

# HACIA UNA TAXONOMÍA EN LA EDUCACIÓN ASISTIDA POR COMPUTADOR

**Julian Moreno y Demetrio Arturo Ovalle**

Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia)

**Rosa M. Vicari**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil)

## Resumen

Si bien es cierto que la educación asistida por computador tiene cada vez más aceptación gracias a la creación y divulgación exitosa de diversos sistemas para este fin, muchos interesados en unirse a esta ola no lo hacen bien sea por desconocimiento de las alternativas que existen o porque se sienten abrumados por la cantidad y variedad de las mismas. Con el propósito de solucionar en parte este dilema y ayudar a los interesados a no ahogarse en ese mar de alternativas, en este artículo se expone una taxonomía de algunos de los enfoques más importantes en esta área, intentando describir claramente cada uno de ellos. Pese a que dichas descripciones no tienen como público objetivo personas que sean expertas en informática, si se requiere de unos conocimientos básicos dada la componente tecnológica de los temas objeto de este análisis.

**Palabras clave:** Educación asistida por computador, ambientes virtuales de aprendizaje, sistemas de aprendizaje adaptativo, instrucción inteligente asistida por computador.

## Abstract

Although it is true that computer aided instruction has every time more supporters thanks to the successful creation and delivering of several systems made for this goal, many people concerned in joining this wave do not do it due to the ignorance of the existent alternatives or because they feel overwhelmed by the amount and variety of such alternatives. With the aim of solving in part this dilemma and helping those who are concerned to not drown in this alternatives sea, a taxonomy of some of the most important approaches in this area is exposed in this paper trying to describe in a clear way each one of them. Even if such descriptions do not have as potential audience people who are informatics experts, it does require some basic knowledge given the technological component of the analyzed topics.

**Keywords:** Computer aided instruction, virtual learning environments, adaptive learning systems, intelligent computer aided instruction.

## Introducción

No es un secreto que el siglo XXI es la era de la economía basada en el conocimiento y en la información, y que el progreso de la sociedad es más dependiente del desarrollo de la tecnología y las ciencias que en cualquier otro momento de la historia, siendo los recursos intelectuales la mayor fuente para promover la innovación. Esta necesidad insaciable de conocimiento representa desafíos importantes en los procesos de educación, entrenamiento, actualización y mejoramiento de habilidades, no sólo para el ámbito académico si no para la industria y la sociedad en general. Como se menciona en LearnFrame (2000):

“Mientras los recursos de la economía basada en bienes tangibles eran el carbón, el petróleo y el acero, los recursos de la nueva economía basada en conocimiento se refieren a la capacidad de adquirir, procesar y distribuir la información. Aquellos quienes son educados y entrenados de manera efectiva serán quienes serán capaces de sobrevivir económicamente y de prosperar. Aquellos que no, se quedarán obsoletos”.

Una alternativa para solventar esta necesidad es lo que se conoce como educación asistida por computador, la cual se ha vuelto muy popular en los últimos años gracias a su principio de acceso flexible en cualquier momento y desde cualquier lugar. Entre las principales fortalezas de esta alternativa se encuentran: a) incrementa la disponibilidad de experiencias de aprendizaje para aquellos estudiantes que no puedan o elijan no atender a clases tradicionales presenciales, b) permite el desarrollo y divulgación de contenido instruccional de manera eficiente en términos de costo y c) permite aumentar la cobertura de estudiantes sin que haya un deterioro en la calidad de la educación.

Para dar más peso a estos postulados cabe mencionar que en Estados Unidos, unos 3,9 millones de personas tomaban en el año 2007 algún curso de educación superior virtualmente, un 12% más que el año anterior, mientras la población universitaria total creció un 1,2%, según las cifras de Sloan Consortium ([www.sloan-c.org](http://www.sloan-c.org)). Entre tanto en España, según datos del Instituto Universitario de Posgrado ([www.iup.es](http://www.iup.es)),

aproximadamente el 30% de la oferta de programas de posgrado ya es en línea. El interrogante al que llevan estos datos es si la educación virtual es más efectiva que la tradicional, entiéndase presencial, y si no es así, por que se ha dado dicha tendencia. Según un estudio que la consultora SRI Internacional ([www.sri.com](http://www.sri.com)) ha hecho para el Departamento de Educación de Estados Unidos, si existe mayor efectividad, con una diferencia pequeña cuando se refiere a la formación totalmente virtual, pero que es muy significativa cuando se compara con los proyectos que combinan las clases tradicionales con la formación virtual usando nuevas tecnologías. No se trata, dicen las conclusiones, de que el computador como tal tenga algún tipo de efecto mágico, es decir, que el modelo en sí sea más efectivo, sino que el uso de esas herramientas en la educación suele implicar que el alumno dedica más tiempo al estudio, que busca información adicional por su cuenta, la comparte, colabora y, en definitiva, es más propenso a tomar las riendas de su propio aprendizaje en lugar de ser un sujeto pasivo y muchas veces anónimo en medio de una clase llena de alumnos (El País, 2009).

En el trabajo presentado en U.S. Department of Education, 2009, se hace una revisión sistemática de las investigaciones hechas sobre este tema entre los años 1996 y 2008, seleccionando para ello 99 estudios que hacen una comparación cuantitativa fiable entre las dos formas de enseñanza, quedándose finalmente con 49, casi todos muy recientes, que ofrecían una mayor fiabilidad. Asignándoles valores a las diferencias de aprendizaje de cada uno, medidos mediante test fiables, el resultado fue que la enseñanza puramente en línea produjo un efecto ligeramente mejor que la presencial.

## Taxonomía

La Educación Asistida por Computador (Computer Aided Instruction - CAI), también conocida como CAL (Computer Aided Learning), o CBT (Computer Based Training) se refiere al uso de computadores como componente clave del ambiente educativo. Aunque esta definición puede abarcar el uso general de computadores al interior de una clase tradicional, es más aceptado que se refiera específicamente a un ambiente estructurado en el cual los computadores

son usados de manera explícita para los procesos de enseñanza siendo los estudiantes una parte activa de dicho proceso. Otro término muy popular asociado a CAI es E-learning, el cual si bien no tiene una definición universalmente aceptada, sí es comúnmente relacionado con educación a distancia (entiéndase no presencial, o al menos no completamente) apoyada por Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC).

Para hacer algo de historia cabe mencionar que los primeros sistemas CAI que datan de la década de los años 50, se caracterizaban porque su funcionalidad estaba muy restringida por los sistemas de cómputo de la época: interacción con el usuario por medio de terminales, muy baja capacidad de procesamiento y almacenamiento, entre otros. Uno de los ejemplos más conocidos de estos primeros sistemas es PLATO (Programmed Logic for Automated Teaching Operations) el cual fue desarrollado en la Universidad de Illinois con el fin de impartir cursos de manera masiva y automática.

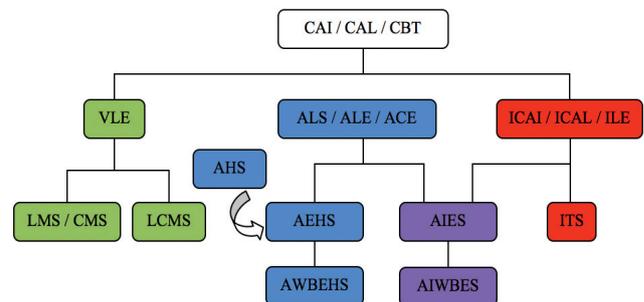
Desde esos primeros años hasta los 80's, los sistemas CAI tradicionales se caracterizaron por impartir el conocimiento de manera muy procedural, no individualizada y podría decirse que poco amigable (esto último dadas las restricciones de hardware y software existentes). A partir de allí y hasta la actualidad estos sistemas de enseñanza han evolucionado enormemente impulsados por el auge de las TIC en las aulas no sólo para complementar las clases tradicionales presenciales sino, como se mencionó previamente, para alcanzar a más estudiantes (posiblemente localizados geográficamente distantes) y de mejor manera. Dicha evolución ha hecho surgir varios enfoques con particularidades propias, siendo desconocidas muchas veces sus diferencias para muchos usuarios. En este punto se entiende por usuarios a los docentes, investigadores y directivos de instituciones educativas que en muchas ocasiones quieren dejarse llevar por ese auge sin conocer primero las alternativas existentes.

Considerando este panorama, en este artículo se describe una taxonomía para varios de los enfoques de CAI presentándolos de manera breve y concisa. Si bien el objetivo de este trabajo no es abarcar la

totalidad de los enfoques que pueden existir, sí se usó como criterio de selección aquellos que en la actualidad fueran ampliamente difundidos, sus bases conceptuales fueran claras y estuvieran bien documentados.

Para efectos de lograr una mejor comprensión de dicha taxonomía, ésta se dividió en 4 grandes corrientes como se muestra en la figura 1, para cada una de las cuales se exponen los puntos más sobresalientes y, en la medida de lo posible, se listan algunos de los trabajos y sistemas implementados más conocidos. Se hace la salvedad que las siglas utilizadas para referirse a tales enfoques se usan en inglés incluyendo términos sinónimos u homólogos con el fin que el lector pueda, si lo desea, ampliar los conceptos aquí expuestos haciendo búsquedas de los términos en su idioma de origen (y obviamente más aceptados mundialmente).

Figura 1. Taxonomía de enfoques en CAI



## Ambientes Virtuales de Aprendizaje

El término VLE (*Virtual Learning Enviroments*) se refiere de manera general a plataformas que se caracterizan por proveer un conjunto de herramientas para apoyar el desarrollo de cursos en línea como manejadores de archivos, foros, evaluaciones tipo cuestionario de calificación automática, calendario, mensajería, chat, estadísticas de uso, entre otros. Estas herramientas son precisamente las que hacen que los VLE, aunque originalmente fueron diseñados para el desarrollo de cursos a distancia, estén siendo utilizados en la actualidad por muchas instituciones como complemento de sus cursos presenciales. Esto pues, aunque son más de corte tecnológico que pedagógico, facilitan la labor docente en el sentido que sirven para centralizar recursos y se convierten en un punto de encuentro para los estudiantes.

## Sistemas de Administración de Aprendizaje

Los LMS (Learning Management Systems), también conocidos como CMS (Course Management Systems) son plataformas basadas en la Web cuyas funciones generales son administrar, monitorear y reportar la interacción de los estudiantes con el contenido, con el profesor y con otros estudiantes. Para lograr esto la mayoría de los LMS emplean una arquitectura cliente-servidor en el que los profesores configuran la interfaz del aplicativo por medio de unos formularios y llenan unas plantillas para hacer disponible los diferentes contenidos del curso.

Esta arquitectura y modo de uso han permitido la masificación de los LMS, impulsando la aparición de muchas implementaciones comerciales robustas que se caracterizan por contener gran cantidad de herramientas que son fáciles de usar.

La tabla 1 muestra un listado de algunos de los LMS más populares. Una comparación detallada de algunos de ellos que incluye funcionalidades y especificaciones técnicas puede encontrarse en (WebCT, 2008).

Si el lector está interesado en consultar más sobre LMS se sugiere dirigirse a [www.edutools.info](http://www.edutools.info) donde se encuentran revisiones independientes de muchos de ellos y se pueden realizar comparaciones “side-by-side”.

Tabla 1. Listado de algunos LMS

Nombre	URL	Tipo de licencia
Angel learning	<a href="http://www.angellearning.com">www.angellearning.com</a>	Integrado con Blackboard
BlackBoard	<a href="http://www.blackboard.com">www.blackboard.com</a>	Software propietario
Claroline	<a href="http://www.claroline.net">www.claroline.net</a>	Software libre
Dokeos	<a href="http://www.dokeos.com">www.dokeos.com</a>	Software libre
ILIAS	<a href="http://www.ilias.de">www.ilias.de</a>	Software libre
Joomla	<a href="http://www.joomlams.com">www.joomlams.com</a>	Software propietario
Moodle	<a href="http://www.moodle.org">www.moodle.org</a>	Software libre
OLAT	<a href="http://www.olat.org">www.olat.org</a>	Software libre
Sakai	<a href="http://www.sakaiproject.org">www.sakaiproject.org</a>	Software libre
Schoolar360	<a href="http://www.scholar360.com">www.scholar360.com</a>	Software propietario
Sharepoint	<a href="http://www.sharepointlms.com">www.sharepointlms.com</a>	Software propietario
WebCT	<a href="http://www.webct.com">www.webct.com</a>	Integrado con Blackboard

## Sistemas de Administración de Contenido de Aprendizaje

Los LCMS (Learning Content Management Systems) son plataformas multi-usuario donde se puede crear, reusar, almacenar, describir, administrar y distribuir contenido de aprendizaje digital desde un repositorio central, con el fin de ser utilizado posteriormente en cursos en línea. De acuerdo con esta definición, puede decirse que la diferencia entre un LMS y un LCMS es que el primero está más enfocado a la publicación y monitoreo de contenido, mientras que el segundo a su proceso de elaboración. Una descripción detallada de la arquitectura de los LCMS junto con un listado de productos comerciales se puede encontrar en (Cognitive Design Solutions, 2007).

## Sistemas de Aprendizaje Adaptativos

Los ALS (Adaptive Learning Systems), también conocidos como ALE (Adaptive Learning Enviroments) o ACE (Adaptive Courseware Enviroments), se refieren de manera general a aquellos sistemas que imparten un dominio de conocimiento a un determinado estudiante de manera “adaptada”, bajo la premisa que esto aumenta significativamente la velocidad del aprendizaje (Davidovic et al., 2003).

En este tipo de sistemas el ámbito de la adaptación se relaciona principalmente con las preferencias y características de los estudiantes. Por preferencias se hace referencia a aspectos relacionados con los gustos del estudiante en su rol de usuario de un sistema informático: colores, tamaños, fuentes, etc.; mientras que por características se hace referencia a aspectos relacionados con su proceso educativo: metas de aprendizaje, nivel de conocimiento, etc. Para contrastar toda esta información con el dominio de conocimiento que se desea impartir suelen distinguirse dos niveles de adaptación: el de contenido y el de enlaces, el primero se denomina de manera general como presentación adaptativa y el segundo como soporte de navegación adaptativo.

## Sistemas Hipermedia Educativos Adaptativos

Los AEHS (Adaptive Educational Hypermedia Systems), como su nombre lo indica, son ALS cuya estructura de presentación se basa en contenido hipermedia (hipertexto + multimedia). Esta estructura tiene como ventaja que permite desarrollar aplicaciones interactivas amigables y estéticamente atractivas, al tiempo que admite un vínculo directo entre las técnicas de adaptación y la interfaz del usuario. Una clasificación de estas técnicas para los dos niveles de adaptación previamente mencionados se encuentra en el trabajo de (Brusilovsky, 1996):

- Presentación adaptativa
  - Presentación del texto: extensión, nivel de detalle, información contextual, etc.
  - Presentación de los objetos multimedia: formato, tamaño, calidad, etc.
- Navegación adaptativa:
  - Guía directa: Inserción de enlaces estilo “siguiente”.
  - Mapa de navegación: Representación gráfica del hiperespacio.
  - Ordenamiento: Localización de enlaces según algún criterio (relevancia por ejemplo).
  - Ocultamiento: Acceso restringido a determinados contenidos
  - Formateo: Cambio de apariencia en los enlaces para denotar alguna característica especial (visitado, no visitado, recomendado, opcional, etc.)

Algunos AEHS populares y ampliamente documentados son: ESCA (Grandbastien, & Gavignet, 1994), InterBook (Brusilovsky et al., 1998) y KBS-Hyperbook (Henze & Nejdil, 2001)

## Sistemas Hipermedia Educativos Adaptativos Basados en la Web

Como puede verse en la figura 1, los AEHS presentan una subdivisión denominada AWBEHS (Adaptive Web-Based Educational Hypermedia Systems) que están enfocados específicamente a la Web, en las que

los usuarios (los estudiantes) acceden a través de un navegador. Esta aproximación es en realidad bastante natural para este tipo de aplicaciones dado que la Web está basada en lenguajes como HTML y XML que facilitan algunas de las tareas fundamentales de los AEHS en lo que al esquema de enlaces se refiere. Esto sin contar las ventajas que conlleva poder acceder en tiempo real a las aplicaciones desde cualquier equipo conectado a una red local o Internet.

Una desventaja sin embargo de este enfoque comparado con los AEHS “no Web” es que estos últimos pueden tener una integración mucho más estrecha entre la interfaz del aplicativo y la funcionalidad subyacente, esto es, cada acción del usuario puede ser registrada: cada movimiento del Mouse, scrolling, cambio de tamaño de ventana, etc. y dicha información puede ser considerada para los procesos de adaptación (De Bra *et al.*, 2004).

Algunos AWBEHS implementados son: AHA (De Bra & Calvi, 1998), AHM (Da Silva *et al.*, 1998), TANGOW (Carro et al., 1999) ECSAIWeb (Sanrach & Grandbastien, 2000), AIMS (Aroyo & Dicheva, 2001) NetCoach/ART-WEB (Weber, *et al.*, 2001), AHA! 2.0 (De Bra, et al., 2002) y MetaLinks (Murray, 2003).

## Instrucción Inteligente Asistida por Computador

La ICAI (Intelligent Computer Aided Instruction), también conocida como ICAL (Intelligent Computer Aided Learning) surge como una evolución natural de los primeros sistemas CAI y, a diferencia de estos, proporcionan una experiencia individualizada de aprendizaje para el estudiante, simulando las interacciones con el profesor. Dentro de este contexto al hablar de instrucción individualizada (en muchos textos se puede encontrar también el término “personalizada”) se entiende que el sistema de cómputo no trata a todos los estudiantes por igual, es decir, no todos reciben el mismo contenido al mismo tiempo ni de la misma forma. Para lograr esto, este tipo de sistemas representan de manera separada el contenido a impartir, las estrategias de enseñanza y las características del alumno.

## Sistemas Tutoriales Inteligentes

Si bien la definición más general de los ITS (Intelligent Tutoring Systems) es que son sistemas de tutoría que tienen incorporados componentes “inteligentes”, asociados comúnmente a técnicas de la Inteligencia Artificial, algunos autores extienden esta definición agregando que pueden contar con procedimientos y representaciones del conocimiento provenientes de los campos de la Lingüística Computacional y las

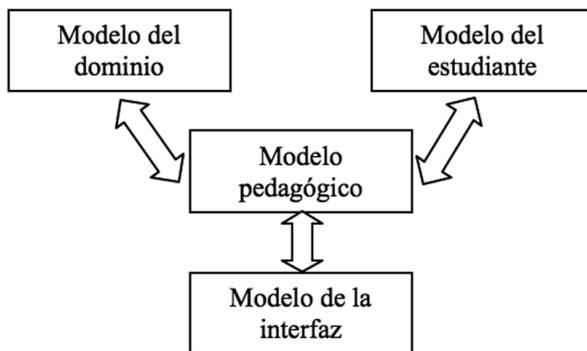
Ciencias Cognitivas (Samuelis, 2007). Los ITS son una aproximación bien conocida de ICAI y se definen como sistemas de cómputo que buscan imitar un tutor humano en el sentido de generar interacciones a medida que son requeridas por los estudiantes, así como de detectar sus problemas individuales de aprendizaje y proveer medios para solucionarlos. En este sentido, este tipo de sistemas dista mucho de los CAI tradicionales descritos en una sección anterior. Algunas de estas diferencias se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. CAI tradicional versus STI. [Traducida y complementada de Vicari & Giraffa (2003)]

	CAI tradicional	ITS
Bases teóricas	Teorías de Skinner (comportamentista)	Psicología cognitivista
Esquema del sistema	Una única estructura definida de manera algorítmica	Estructura subdividida en modelos
Secuenciamiento del contenido	Fijo	Heurístico
Modelado del alumno	Validación de las respuestas finales	Validación de toda la interacción del alumno con el sistema
Características de la instrucción	Tutorial, ejercicios	Socrático, ambiente interactivo, guía

Si bien no hay un consenso explícito respecto a los componentes de un ITS, la mayoría de los autores concuerdan en que poseen un esquema general como el presentado en la figura 2, el cual es consecuente con el principio de separabilidad de la ICAI descrito anteriormente.

Figura 2. Esquema general de un ITS



Cada uno de estos componentes se describe brevemente a continuación.

- En el modelo del dominio es donde se estructura el conocimiento como tal a ser impartido por el sistema y su forma de representación dependerá primordialmente al tipo general de dicho conocimiento, esto es, si es factual, relacional,

procedimental, analítico, etc. Algunas formas de representación comunes son los grafos dirigidos, árboles jerárquicos, redes semánticas, reglas de producción, sistemas expertos, entre otros.

- En el modelo del estudiante es donde se encuentran almacenadas las características individuales del alumno. Como lo mencionan Eyharabide *et al.* (2009) la información contenida en este modelo se puede dividir en información personal (nombre, identificación, edad, género, etc.), cultural (idioma, raza, etc.), tecnológica (medio de acceso, velocidad de conexión, etc.) y finalmente de interacción con el sistema (sesiones ejecutadas, nivel de conocimiento estimado, contenido accedido, etc.). Otros trabajos agregan a esta información alguna de tipo psicotécnico y psicopedagógico (habilidades cognitivas, estilos de aprendizaje, etc.) con el fin de mejorar los procesos de adaptabilidad. Dentro de toda esta información, quizá a la que la mayoría de trabajos hacen más referencia es a la del nivel de conocimiento pues es esta la que mide de cierta manera la efectividad del aprendizaje. La técnica más común en este punto consiste en comparar el conocimiento del estudiante (medido de manera binaria, discreta o continua) con el modelo del dominio, bajo el supuesto que el primero es un subconjunto del segundo (Machado, 2008).

- El módulo pedagógico, también conocido como modelo tutor, es el que se encarga de guiar el proceso de enseñanza, decide qué acciones pedagógicas se realizan, así como el cómo y el cuándo. En otras palabras este modelo es el encargado de adaptar las estrategias didácticas especificadas en el sistema a las necesidades del estudiante (determinadas con base en el modelo del estudiante) considerando el dominio de conocimiento (a partir del modelo del dominio).
- Finalmente, el modelo de interfaz es el que determina cómo los contenidos y actividades son presentados a cada estudiante. Este modelo tiene que ver con detalles de interacción de más bajo nivel como son los formatos de los archivos, los enlaces, botones, formularios, fuentes, etc.

Un listado muy completo de ITS implementados y herramientas para crearlos, junto con las referencias correspondientes, se encuentra en (Murray, 1999).

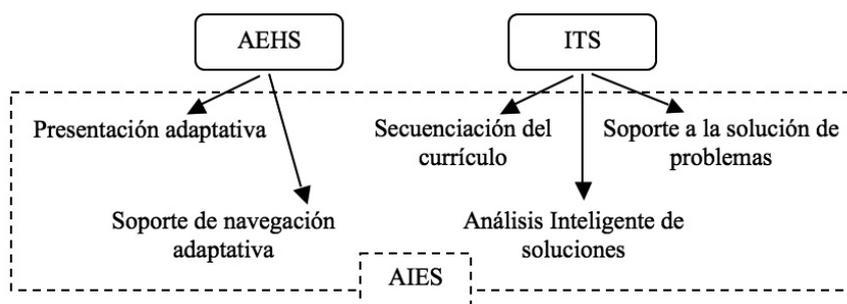
### Sistemas Educativos Inteligentes y Adaptativos

En la figura 1 se puede observar que los AIES (Adaptive and Intelligent Educational Systems)

pueden ser considerados como una intersección entre los ALS y los ICAI. Como se muestra en la figura 3, puede decirse que de los AHS heredan la adaptación en la presentación de contenidos y en el soporte de navegación, mientras que de los ITS heredan la separación de modelos (al menos el de dominio, el del estudiante y el pedagógico) y suelen incorporar las siguientes funcionalidades:

- Secuenciación del currículo: sugerir al estudiante el camino “óptimo” de aprendizaje, entendido como la secuencia planificada de contenidos y actividades que debe realizar en el dominio de interés.
- Análisis Inteligente de soluciones: va más allá de la simple calificación de evaluaciones pues se centra en descubrir los errores cometidos por el estudiante y sus posibles causas con el fin de ayudar a corregirlo.
- Soporte a la solución de problemas: proporcionar ayuda inteligente (dando pistas, recordatorios, etc.) al estudiante a la hora de enfrentar una actividad específica. Esta funcionalidad se diferencia de la anterior en que no es remedial (no se ejecuta luego de determinar un problema en el razonamiento del estudiante) si no que se trata más de un “acompañamiento”.

Figura 3. Aproximaciones en AIES. [Traducida y modificada de (Brusilovsky & Peylo, 2003)]



Además de estas funcionalidades algunos autores indican que este tipo de sistemas pueden incorporar otras para hacerlos más robustos como son la evaluación adaptativa, el soporte colaborativo, entre otras.

### Sistemas Educativos Inteligentes y Adaptativos Basados en la Web

Como su nombre lo indica, al igual que en los AEHS, los AIES presentan una subdivisión

denominada AIWBES (Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Systems) que se refiere a que su funcionalidad y aspectos técnicos están enfocados específicamente para aplicaciones que se ejecutan en la Web. Como lo mencionan Keleş *et al.* (2009), esta es una tendencia cada vez más común y ya hay varios intentos exitosos de trasladar sistemas existentes al mundo WWW (Ritter, 1997; Alpert *et al.*, 1999), así como otros que desde su concepción estaban pensados para desenvolverse en ese entorno (Chen, 2008; Lin *et al.*, 2008).

Respecto a AIWBES implementados se pueden mencionar trabajos como MAS-Plang (Fabegrat *et al.*, 2000) y AdaptWeb (Oliveira *et al.*, 2003). Sin embargo vale la pena hacer énfasis en dos trabajos nacionales: SICAD (Duque, 2005) y CIA (Moreno *et al.*, 2009), los cuales poseen algunas de las funcionales descritas anteriormente.

## Conclusiones

Tal como lo afirman diversas organizaciones y estudios alrededor del mundo, la educación asistida por computador (más conocida bajo el término general de e-learning) ha tomado fuerza en las dos últimas décadas convirtiéndose en un recurso sumamente importante al cual las instituciones educativas en todos los niveles de formación deben prestarle atención. Sin querer entrar en la polémica sobre si dicha herramienta debe reemplazar completamente a las clases presenciales tradicionales o si, por el contrario, debe ser un complemento de éstas, cabe mencionar que es innegable el valor pedagógico de este recurso pues, tal como lo afirman varios autores, fuerza al estudiante a ser parte activa del proceso.

Considerando este contexto, en este artículo se describen y comparan diferentes enfoques que se encuentran al interior de esta tendencia en educación y se crea una taxonomía con la que se espera orientar al lector no solo para descubrir la variedad de alternativas que existen, sino también para comprender sus puntos en común y diferencias. Estos enfoques son: los ambientes virtuales de aprendizaje, los sistemas de aprendizaje adaptativos, la instrucción inteligente asistida por computador y los sistemas educacionales adaptativos e inteligentes. Cada uno de estos tiene subdivisiones propias, diferenciándose entre sí tanto en su concepción y teorías pedagógicas sobre las cuales se soportan, como en su arquitectura interna, funcionalidad, y aspectos tecnológicos de su implementación.

Al hacer una revisión de los aplicativos implementados en cada uno se encontró una diferencia significativa respecto a su nivel de utilización real en instituciones educativas, el cual no necesariamente se relaciona con aspectos pedagógicos si no más bien con aspectos prácticos y comerciales. Es así como en la mayoría de las instituciones que se han volcado a estos recursos se observa principalmente el uso de VLE, específicamente LMS, debido primordialmente a la robustez de las aplicaciones existentes, hablando netamente del software como tal, y a la facilidad de su uso para usuarios no expertos. A manera de ejemplo cabe mencionar que un estudio realizado en Colombia (Jimenez, 2009) mostró como en 11 de las principales universidades públicas del país se utilizan LMS como apoyo a algunos de sus programas, de las cuales 8 usan Moodle, 1 usa Moodle más desarrollos propios y 2 usan desarrollos propios.

Si bien los otros tres enfoques explorados en este documento han demostrado ser muy efectivos en términos pedagógicos su uso no se ha masificado tanto debido fundamentalmente a la dificultad que representa para los docentes diseñar e implementar los cursos bajo estos enfoques. En palabras de Murray (1999):

“A pesar que los tutores inteligentes están volviéndose más comunes y están probando ser cada vez más efectivos, son difíciles y costosos de construir”.

Esto se debe por una parte a que dichos enfoques implican en gran esfuerzo a la hora de crear como tal el material educativo y por otra a que no existen todavía herramientas robustas, o al menos no tanto como en el caso de los LMS, que se hayan difundido ampliamente.

Como conclusión final cabe mencionar que una característica que comparten los enfoques analizados es que todos se han ido volcando hacia tecnologías Web, siendo esta una manera masificada y efectiva de llegar a los usuarios (profesores, estudiantes y desarrolladores).

## Referencias

---

- Alpert, S. R., Singley, M. K., & Fairweather, P. G. (1999). Deploying intelligent tutors on the web: An architecture and an example. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10(2), pp. 183–197.
- Aroyo, L. & Dicheva, D.A. Concept-based approach to support learning in a Web-based support Environment. En: Moore, J. (eds.) *Proc. of AIED01*, Leipzig: IOS Press, pp. 1-12.
- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6(2-3), pp 87-129.
- Brusilovsky, P., Eklund, J. & Schwarz, E. (1998). Web-based education for all: A tool for developing adaptive courseware. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1-7), pp. 291-300.
- Brusilovsky, P. & Peylo, C. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13, pp. 156–169.
- Carro, R. M., Pulido, E. & Rodríguez, P. Designing Adaptive Web-based Courses with TANGOW. En: proceedings of the 7th International Conference on Computers in Education, ICCE'99, Chiba, Japan, V. 2, pp. 697-704.
- Chen, C.-H. (2008). Intelligent web-based learning system with personalized learning path guidance. *Computers & Education*, 51, pp. 787–814.
- Cognitive Design Solutions. (2007). LMS-LCMS. Disponible en: <http://www.cognitivedesignsolutions.com/Instruction/LMS-LCMS.htm>, Consultado el 1 de Octubre de 2009
- Da Silva, P. D., Durm, R.V., Duval, E. & Olivié, H. (1998). Concepts and documents for adaptive educational hypermedia: A model and a prototype. *Proceedings of 2nd Adaptive Hypertext and Hypermedia Workshop*, 9th ACM International Hypertext Conference (Hypertext98).
- Davidovic, A., Warren, J. & Trichina, E. (2003). Learning benefits of structural example based adaptive tutoring systems. *IEEE Transactions on Education*, 46(2), pp. 241–251.
- De Bra, P. & Calvi, L. (1998). AHA! An open Adaptive Hypermedia Architecture. *The New Review of Hypermedia and Multimedia*, 4, pp. 115-139.
- De Bra, P., Aerts, A., Smits, D. & Stash, N. (2002b). AHA! Version 2.0: More Adaptation Flexibility for Authors. En M. Driscoll, & T. C. Reeves (Eds.), *Proceedings of World Conference on E-Learning*. Montreal, Canada. Pp. 240-246.
- De Bra, P., Aroyo, L. & Cristea, A. (2004). Adaptive Web-based Educational Hypermedia. En: *Web Dynamics, Adaptive to Change in Content, Size, Topology and Use*, (Eds.) Mark Levene, Alexandra Poulouvassilis, pp. 387-410, Springer.
- Duque, N. (2005). Modelo de cursos virtuales adaptativos en un ambiente de planificación inteligente. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- El País. (2009). La universidad ‘online’ obtiene mejor nota. Artículo de prensa del 1 de septiembre de 2009.
- Eyharabide, V., Gasparini, I., Schiaffino, S., Pimenta, M. & Amandi, A. (2009). Personalized e-learning environments: considering students’ contexts. *Proceedings of the 9th IFIP World Conference on Computers in Education – WCCE*.
- Fabregat, J., Marzo, C. & Peña, I. (200). *Teaching Support Units. Computers and Education in the 21st Century*: Kluwer Academic Publishers.
- Grandbastien, M. & Gavignet, E. (1994). ESCA: An environment to design and instantiate learning material. In T. de Jong, & L. Sarti (Eds.), *Design and production of multimedia and simulation-based learning material* pp. 31-44. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Henze, N. & Nejd, W. (2001). Adaptation in open corpus hypermedia. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12(4), pp. 325-350.
- Jimenez, J. (2009). Informe interno proyecto Servicios Académicos Virtuales, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.
- Keleş, A., Oca, R., Keleş, A. & Gülcü, A. (2009). ZOSMAT: Web-based intelligent tutoring system for teaching–learning process. *Expert Systems with Applications*, 36(2), Part 1, pp. 1229-1239.
- LearnFrame. (2000). About e-Learning. Disponible en: <http://www.learnframe.com/aboutelearning>
- Lin, G.-Y., Dai, S.-H. & Zhu, Z.-Y. (2008). Model and Application of Web-based Intelligent Tutoring System. *Proceedings of the 3rd International Conference on Innovative Computing Information and Control – ICICIC*.

- Moreno, J. Ovalle, D. & Jimenez, J. (2009). CIA: Framework for the creation and management of Adaptive Intelligent Courses. En Proceedings of 9th World Conference on Computers in Education – WCCE. Bento Gonçalves, Brasil.
- Murray, T. (1999). Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, pp. 98-129.
- Murray, T. (2003). MetaLinks: Authoring and affordances for conceptual and narrative flow in adaptive hyperbooks. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13(pp. 2-4), Pp. 197-231.
- Oliveira, J, Muñoz, L. Freitas, V., Marçal, V., Gasparini, I. & Amaral, M. (2003). AdaptWeb: an Adaptive Web-based Courseware. En Proceeding of III Anual Ariadne Conference. Belgium.
- Ritter, S. (1997). PAT online: A model-tracing tutor on the world-wide web. In Proceedings of workshop intelligent educational systems on the World Wide Web at 8th world conference on artificial intelligence in education. Kobe, Japan. Pp. 11–17.
- Samuelis, L. (2007). Notes on the Components for Intelligent Tutoring Systems. *Acta Polytechnica Hungarica* Vol. 4, No. 2.
- Sanrach, C. & Grandbastien, M. (2000). ECSAIWeb: A Web-based authoring system to create adaptive learning systems. En: P. Brusilovsky, O. Stock, & C. Strapparava (Ed.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems*. Berlin: Springer-Verlag. Pp. 214-226.
- U.S. Department of Education. (2009). Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies. Washington, D.C.
- Vicari, R. & Giraffa, L. (2003). Fundamentos dos sistemas tutores inteligentes. En: Barone, D. *Sociedades artificias: a nova fronteira da inteligência nas máquinas*. Porto Alegre, Bookman.
- WebCT. (2008). LMS Options and Comparisons. Disponible en: [http://kumu.brocku.ca/webct/LMS\\_Options\\_and\\_Comparisons](http://kumu.brocku.ca/webct/LMS_Options_and_Comparisons), Consultado el 1 de Octubre de 2009.
- Weber, G., Kuhl, H.-C. & Weibelzahl, S. (2001). Developing adaptive internet based courses with the authoring system NetCoach. En: De Bra, P., Brusilovsky, P. & Kobsa, A. (Eds.), *Proceedings of Third workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia*. Sonthofen, Germany, Technical University Eindhoven. Pp. 35-48.

### Sobre los Autores

---

#### Julian Moreno, MSc.

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín,  
Colombia Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A -  
Medellín. [jmoreno1@unal.edu.co](mailto:jmoreno1@unal.edu.co)

#### Demetrio A. Ovalle, PhD.

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín,  
Colombia. Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A -  
Medellín. [dovalle@unal.edu.co](mailto:dovalle@unal.edu.co)

#### Rosa M. Vicari, PhD.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
Caixa Postal 15064, CEP 91501-970 - Porto Alegre  
[rosa@inf.ufrgs.br](mailto:rosa@inf.ufrgs.br)

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.