

Ayuda adaptativa en la web

Resumen: En este artículo se presentan los criterios básicos para la construcción de un sistema hipermedia educativo, que a pesar de la incertidumbre, pueda ofrecer ayuda al estudiante de forma similar a como lo haría el profesor en el aula de clase.

La ayuda se fundamenta en el concepto de "andamiaje" de Bruner y representa el apoyo que con carácter temporal, gradual y visible le es ofrecido al estudiante, en éste caso, por el ejercitador.

Las necesidades de ayuda del estudiante se determinan a partir del modelamiento del estudiante, construido mediante la aplicación de reglas sobre el uso del sistema y Redes Bayesianas.

Abstract: This paper presents the basic criteria for building an educational hypermedia system that, despite the uncertainty, be able to provide students with a similar kind of help to what they would expect from a teacher.

The help module included on it has been developed with base on Bruner's scaffolding concept. It represents the temporal, gradual and visible support that the exerciser offers to the student.

The student's help necessities are determined by the student modelling, which is conformed by combining rules about the system usage and Bayesian network.

Palabras clave: hipermedia, educación, pedagogía, aprendizaje, andamiaje, estudiante, profesor.

Key words: hipermedia, education, pedagogy, e-learning, andamiaje, student, teacher.



Introducción



Los sitios web empiezan a integrar un conjunto amplio de recursos y una gran gama de servicios que los convierten en potentes plataformas. Dejan así de ser un simple conjunto de páginas estáticas, para empezar a incorporar sistemas que se pueden comportar de forma “inteligente” para ayudar al usuario a resolver sus problemas de la manera más eficaz posible y con la menor pérdida de recursos. La dinámica de la web empieza a presionar para que tanto los contenidos como la navegación incluyan la posibilidad de adaptarse a las necesidades e intereses del usuario.

Hernán Gil Ramírez.

Doctor en Procesos de Formación en Espacios Virtuales por la Universidad de Salamanca, España. Magíster en Comunicación Educativa por la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Especialista en Computación para la Docencia. Economista. En la actualidad es profesor asociado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Tecnológica de Pereira. UTP.

E-mail: hegil@utp.edu.co

Sistemas Hipermedia y Modelamiento del estudiante

Los sistemas hipermedia constituyen un primer paso hacia la adaptación al usuario puesto que permiten ofrecer una amplia base de información sin ruta de acceso preestablecida. Es el usuario quien define su propia ruta de acceso. Los sistemas hipermedia pueden integrar elementos multimedia y su construcción y reconstrucción es flexible y relativamente fácil. Sin embargo tienen aún importantes desventajas, como por ejemplo, la presentación de contenidos estáticos, la limitación para evaluar los conocimientos adquiridos, la posibilidad de que el usuario se pierda entre la información, el no proporcionar retroalimentación, y su escasa capacidad de adaptación.

Los sistemas hipermedia adaptativos pueden aprovechar las ventajas y la flexibilidad que ofrece la hipermedia para presentar los contenidos, de tal forma que el usuario pueda navegar a través de ellos y adaptar los nodos de información y los enlaces a sus necesidades y características. Esto puede convertirlos en potentes herramientas educativas.

Dichos sistemas, según Gutiérrez, Pérez y Carro (2002), se definen como un "...sistema hipertexto o

hipermedia que almacena internamente modelos de las características del usuario, del soporte físico que utiliza, de los diferentes soportes lógicos a su disposición, etc. y los utiliza para presentar la información que contiene de diferentes maneras."

Los sistemas hipermedia adaptativos educativos deben responder al hecho de que no todos los estudiantes tienen el mismo nivel de conocimiento, a que éste puede variar a lo largo del proceso de aprendizaje y a que no todos aprenden al mismo ritmo y con la misma facilidad. Además, deben tener en cuenta las condiciones del entorno y las características de la tarea, así como el nivel formación, la experiencia, los objetivos y las preferencias del estudiante. Carro (2001) afirma que el contenido que puede resultar complicado para uno de ellos puede no serlo para otro; o un estudiante puede requerir mayor ayuda que otros para encontrar el camino a seguir en el hiperespacio.

Si los estudiantes que usan el sistema hipermedia educativo, no tienen el mismo nivel de conocimiento y tienen distintos intereses, objetivos y necesidades, se les debe poder ofrecer información diferente sobre un mismo aspecto, con mayor o menor nivel de detalle, además de proporcionarles ayuda dependiendo de sus características y del nivel de complejidad de la tarea.

López, Gutiérrez, González, Carro y Pérez (1999) definen un sistema

adaptativo como aquel que "...es capaz de tomar decisiones en función de cierta información variable a lo largo del tiempo...".

Por lo tanto, el sistema hipermedia adaptativo educativo debe ser capaz de obtener, almacenar, procesar y valorar información de distinto tipo y procedente de diversas fuentes: la suministrada por los profesores a partir de su experiencia docente, la obtenida a partir del historial de uso (cantidad de visitas, fecha, hora y tiempo de permanencia, páginas usadas); la de la variación de los conocimientos del estudiante en las diferentes etapas del proceso de interacción; la obtenida a través de la aplicación de cuestionarios al estudiante (para conocer intereses, necesidades, estilo de aprendizaje predominante, conocimientos previos, nivel de experiencia, estudios realizados y discapacidades); la de las características del entorno en que opera (lugar de conexión, navegador, sistema operativo y software); los objetivos con los que usa el sistema (estudio, trabajo, consulta...); y finalmente, la información disponible en los archivos estadísticos de la escuela. Con base en dicha información se puede construir el modelamiento del estudiante al cual se adaptarán los contenidos, la navegación y la ayuda del sistema hipermedia educativo.

Tomando como referente Holt, et al. (1994) citado por Moreno (2002), dicho modelamiento "... puede ser descrito como una ... representación de las creencias que el sistema tiene acerca del estudiante y es, por lo tanto, una representación abstracta del estudiante en el sistema."

En la construcción del modelamiento del estudiante, se debe conocer su estado actual, lo que "...significa, que no solamente debe contener los conceptos adquiridos sino también los errores conceptuales, el entendimiento parcial [...] el conocimiento relevante previo del estudiante, su progreso, su estilo de aprendizaje, así como otro tipo de información relacionada con este..." (Moreno, 2002). Stuffer (1996), citado por Moreno (2002) agrega que se debe responder a "...el 'quién' esta siendo modelado y cuál es la historia del estudiante, el 'qué', o las metas, planes, aptitudes, capacidades, conocimiento y creencias del estudiante; el 'cómo' el modelo es adquirido y mantenido; y el 'por qué', incluyendo cómo serán las respuestas por parte del estudiante para darle asistencia, para proporcionarle retroalimentación, o para interpretar su comportamiento."

Para VanLehn, Niu, Siler y Gertner (1998), en el modelamiento del estudiante se deben poder hacer inferencias sobre su estado actual, considerar el tipo de conocimiento (procedimental, declarativo o cualitativo) y diferenciar entre estudiante y experto, puesto que existen elementos que el estudiante no tiene y el experto sí (missing conception), así como otros que el estudiante tiene pero el experto no (misconception).

Modelamiento y Redes Bayesianas

Muchas decisiones en la vida conllevan un cierto grado de incertidumbre ya que no siempre se controlan todas las variables que intervienen en el suceso. Incluso el profesor en el aula de clase, a pesar de su cercanía a los estudiantes, tiene un conocimiento incierto sobre ellos y no siempre cuenta con la información suficiente para determinar sus necesidades, metas e intereses, por lo que necesariamente tendrá que tomar decisiones apoyándose en información incompleta.

La incertidumbre y la inexactitud están presentes en muchas de las situaciones en las que se usan los sistemas hipermedia educativos, por lo que resulta de gran utilidad disponer de un método que permita cuantificar los posibles resultados obtenibles con el objeto de establecer un mayor grado de certidumbre. La teoría de la probabilidad condicionada aporta elementos numéricos, relativamente objetivos para la evaluación de esos resultados futuros, de forma tal que puedan servir de base para la toma de decisiones en el complejo proceso de definición del modelamiento del estudiante al que se debe adaptar el sistema hipermedia educativo.

“

... Este razonamiento probabilístico (obtención de conclusiones probables a partir de hechos con información incompleta), es especialmente adecuado para tratar con un mundo variable, que más que a conclusiones inequívocamente ciertas nos lleva a conclusiones probablemente ciertas.” (Llorens, 2000) Las inferencias probabilísticas, que representan la dependencia entre los sucesos, se pueden representar mediante Redes Bayesianas.

Una Red Bayesiana o Red Probabilística es la representación gráfica de un modelo de una situación del mundo real, asociada a un conjunto de tablas de probabilidad. La Red Bayesiana está conformada por Nodos y Arcos. Los Nodos representan las variables (discretas o continuas) y los Arcos las dependencias probabilísticas entre nodos. En el Arco se especifica la probabilidad condicional del nodo hacia el que el arco se dirige (nodo hijo) dado su nodo origen (nodo padre), o lo que podríamos expresar como $P(\text{nodo hijo} | \text{nodo padre})$. Por lo tanto, en una Red Bayesiana, el Nodo al que se dirige el Arco es dependiente del que está ubicado en su origen, es decir, existe una relación de causa-efecto entre ambos nodos.

Las Redes Bayesianas aportan elementos de significativa importancia para la toma de decisiones basadas en la probabilidad condicionada, lo que las ha convertido en un eficaz instrumento para abordar la incertidumbre en la solución de

problemas de la vida real en áreas como las finanzas, la aeronáutica, la medicina, la ingeniería y la educación. En este último campo, las Redes Bayesianas se convierten en una potente herramienta para el desarrollo de sistemas hipermedia educativos en situaciones de incertidumbre. Con ellas, es posible construir el modelamiento del estudiante al que se adaptarán los contenidos, la evaluación, la navegación, la interfaz, la ayuda y los recursos multimedia. Según Conati y Zhou (2002) cuando un sistema de enseñanza está orientado a proporcionarle ayuda interactiva a los estudiantes, se necesita saber qué conocimiento tiene el estudiante y qué metas está intentando lograr actualmente; es decir, se debe hacer una valoración y reconocimiento de su plan. Este modelamiento de tareas implica un alto nivel de incertidumbre cuando se permite a los estudiantes elegir libremente entre varias líneas de razonamiento y no se les exige mostrar explícitamente cuál siguieron.

Las decisiones que se tomen con relación a la adaptabilidad de los sistemas hipermedia educativos implican calcular la probabilidad tanto de sucesos inciertos relacionados con el uso del sistema como de los logros obtenidos por cada estudiante. Esto implica que cuanto mayor sea la información de la que se disponga, menor será la incertidumbre. Por lo tanto se debe recoger información inicial sobre los factores de incertidumbre que puedan afectar dicha situación; además se debe mantener una recopilación continua de nuevos datos relevantes. Finalmente, combinando estas informaciones se deben tomar las decisiones pertinentes sobre la adaptación.

La eficacia de los sistemas hipermedia educativos para apoyar procesos de aprendizaje dependerá, en buena medida, de su capacidad para adaptarse dinámicamente al modelamiento del estudiante que lo usa. Esto implica realizar actualizaciones permanentes de forma que se puedan adaptar los contenidos, los enlaces y las ayudas a las necesidades particulares del estudiante.

El andamiaje y los artefactos tecnológicos

El concepto de andamiaje de Bruner, que está basado en la Zona de Desarrollo Próximo enunciada por Vygotsky, constituye el referente pedagógico que ha servido como base para diseñar la ayuda de un ejercitador de contabilidad en el que se basa la presente propuesta de ayuda adaptativa.

La Zona de Desarrollo Próximo representa el espacio cognitivo entre la capacidad del estudiante para desarrollar de forma independiente los problemas con base en su Nivel de Desarrollo Actual y el Nivel de Desarrollo Potencial determinado mediante la resolución de los problemas con la ayuda del profesor o de un compañero más capaz.

A partir del modelo del funcionamiento de la Zona de Desarrollo Próximo, Bruner (1984) aborda el papel de la madre en la promoción del desarrollo del niño. Bruner explica la guía de la madre mediante la metáfora de la construcción de andamios que le permitan al niño ascender progresivamente en esta zona sin consolidar. Dicho "andamiaje" o ayuda implica que tanto la dificultad de la tarea como el nivel de la ayuda se deben ir graduando de manera moderada y progresiva, buscando un equilibrio que garantice que el niño no se desmotive por ser demasiado fácil la tarea ni que la abandone por su alto grado de dificultad. Además, los roles de la madre y el hijo deben poder moverse, de manera gradual, como respuesta a la capacidad de "autorregularse", del niño, propiciando que no sólo aprenda las actividades sino que se pueda apropiar las reglas de interacción que orientan y regulan la actividad que es objeto de aprendizaje.

En el andamiaje el profesor (experto) y el estudiante (novato, no experto) abordan la resolución de una tarea de un cierto nivel de dificultad. Sólo cuando el estudiante no puede resolverla el profesor

comparte su experiencia y conocimiento con el estudiante para contribuir en la solución de la tarea. Así mismo, el andamiaje se debe adaptar tanto a las características y necesidades de cada estudiante como a sus avances. Además el estudiante debe ser consciente de la ayuda que se le proporciona para facilitar así su paso progresivo hacia la autonomía en la resolución de los ejercicios. La enseñanza no puede limitarse a proporcionar siempre el mismo tipo de ayuda, ni intervenir de manera homogénea e idéntica en todos los casos.

El andamiaje debe ser un proceso dinámico por lo que "... En cada fase habrá que redefinir los nuevos valores, tanto de movimiento como de restricción, de los que estén involucrados en este proceso de interacción o socialización y los resultados no serán de ninguna manera lineales o acumulativos, sino sujetos a transformaciones." Del Río(1999).

En la aplicación del andamiaje se debe tener en cuenta que la ayuda que se proporcione debe ser inversamente proporcional al nivel de competencia del estudiante en la resolución de la tarea; que es él el verdadero artífice del proceso de aprendizaje, y que dicha ayuda además de ser visible y necesaria debe ser transitoria y adaptada a las necesidades del estudiante y a las características de la tarea.

El andamiaje que el profesor y los artefactos culturales mediadores pueden dar al estudiante para

transmitir un determinado contenido, en particular un procedimiento o una habilidad, debe ser un proceso interactivo e intencionado, en el cual el conjunto de ayudas ofrecidas al estudiante le permitan apropiarse de los contenidos necesarios para la realización de la tarea.

No obstante, Hernández (1999) y Coll y Solé (1990) recogen algunas críticas que se le pueden plantear a la enseñanza basada en el andamiaje, como por ejemplo, que está asociada a situaciones interactivas diádicas que podrían no funcionar en un aula de clase debido a la gran cantidad de estudiantes que normalmente tiene el profesor. La interacción diádica es difícil de lograr en esas circunstancias.

Coll y Solé (1990) plantean que en este caso, se puede dar una de dos situaciones "...o bien el concepto de andamiaje es sólo aplicable a la interacción del profesor con alumnos individuales y, en consecuencia, pierde gran parte de su poder para explicar cómo los profesores ejercen una influencia educativa sobre sus alumnos, o bien puede aplicarse igualmente a la interacción del profesor con el grupo de alumnos, pero en este caso es necesario identificar los mecanismos que utiliza el profesor para conseguir que sus actuaciones sean contingentes al mismo tiempo para los diferentes alumnos del grupo. Nada autoriza a pensar, en el caso de que optemos por la segunda alternativa, que los mecanismos de ajuste sean idénticos a los que aparecen en una situación de interacción diádica."

Sin embargo la cantidad de estudiantes involucrados en la situación de aprendizaje deja de constituir un obstáculo a la interacción diádica cuando el andamiaje es proporcionado a través del computador.

Otra de las críticas que se le hace al andamiaje es que puede promover una práctica dirigida al logro de las metas prefijadas por el profesor. Hay que señalar que, también en este caso, el uso del computador puede ayudar a superar este problema ya que el estudiante puede determinar tanto las metas de su aprendizaje como la ruta del conocimiento a ejercitar y asumir por lo tanto un rol activo. En consecuencia, con la mediación de los artefactos tecnológicos se busca desarrollar alternativas que permitan adaptar de forma eficaz el andamiaje a la situación del aula de clase.

Es importante precisar, que según Del Río (1999), debido a la naturaleza social de las tareas propuestas y a su carga de significación cultural, no se puede esperar que una interacción que haya resultado exitosa en una determinada cultura lo sea en un contexto diferente en el cual operen significados y reglas distintas.

Así mismo se debe tener presente que en este proceso no se enfrentará una sola ruta de desarrollo, sino que, por el contrario, podrá haber tantas como significados y valores se presenten. Puede ser perfectamente posible que la solución de una misma tarea se haga de múltiples formas, muchas de ellas ni siquiera imaginadas o previstas por el experto o maestro que también se beneficiará de la interacción en la zona de desarrollo próximo.

De igual forma hay que tener en cuenta que la zona de desarrollo próximo no tiene porqué ser homogénea; puede suceder que el estudiante encuentre más dificultad en la solución de una tarea que de otra aunque sean del mismo dominio. Esto representa un proceso abierto, incierto y en permanente construcción, en el que el experto debe convertirse en un líder que construya el conocimiento en colaboración con el novato.

En este orden de ideas, agrega Del Río (1999), que el agente promotor del desarrollo no tiene que ser necesariamente una persona, sino que la apropiación de una herramienta cultural como un libro, un computador u otra producción cultural también pueden indicar el paso de una zona potencial a un nuevo estadio.

Nuevos Escenarios de aprendizaje

El sistema educativo debe facilitarle al estudiante las condiciones para que su aprendizaje sea lo más eficaz posible y que le pueda ser útil en el ejercicio laboral.

Hay otros muchos espacios en los que se puede y se debe dar la educación. Bruner, (1984: 19) plantea que "... por muy importante que el proceso de escolarización haya llegado a ser en nuestra cultura occidental actual, la educación se refiere a toda la transmisión de conocimiento de los sujetos más expertos de un grupo a los menos expertos y, por supuesto, a las complejas interacciones entre adulto y niño que tienen lugar antes, después y en ausencia de cualquier tipo de escuela..." reforzando el planteamiento de que así como las herramientas han ampliado y modificado las capacidades y la habilidades del hombre para transformar su entorno físico, la cultura contribuye a modelar y ampliar sus capacidades cognitivas.

Linaza en su referencia a los trabajos de Bruner (Bruner, 1984: 16) plantea que se puede inferir que la enseñanza en las escuelas se debe realizar en contexto, como sucede en las situaciones de la vida diaria cuando el estudiante adquiere el conocimiento a partir de la experiencia del contacto directo con las

cosas y las personas que le pueden ofrecer ese conocimiento en las diferentes actividades a la que se enfrenta.

Lo ideal es que el estudiante pueda hacer prácticas en escenarios reales, pero no siempre es fácil y posible, ya sea por costos, por número de cupos disponibles o por el riesgo que ello implique para el estudiante o la empresa. La web constituye un escenario propicio en el que desarrollar prácticas que simulen la realidad y en las cuales el estudiante pueda aplicar los fundamentos teóricos en condiciones que le permitan validar y apropiarse lo aprendido.

Así como en la aviación los simuladores de vuelo juegan un papel importante para que el futuro piloto se enfrente a las maniobras de vuelo y a la toma de decisiones en caso de peligro, también en las instituciones que ofrecen programas en el área administrativa empieza a utilizarse simuladores o juegos de negocios y ejercitadores como un apoyo en el proceso de aprendizaje.

En áreas como la contabilidad, donde además del conocimiento teórico es necesaria e imprescindible la experiencia que la práctica puede aportar, los ejercitadores permiten desarrollar procesos de práctica previos a la incorporación del estudiante al mercado laboral, facilitándole la forma de perfeccionar sus habilidades, aplicar los fundamentos teóricos y evaluar su aplicación en un entorno ajustado a la realidad. Estos programas buscan recrear en un escenario virtual las condiciones reales de una empresa con el objeto de que el estudiante pueda adquirir experiencia en la toma de decisiones y en los diversos procesos que implica la administración empresarial.

Estos espacios virtuales pueden contribuir a que el estudiante no cometa en el futuro los errores propios de la inexperiencia, poniendo en peligro su integridad o la de otros o en el caso del área contable, que genere errores que puedan conducir a que la administración de la empresa tome decisiones erróneas con base en información incierta. Con estos programas se busca reproducir situaciones similares a las que podrían presentarse en la realidad, de forma que cuando el estudiante se enfrente a ellas, esté más preparado para resolverlas.

Con este propósito, se ha diseñado un sistema de ejercitación contable que le permita al estudiante poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula de clase y que le ofrezca ayuda adaptada a sus necesidades mientras se ejercita. Este sistema representa una opción para explorar nuevas aplicaciones de la web en la escuela y superar los inconvenientes que presentan los contenidos estáticos de los sistemas hipermedia educativos tradicionales.

Características particulares del modelo propuesto.

La propuesta de ayuda adaptativa basada en el modelamiento del estudiante se implementa a través del ejercitador de contabilidad (ECO) que ha sido diseñado para proponer ejercicios de contabilidad, resolverlos, explicarlos y valorar los resultados finales de los ejercicios así como los procesos seguidos para resolverlos.

El ejercitador le ofrece al estudiante tres tipos de ejercicios: Ejercicios de Demostración, que el programa resuelve completamente; Ejercicios Guiados, en los que el estudiante empieza a asumir parcialmente la autonomía en la solución del ejercicio y Ejercicios de Aplicación, en los que el estudiante asume la total autonomía en la solución de los ejercicios, teniendo a su disposición información y ayuda (del entorno y adaptativa) para resolverlos.

Además, el ejercitador propicia la interacción remota entre los estudiantes y el profesor (Foro, Wiki), y puede usarse de forma ilimitada independientemente del tiempo y del lugar.

Definición de las variables para el modelamiento del estudiante.

Con base en la información obtenida del estudiante y de un grupo de expertos así como de la obtenida a partir del uso del ejercitador y de la valoración de los ejercicios, cuando el estudiante solicita ayuda se actualiza su modelamiento y con base en él se define la ayuda a ofrecerle.

Modelamiento del estudiante.

El modelamiento del estudiante se construye a partir de los datos personales suministrados por el estudiante; de las acciones ejecutadas por el estudiante en su proceso de interacción con el ejercitador; de los resultados de las evaluaciones del último registro y del ejercicio activo, los resultados del histórico de resolución de ejercicios; y finalmente, del criterio de un grupo de expertos en contabilidad que determinaron la probabilidad condicionada de las diferentes variables que conforman la red propuesta.

A partir de dicha información se define el modelamiento del estudiante y mediante la aplicación de redes bayesianas y de reglas sobre la actuación del estudiante, el ejercitador re-construye, de forma dinámica, el modelamiento del estudiante con base en el cual se infiere la ayuda que le ofrecerá cuando

esté resolviendo uno de los ejercicios propuestos por el ejercitador de contabilidad.

El proceso anterior se complementa con la ayuda adicional que está asociada a la valoración y el análisis del uso de los recursos disponibles en el programa así como a la información suministrada por el estudiante en el momento de su inscripción.

Ayuda.

La ayuda siempre está disponible y puede ser usada a voluntad del estudiante para resolver las dificultades a las que se enfrente en la resolución de los ejercicios de contabilidad propuestos.

El ejercitador ofrece dos tipos de ayuda: una que está disponible en el entorno de la aplicación para que el estudiante la consulte cuando lo necesite y otra que se le brinda de acuerdo al modelamiento que el sistema hace del estudiante.

Resultados.

1. Con relación a la incidencia de la ayuda adaptativa, proporcionada en el ejercitador de contabilidad, sobre los resultados obtenidos por los estudiantes en la solución de ejercicios, se puede concluir lo siguiente:

El análisis de los datos recogidos en la fase de implementación del ejercitador mostró que existía una evidente relación entre el uso de la ayuda ofrecida por el ejercitador y la mejora de los resultados obtenidos por los estudiantes en la solución de los ejercicios de contabilidad.

Se observó una mejora significativa en los resultados obtenidos en la resolución de los ejercicios por parte de las estudiantes que usaron la ayuda (un 73.7% de las estudiantes que usaron la ayuda, mejoraron sus resultados), lo cual contrasta marcadamente con los resultados de las estudiantes que no usaron la ayuda, de las cuales el 77.8% no mejoró sus resultados.

Igualmente, se observó que, en términos generales, la mayoría de las estudiantes que mejoraron sus resultados en la solución de los ejercicios habían hecho uso de la ayuda (el 87.5%).

También el nivel de uso de la ayuda incidió significativamente en la mejora mostrada por las estudiantes. La totalidad de las estudiantes que hizo un uso alto de la ayuda mejoró sus resultados, así como el 68.8% de las que hicieron un uso medio de la ayuda. Sin embargo, entre las estudiantes que hicieron un nulo uso de la ayuda, sólo un 22.2% mejoró sus resultados.

Con relación a la evolución de la variable resultados en función del uso de la ayuda, es decir, a la tendencia esperable en dichos resultados si las estudiantes realizaran más ejercicios, suponiendo un uso de la ayuda similar al de la fase de implementación del ejercitador, del análisis de los datos se concluye que:

Aunque los resultados de las estudiantes que mejoraron y no usaron la ayuda fueron incrementándose inicialmente durante la fase implementación del ejercitador, tras alcanzar un máximo comenzaron a decrecer. Además la línea de tendencia calculada para estas estudiantes, indica que a medida que se incrementa el número de ejercicios realizados y continúen sin utilizar la ayuda, sus resultados tenderán a no mejorar.

En contraste, las estudiantes que mejoraron sus resultados y usaron la ayuda mostraron una mejora sostenida a lo largo de la fase de implementación del ejercitador y la línea de tendencia calculada para ellas indica que a medida que se

incrementa el número de ejercicios realizados y las estudiantes continúen haciendo uso de la ayuda, sus resultados tenderán a seguir mejorando.

En cuanto a las estudiantes que no mostraron mejora durante la fase de implementación del ejercitador, la tendencia esperable es que a pesar de que se incrementa el número de ejercicios realizados, los resultados no tenderán a mejorar, independientemente del uso o no uso de la ayuda.

2. El estudio de los fundamentos teóricos y prácticos sobre andamiaje, modelamiento, adaptatividad, sistemas hipermedia y Redes Bayesianas con el objetivo de diseñar e integrar la ayuda adaptativa en un sistema web educativo adaptativo, en nuestro caso, en un ejercitador de contabilidad nos, lleva a concluir que:

La ayuda que se ofrezca, a manera de andamiaje, debe buscar que el estudiante pueda ir avanzando en la resolución de ejercicios y en la consolidación de los fundamentos teóricos en los que se sustenten dichos ejercicios. En este caso, el ejercitador, que opera como experto, y el estudiante que opera como novato, abordan la solución de una tarea (ejercicio) y en la medida en que el estudiante no puede resolverla, el ejercitador comparte su "experiencia" y "conocimiento" con el estudiante para ayudarlo a resolver la tarea.

El andamiaje que se le ofrezca al estudiante deberá adaptarse a sus características y necesidades, así como a sus avances en la solución de los ejercicios. Además el estudiante debe ser consciente de la ayuda que se le proporciona para facilitar su paso progresivo hacia la autonomía en la resolución de la tarea.

La ayuda deberá ser inversamente proporcional al nivel de competencia del estudiante en la resolución de la tarea, propiciando que él sea el verdadero artífice del proceso de aprendizaje y que dicha ayuda, además de ser visible, transitoria y adaptada a las necesidades del estudiante y a las características de la tarea.

Los sistemas web educativos adaptativos también deben ofrecer diversos niveles de gradación tanto de contenidos como de ayuda. En el ejercitador, esto se aborda principalmente mediante la implementación de los ejercicios de demostración, los ejercicios dirigidos y los ejercicios de aplicación, que permiten no solo diferentes grados de dificultad de la tarea sino también diversos niveles de autonomía en la resolución de la misma.

Los sistemas web educativos adaptativos deben poder ofrecer ayuda independientemente de la cantidad de estudiantes que estén practicando en un momento determinado y de la ruta que sigan para la solución de los ejercicios.

La ayuda debe responder a un proceso dinámico en el que, a cada paso, se actualicen los valores de las variables con las que se construye el modelamiento a partir del cual se define dicha ayuda. Sin embargo, ofrecer ayuda a partir del modelamiento del estudiante exige tomar decisiones que estarán frecuentemente acompañadas por una cierta incertidumbre ya que se basan en información potencialmente variable y relativamente, incierta e incompleta.

En estas circunstancias, la metodología de Redes Bayesianas, que facilita la toma de decisiones basadas en la probabilidad condicionada, se convierte en una potente herramienta para dicho propósito.

A partir de los principios teóricos anteriormente expuestos, se construyó la Red Bayesiana adecuada para determinar las necesidades de ayuda del estudiante en el ejercitador de contabilidad. Cuando el estudiante solicita ayuda, el sistema estima de forma automática, mediante la aplicación de la metodología de las Redes Bayesianas y de reglas sobre la interacción del estudiante con el ejercitador, qué tipo de ayuda necesita y se le proporciona.

En síntesis, el sistema hipermedia adaptativo educativo debe ser capaz de obtener, almacenar, procesar y valorar información de distinto tipo y procedente de diferentes fuentes: la suministrada por los profesores a partir de su experiencia docente, la obtenida a partir del historial de uso (cantidad de visitas, fecha, hora y tiempo de permanencia, páginas usadas), la de la variación en los conocimientos del estudiante en las diferentes etapas del proceso de interacción con el sistema; la obtenida a través de la aplicación mediante cuestionarios propuestos al estudiante (para conocer sus intereses, necesidades, conocimientos previos, nivel de experiencia, estudios realizados); la de las características del entorno informático en que opera (lugar de conexión, navegador, sistema operativo), y el interés manifestado en el uso del sistema hipermedia adaptativo educativo (estudio, información, trabajo). Con base en dicha información se debe construir el modelamiento del estudiante al cual se adaptarán los contenidos, la navegación y la ayuda del sistema hipermedia educativo.

Para finalizar, queremos señalar que el modelo propuesto busca ofrecer ayuda adaptativa al estudiante de forma similar a como podría hacerlo el profesor en el aula de clase y se plantea como un recurso para apoyar el proceso de aprendizaje del estudiante, en el cual, a partir de los conocimientos adquiridos en el aula de clase, se facilite el proceso de refuerzo mediante la ejercitación.

La propuesta de ejercitador y su sistema de ayuda adaptativa constituyen una opción hacia la construcción de una Web educativa "inteligente" basada en el modelamiento del estudiante.

Las consideraciones aquí presentadas buscan constituirse en una base sólida para el desarrollo de sistemas adaptativos educativos basados en la web. Aunque en principio, la propuesta está orientada a aquellas disciplinas exactas como la contabilidad, en las que las reglas y principios generales que guían los procesos y acciones del estudiante se pueden controlar de forma más precisa, esperamos que esta propuesta sirva como base para el desarrollo de sistemas adaptativos educativos basados en la Web en otras disciplinas.

Referencias bibliográficas

- Bruner, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Compilación de José Luis Linaza, España: Alianza Psicología.
- Carro, S. (2001). *Clasificación de los sistemas hipermedia adaptativos* (tesis doctoral), página web <http://www.ii.uam.es/~rearro/tesis/cap2.pdf>, consultada el 9 de febrero de 2005.
- Coll, C. y Solé, I. (1990). *La Interacción Profesor/Alumno en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje*, en http://www.puc.cl/sw_educ/didaetica/. Consultada en agosto de 2003.
- Conati C. and Zhou X. (2002). *Modeling Students' Emotions from Cognitive Appraisal in Educational Games*. In *Proceedings of ITS 2002, 6th International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, Biarritz, France.
- Del Río, L. (1999). *Bordando sobre la Zona de Desarrollo Próximo*. En *Revista de Educación Nueva Época No 9 Internet*. <http://www.jalisco.gob.mx/srias/educacion/09/9riolugo.html>. Consultada el 1 de agosto de 2003.
- Gutiérrez, J., Pérez T. y Carro J. *Parámetros para la adaptación en los Sistemas Hipermedia Adaptativos*. Página Web: <http://chico.inf-cr.uclm.es/adie/revista/r9/9art1.pdf>, consultada en agosto de 2002.
- Hernández, G. (1999). *La Zona de Desarrollo Próximo. Comentarios en Torno a su Uso en los Contextos Escolares*. *Perfiles educativos* Vol. XXI, n° 85-86 julio-diciembre de 1999 Centro Estudios sobre la Universidad, Universidad Nacional Autónoma de México. www.cesu.unam.mx/iresie/revistas/perfiles/perfiles/85-86-html/85-04.htm. consultada el 1 de agosto de 2003.
- Llorens F. (2000). *Lógicas Probabilísticas*. Página Web: <http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/ALO/apuntes/LProbabilistica.pdf>, consultada en diciembre de 2002.
- López, R., Gutiérrez, J., González A., Carro J. y Pérez T. (1999). *HEZINET: Cómo Aprender Euskara a Distancia de Forma Adaptativa*. Página Web: <http://www.ji.si.ehu.es/groups/hyper/publicaciones/CONIED99/conied99.htm>, consultada en agosto de 2002.
- Martínez, F. (1996). *La enseñanza ante los nuevos canales de comunicación*, en Tejedor, F. y García V. (1996), *Perspectivas de las nuevas tecnologías en la educación*, España: Narcea,.
- Moreno, M. (2002). *Modelo del Estudiante*. Página Web: http://mailweb.udlap.mx/~tesis/msp/moreno_s_mr/capitulo2.pdf, consultada en diciembre de 2002.
- Santángelo, H. (2000). *Modelos Pedagógicos en los Sistemas de Enseñanza no Presencial basados en Nuevas Tecnologías y Redes de Comunicación*, en *Revista Iberoamericana de educación*, No 24, TIC, en la educación. <http://www.campus-oei.org/revista/rie24f.htm>
- Tejedor, F. y García, V. (1996). *Perspectivas de las nuevas tecnologías en la educación*. España: Narcea.
- VanLehn, K., Niu, Z., Siler, S. & Gertner A. (1998) *Student modeling from conventional test data: A Bayesian approach without priors*. Página Web: <http://www.pitt.edu/~vanlehn/distrib/Papers/Calibration4.pdf>, consultada en noviembre de 2002.