuál es la mejor técnica para proveer de adaptación a un ambiente colaborativo?
- ¿Cómo cambian las reglas de colaboración y cuál es su impacto en el Aprendizaje Individual?
- ¿El efecto es distinto de acuerdo a la población objetivo?

Para poder dar respuesta a todas ellas proponemos un modelo para el desarrollo de ambientes integrados de Aprendizaje Individual y Aprendizaje Colaborativo con soporte para el comportamiento adaptativo.

La arquitectura del sistema propuesto, se basa en la arquitectura definida para los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) [3] y [26], que tiene como componentes el Modelo del Estudiante (ME), el Modelo del Dominio (MD) y el Modelo

del Profesor (MP) o modelo pedagógico. Esta arquitectura es extendida agregándole un nuevo modelo el Modelo de la Colaboración (MC) en el que se definen las reglas para el comportamiento adaptativo durante el Aprendizaje Colaborativo.

La adaptatividad en el aprendizaje colaborativo afecta principalmente a la conformación de los grupos y al rol que los estudiantes pueden jugar en cada uno de los grupos.

La diferencia entre nuestra propuesta y los trabajos que integran el aprendizaje individual y el colaborativo esta en la forma de efectuar la integración y lograr el comportamiento adaptativo. Por ejemplo, los trabajos mencionados no utilizan un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) para presentar el material instruccional y ni los avances del estudiante en un entorno de aprendizaje (colaborativo o individual) afectan directamente la adaptatividad del otro ambiente.

En los apartados siguientes describiremos brevemente los conceptos de la adaptatividad y la naturaleza de los modelos de aprendizaje que son base para el SHACA. Posteriormente se presentará el modelo para el Sistema Hipermedia de Aprendizaje Colaborativo Adaptativo (SHACA). Finalmente se enumeran las conclusiones y se mencionan algunos trabajos futuros.

## 2. Sistemas Hipermedia Adaptativos

Brusilovsky [3] define un Sistema Hipermedia Adaptativo como aquel que construye para cada usuario un modelo de objetivos, preferencias y conocimientos. Utiliza este modelo a través de la interacción para adaptarse a las necesidades del usuario.

Oppermann [22] tiene en cuenta las características del usuario y distingue entre:

- *Sistemas Adaptables*: permiten al usuario cambiar ciertos parámetros del sistema y adaptar de esta manera su comportamiento.
- *Sistemas Adaptativos*: Se adaptan al usuario automáticamente basándose en las suposiciones que el sistema realiza de las necesidades del usuario.

Según la formalización realizada en [3] y [26] los Sistemas Hipermedia Adaptativos utilizan tres

componentes básicos para lograr la adaptatividad: el Modelo del Usuario, el Modelo del Dominio de la aplicación y el Modelo de la adaptación (en el caso educativo es el Modelo del Profesor o Modelo Pedagógico). Esta división proporciona claridad al desarrollo de aplicaciones adaptativas y permite asignar responsabilidades específicas a cada modelo.

- El Modelo del Estudiante describe la información del usuario que un SHA se guarda en un registro permanente. Esta información incluye una representación del estado del conocimiento adquirido por el estudiante y un registro de los nodos que ha visitado.
- El Modelo del Dominio describe cómo se enlaza y estructura la información.
- El Modelo del Profesor está compuesto por reglas pedagógicas que definen cómo se combinan el Modelo del Dominio y el Modelo del Estudiante para proveer de adaptación al sistema.

Añadiendo a estos tres componentes mencionados se puede efectuar dos tipos de adaptación: Presentación y Navegación Adaptativa [4], [5], [20] y [16]. Diferentes investigaciones [7], [15] y [24] han demostrado que esta adaptación puede tener un efecto positivo en el proceso de aprendizaje. Sin embargo en [24] se comenta que algunas técnicas adaptativas descritas en [4] pueden causar confusión y problemas en el proceso de aprendizaje.

La Presentación Adaptativa tiene que ver con la forma en la que una página de información es presentada y se realiza mediante la adaptación o generación dinámica de las páginas de información. La Navegación Adaptativa tiene que ver con la manera de navegar en el hiper-espacio de información definido y se realiza mediante la adaptación de los enlaces a la página siguiente para guiar al estudiante de forma particular.

En ambos casos existen técnicas y métodos que permiten el desarrollo de sistemas con características adaptativas. Las técnicas definen como realizar la adaptación al nivel de implementación. Los métodos describen a nivel conceptual cómo debe realizarse la adaptación y se consideran cuatro aspectos: ¿Qué adaptar?

(tecnologías para la adaptación), ¿Por qué? (objetivos de la adaptación), ¿Dónde? (áreas de aplicación) y ¿A qué? (características del usuario).

Los métodos empleados por la Presentación Adaptativa son la explicación adicional, la explicación basada en pre-requisitos, la explicación comparativa, variantes de explicación y ordenamiento según la importancia.

Los métodos empleados por la Navegación Adaptativa son la guía directa, el ordenamiento adaptativo de enlaces, el ocultamiento adaptativo de enlaces, la anotación adaptativa y los mapas adaptativos.

Es muy importante resaltar que la adaptatividad representa un cambio cualitativo en los sistemas de aprendizaje. El estudio de su aplicación se ha orientado a lograr eficiencia y eficacia en los procesos de aprendizaje.

### 3. Modelos de Aprendizaje

En este apartado revisaremos brevemente el Aprendizaje Individual, y el Aprendizaje Colaborativo [2], [12] y [25].

El Aprendizaje Individual está orientado a satisfacer necesidades del estudiante que pueden variar en el tiempo, la forma, el contenido y el volumen. Esto determina la necesidad de que los ambientes desarrollados para apoyar el Aprendizaje Individual sean flexibles, amigables y tengan incorporado los conceptos de adaptación. La valoración que un estudiante particular tendrá de un sistema está determinado por la habilidad del sistema para facilitarle su aprendizaje [25].

En las teorías de aprendizaje queda claro que la interacción es un factor catalizador del proceso de aprendizaje [17]. Pero la creación de conocimiento y la asimilación del mismo es siempre un proceso individual [12] y [19]. Por lo tanto es importante que los sistemas de educación a distancia proporcionen un soporte adecuado para este tipo de aprendizaje.

La necesidad de adaptación en un sistema hipermedia de soporte al aprendizaje individual surge por

Debido a la confusión ocasionada en el estudiante (principalmente en aquel que es novicio en un tema) por el gran volumen de información que puede ser presentado es necesario que los sistemas hipermedia de soporte al aprendizaje

individual incorporen los tipos de adaptación presentados en el apartado anterior.

El Aprendizaje Colaborativo está orientado a la generación de conocimiento y lo podemos definir como: “Co construcción de conocimiento, y mutuo compromiso de los participantes”. En términos genéricos, se define colaboración, como: cualquier actividad que un par o más de individuos efectúa juntos [18].

El Aprendizaje Colaborativo intenta eliminar los problemas de aislamiento y de soledad que tienen los estudiantes al interactuar con ambientes de aprendizaje individual sin la presencia del docente y/o grupos de estudio. La colaboración es un catalizador de conocimientos y muchos de los avances están orientados a la socialización del proceso de aprendizaje [1], [9] y [10].

Varias de las metodologías y herramientas que usan la tecnología (hardware y software) para apoyar el Aprendizaje Colaborativo han surgido bajo el nombre de “Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador” (CSCL-Computer Supported Collaborative Learning) [13]. Pero en este campo no sólo se ha investigado la tecnología sino también los aspectos sociales, psicológicos, organizacionales y los efectos en el aprendizaje. Por los resultados de las investigaciones realizadas se puede deducir que el sólo hecho de utilizar tecnología no soluciona los problemas asociados al proceso de aprendizaje. Es necesario incluir otros elementos: objetivos pedagógicos, seguimiento, análisis y medición de resultados [13].

Hay que tener claros los objetivos que se persiguen con el aprendizaje colaborativo pues pueden generar diferencias importantes en el momento de implementar soluciones y buscar resultados. Cuestiones como ¿Qué es colaboración? y ¿Qué estudiamos cuando aplicamos colaboración apoyada en la tecnología? son elementos a considerar al momento de aplicar la colaboración [18].

Según [14] el proceso de aprendizaje donde intervienen grupos de estudiantes tiene dos secuencias: Secuencias de Transferencia de Conocimiento y Secuencias de Colaboración. En la primera es donde el instructor transfiere conocimiento a los estudiantes y en la segunda es donde se sintetiza y aplica el conocimiento recibido.

#### 4. Sistema Hipermedia de Aprendizaje Colaborativo Adaptativo (SHACA)

El SHACA es un sistema que integra el aprendizaje individual con el aprendizaje colaborativo, y en el que ambos aprendizajes son adaptativos. Una característica importante es que los modelos utilizados para la adaptación en el sistema de aprendizaje individual son los mismos que se utilizarán para conseguir la adaptación durante el aprendizaje colaborativo. Otro aspecto relevante es que cualquier cambio en el modelo del estudiante afecta el comportamiento adaptativo tanto del ambiente de aprendizaje individual como el del ambiente de aprendizaje colaborativo.

Como ya se ha comentado en la introducción, la arquitectura propuesta extiende la arquitectura de los Sistemas Hipermedia Adaptativos ([3] y [26]) incorporando el Modelo de la Colaboración en el que se definen las reglas para el proceso de selección y formación de los grupos de colaboración.

La arquitectura del SHACA está formada por los siguientes módulos (figura 1):

- **Diseño y Creación de Material Instruccional.** Herramienta de autor que permite al docente crear el material instruccional. Incluye soporte para crear el material basado en los estilos de aprendizaje definidos en [14].
- **Interfaz de usuario.** Módulo que permite la interacción entre el estudiante y el Ambiente de aprendizaje integrado.
- **Aprendizaje Individual.** Módulo para la presentación, estudio y exploración del material instruccional. Este mecanismo es un Sistema Hipermedia Adaptativo, que incorpora Presentación Adaptativa y Navegación Adaptativa.
- **Diagnóstico.** Sirve para determinar el estado inicial del conocimiento del estudiante sobre el dominio de la aplicación, y preferencias del estudiante y el o los estilos de aprendizaje de su preferencia. La información obtenida es utilizada para aplicar las reglas de adaptación del ambiente de aprendizaje individual y colaborativo.

- **Aprendizaje Colaborativo.** Este componente incorpora el concepto de Colaboradores Potenciales y el de Espacio de Colaboración. Los Colaboradores Potenciales son todos los estudiantes que participan en el proceso de aprendizaje y el Espacio de Colaboración son subconjuntos de los Colaboradores Potenciales formados de acuerdo a las reglas del modelo de adaptación que se definan. Incluye herramientas de comunicación, intercambio de ideas y otros. (E-mail, Chat, Pizarras electrónicas, Noticias, Foros, y otros).
- **Motor Adaptativo (Engine).** Ejecuta las reglas de adaptación para todo el ambiente de aprendizaje utiliza los cuatro modelos considerados: Modelo del Dominio, Modelo del Estudiante, Modelo del Profesor y el Modelo de la Colaboración. Es una extensión al mecanismo de adaptación empleado en los Sistemas Hipermedia Adaptativos. A través de este mecanismo cualquier cambio en el Modelo del Estudiante se refleja tanto en el ambiente de aprendizaje individual como en el ambiente de aprendizaje colaborativo.
- **Evaluación, Monitoreo y Seguimiento.** Recolecta información del Ambiente de Aprendizaje Individual como del Colaborativo, procesa la información recolectada y emite indicadores de la actividad del estudiante en el sistema. Los resultados obtenidos ayudan a afinar el proceso de aprendizaje

Un proceso típico de utilización del sistema SHACA sería el siguiente:

- Diseño y creación del material instruccional.
- Definición del Modelo del Profesor, del Modelo del Dominio y del Modelo de la Colaboración.
- Publicación del material a través del ambiente de aprendizaje individual (que fundamentalmente es un Sistema Hipermedia Adaptativo).
- Diagnóstico para el estado inicial del estudiante y su estilo de aprendizaje.
- El estudiante inicia su aprendizaje tanto individual como colaborativamente. Este proceso es integrado sin línea divisoria entre ellos.

El avance del estudiante en el estudio del material instruccional afecta la actividad en el Ambiente de Aprendizaje Colaborativo, y a su vez el avance en el Aprendizaje Colaborativo afecta al ambiente de aprendizaje individual. Por ejemplo los roles que juega el estudiante pueden cambiar, así como la presentación y navegación en el ambiente de aprendizaje individual.

La definición del Modelo de la Colaboración, no es trivial y de hecho es uno de los componentes más complejos y críticos para el éxito de esta propuesta. Las reglas sobre las cuales los Espacios de Colaboración se forman deben tener en cuenta los problemas que se asocian a la interacción en los grupos y al estilo de aprendizaje propio de cada estudiante [14]. Deben permitir que los participantes realmente se encuentren en ambientes donde se construya conocimiento colaborativamente y no meramente en un ambiente para la difusión superficial de conocimiento o intercambio de opiniones personales [18]. Este es el reto principal que tiene la implementación de esta propuesta.

El Modelo de la Colaboración incluye las reglas para la conformación de los Espacios de Colaboración y está orientado a resolver cuestiones como:

- ¿Qué condiciones debe cumplir un estudiante para pertenecer a un grupo particular?
- ¿Las características de cada grupo serán previamente definidas o serán dinámicas?
- ¿Los grupos permitirán el uso de roles de los estudiantes?
- ¿El cumplimiento de los objetivos del grupo cambia el estado del Modelo del Estudiante?
- ¿Cuáles son las condiciones para que un estudiante salga de un grupo e ingrese en otro?

### 5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una arquitectura básica para desarrollar sistemas de aprendizaje que integren el Aprendizaje Individual y el Aprendizaje Colaborativo. Esta integración se hace de manera dinámica y de forma transparente al estudiante. Se definen los conceptos para lograr comportamiento adaptativo en la conformación y manejo de grupos de aprendizaje colaborativo.

Creemos que no sólo se deben desarrollar nuevas aplicaciones para soportar el proceso de aprendizaje, sino también se debe investigar el impacto que ellas tienen en el mismo. Hay mucho que investigar sobre la naturaleza de los sistemas adaptativos y el impacto de ellos en los estudiantes.

Consideramos que el SHACA (como un ambiente de aprendizaje integrado y adaptativo) puede ser un instrumento muy útil para el desarrollo de cursos a distancia.

Las cualidades adaptativas que incorpora se convierten en un componente clave para una entrega eficiente de material instruccional y para un desarrollo más dinámico de las actividades de aprendizaje tanto individual como colaborativo.

Finalmente el combinar ambientes de aprendizaje individual con ambientes de aprendizaje colaborativo y dotar a ambos de características adaptativas puede incrementar la eficiencia y eficacia durante el proceso de aprendizaje. Esta afirmación deberá confirmarse con el desarrollo de experimentos que den más luces sobre su validez.

Como continuación de este trabajo se creará un ambiente para un dominio específico y se pondrá a prueba para analizar su funcionamiento. Es necesario estudiar las poblaciones objetivo y a partir de ello definir nuevas estrategias y/o cambios en la filosofía del enseñar y aprender. Los paradigmas para la creación de material de estudio, la forma de monitorear el avance y el contacto con el estudiante son aspectos que también deben ser considerados.

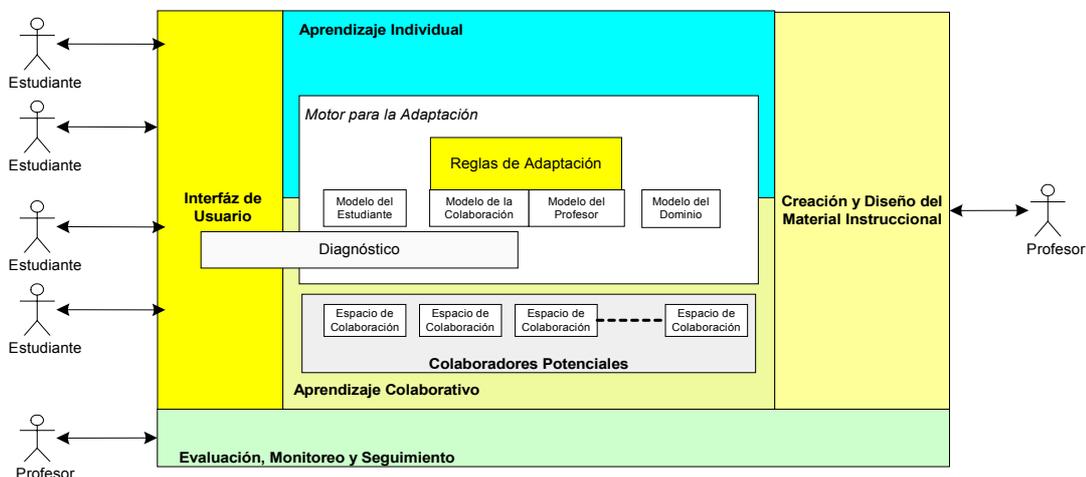


Figura 1: Arquitectura del SHACA

## Referencias

- [1] L. Anido, M. Caeiro, M. Llamas, M.J. Fernández.: "Creating collaborative environments for web-based training scenarios". SIIE2000, 2do Simposio Internacional de Informática Educativa. 15-17 de Noviembre de 2000 Puertollano (Ciudad Real)
- [2] A. Bork: "What is needed for effective learning on the Internet". Educational Technology & Society 4(3)2001 SIN 1436-4522.
- [3] P. De Bra, G.J. Houben, H. Wu: "AHAM: A Dexter-based Reference Model for Adaptive Hypermedia". Proceedings of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, pp. 147-156, Darmstadt, Germany, 1999. (Editors K. Tochtermann, J. Westbomke, U.K. Wiil, J. Leggett)
- [4] P. Brusilovsky: *Methods and techniques of adaptive hypermedia*. User Modeling and User Adapted Interaction. v 6, n 2-3, pp 87-129. (Special issue on adaptive hypertext and hypermedia). 1996
- [5] P. Brusilovsky: "Adaptive Navigation Support: A Component for Information Exploration Interfaces". Proceedings, CHI 98, April 18-23, 1998, Los Angeles, CA USA
- [6] P. Brusilovsky: "Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies". In: Proceedings of Workshop "WWW-Based Tutoring" at 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'98). 1998. San Antonio, Texas.
- [7] P. Brusilovsky, J. Eklundb J., E. Schwarz: "Web-based education for all: a tool for development adaptive courseware". Seventh International World-Wide Web Conference, April 14-18, 1998, Brisbane, Australia
- [8] P. Brusilovsky: "Adaptive hypermedia". User Modeling and User Adapted Interaction, Ten Year. Anniversary Issue, (Alfred Kobsa, ed.) 11 (1/2), 87-110. 2001
- [9] A. J. Cañas, K. M. Ford, J. W. Coffey, T. Reichherzer, N. Suri, R. Carff, D. Shamma, G. Hill, M. Breedy.: "Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento Basados en Mapas Conceptuales". Revista de Informática Educativa, Vol. 13, No. 2 (2000), pp. 145-158.
- [10] A. J. Cañas, K. M. Ford, P. H. Hayes, T. Reichherzer, N. Suri, J. W. Coffey, R. Carff, G. Hill.: "Colaboracion en la Construccion de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales" Invited Plenary Talk, VIII Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia, San José, Costa Rica, (Nov. 1997). Available in the Proceedings of the Conference, pp. XXV-XLII.
- [11] M. Constantino-Gonzalez, D. Suthers: *A Coached Collaborative Learning Environment for Entity-Relationship Modeling In Intelligent Tutoring Systems*, Proceedings of the 5th International Conference (ITS 2000).
- [12] J. Ewing, D. Miller: "A framework for evaluating computer supported collaborative learning". Educational Technology & Society 5(1) 2002. ISSN 1436-4522
- [13] S. Gerry (Editor 2002) "Proceedings of CSCL 2002, Boulder, Colorado, USA". January 7 - 11, 2002, distributed by Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Hillsdale, New Jersey, USA © 2002
- [14] C. R. Haller, V. J. Gallagher, L. T. Weldon, R. M. Felder.: "Dynamics of peer education in cooperative learning workgroups." J. Engr. Education, 89(3), 285-293 (2000).
- [15] K. Hook: "Evaluating the Utility and Usability of an Adaptive Hypermedia System". in Journal of Knowledge-Based Systems, vol. 10, no. 5, 1998.
- [16] A. Jameson: "User-Adaptive Systems: An Integrative Overview".UM99, the Seventh International Conference on User Modeling, Banff, June 1999; and at IJCAI99, the Sixteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, August 1999.

- [17] G. Kearsley: *"Explorations in learning & instruction: the theory into practice database"*. Copyright 1994-2001 Greg Kearsley (gkearsley@sprynet.com). <http://home.sprynet.com/~gkearsley>.
- [18] L. Lipponen: *"Exploring foundations for computer-supported collaborative learning"*. Proceedings of CSCL 2002, Boulder, Colorado, USA. January 7 - 11, 2002 Edited by Gerry Stahl, distributed by Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- [19] J. A. Macías y P. Castells. *"Diseño interactivo de cursos adaptativos"*. SIIE2000, 2do Simposio Internacional de Informática Educativa. 15-17 de Noviembre de 2000 Puertollano (Ciudad Real)
- [20] J.A. Macías; P. Castells: *"Un sistema de presentación dinámica hipermedia para representaciones personalizadas del conocimiento"*. II Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2001). Salamanca (España), 2001.
- [21] C. J. M, Olguín, A. L. N. Delgado, I. L. M. Ricarte: *"An Agent infrastructure to set collaborative environments"*. Educational Technology & Society 3(3) 2000. ISSN 1436-4522
- [22] R. Oppermann, R. Rashev, Kinshuk: *"Adaptability and Adaptivity in Learning Systems"*. Knowledge Transfer (volume II) (Ed. A. Behrooz), pAce, London, pp173-179. 1997. (ISBN 1-900427-015-X).
- [23] A. Rachida, M. Amine Benkiran, M. Ato.: *"A Framework for Adaptive and Cooperative Learning for the Internet; SMART Learning"*. INET 2000 Proceedings. Japan. 18-21 July 2000
- [24] P. Da Silva, R. Van Durm, E. Duval, H. Olivie.: *"A Simple Model for Adaptive Courseware Navigation"*. Conferentie Informatiewetenschap 1997. Thema: "Let your Browser do the Walking" Technische Universiteit Eindhoven. 27 november 1997
- [25] K. Sinitsa. *"Learning Individually: a Life-Long Perspective Introduction to the Special Issue"*. Educational Technology & Society 3(1)2000. SIN 1436-4522
- [26] H. Wu (Position Paper): *"A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Systems"*. Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. Hypertext'01 . Århus, Denmark, August 14-18, 2001