

SMarth: Plataforma abierta de tutoría inteligente como soporte a los procesos de B-learning en matemáticas

Martha Giraldo G.
Fundación Universitaria de Popayán
Calle 5 # 8 – 58
Popayán – Cauca
57-2-8320225
marthagir61@gmail.com

Armando Ordóñez
Fundación Universitaria de Popayán
Calle 5 # 8 – 58
Popayán – Cauca
57-2-8320225
jaordonez@unicauca.edu.co

ABSTRACT

Intelligent tutoring systems aim for personalization of learning based on particular needs of students. However, most of the proposals on intelligent tutoring don't consider participation of classroom teachers. This is despite the fact that it has been demonstrated the success of these tools in blended learning processes (B-learning). This article describes the progress toward building a platform for B-learning supported by an open architecture for intelligent tutoring systems called SMarth. Our proposal aims for including teachers in the process in reinforcement activities. Here, the architecture of SMarth is proposed and described, and the development of a course for teaching mathematics in elementary school, focusing on the themes: addition, subtraction, multiplication and division using the platform offered by GIFT for this purpose.

RESUMEN

Los tutores inteligentes de aprendizaje buscan guiar de manera personalizada el aprendizaje, partiendo de las necesidades y características particulares de cada estudiante. Sin embargo, la mayoría de las propuestas acerca de tutores inteligentes no consideran la participación de los docentes presenciales. Lo anterior ocurre a pesar de que se ha demostrado el éxito del uso de herramientas informáticas como estas en procesos de aprendizaje semipresenciales (B-learning). El presente artículo describe los avances hacia la construcción de una plataforma para B-learning soportada en una arquitectura abierta de tutoría inteligente. Nuestra propuesta busca incluir a los docentes en los procesos de los tutores inteligentes que sirven de refuerzo de las materias dadas presencialmente. Aquí se propone y se describe la arquitectura de SMarth, y el desarrollo de un curso para la enseñanza de matemáticas en básica primaria, enfocado a las temáticas: suma, resta, multiplicación y división, usando la plataforma ofrecida por GIFT para tal fin.

Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computers and education]: Computer Uses in Education – *Computer-assisted instruction (CAI), Computer-managed instruction (CMI)*.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

Conference '10, Month 1–2, 2010, City, State, Country.

Copyright 2010 ACM 1-58113-000-0/00/0010 ...\$15.00.

General Terms

Computing Milieux

Keywords

Intelligent tutoring systems, blended learning

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas para la Gestión de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) ofrecen grandes ventajas para los procesos de aprendizaje, sin embargo los contenidos y estrategias pedagógicas son uniformes y desconocen los procesos individuales, lo cual pueden conllevar a fenómenos de desmotivación o deserción [1]. Diversos estudios, algunos muy recientes demuestran que la personalización de procesos de aprendizaje contribuye a la motivación de los estudiantes, mejorando ostensiblemente los resultados de las evaluaciones [2], [3].

La personalización de la educación es un proceso altamente costoso e inviable en la práctica, por lo cual, han aparecido algunas herramientas informáticas que responden a estas necesidades. Entre ellas encontramos los sistemas de tutoría inteligente (ITS, por sus siglas en inglés Intelligent Tutoring Systems), los cuales proveen ambientes de aprendizaje computarizado que soportan la tutoría uno a uno de forma automática [4] y han sido aplicados ampliamente en todo el mundo con resultados excelentes [5]. Para poder realizar la personalización del proceso de aprendizaje, los ITS modelan efectivamente a los estudiantes (habilidades, estrategias, motivación, emociones) y a los modelos pedagógicos y guían a los estudiantes en sus procesos de aprendizaje de acuerdo a las necesidades del estudiante [6]. [6]

Aunque los ITS se enfocan en la enseñanza autónoma, siendo usados comúnmente para ofrecer instrucciones en lugares remotos, también pueden ser utilizados para soportar procesos presenciales [7]. Es decir, que mientras los docentes pueden dirigir los cursos presenciales, los ITS pueden usarse para reforzar particularidades del aprendizaje de cada estudiante, contribuyendo así a mejorar la calidad y a disminuir la deserción [8]. En este orden de ideas, es importante resaltar la importancia de estos docentes presenciales en los procesos de implantación de ITS pues son ellos quienes guían, motivan, y hacen seguimiento a los estudiantes. A pesar de esta importancia, en la mayoría de los trabajos existentes es muy poca la relevancia que se ha dado a los docentes presenciales para que apalanquen los ITS, de hecho, este factor es reconocido como una de las barreras más importantes a la implantación de los ITS en todo el mundo [9].

Algunas otras situaciones que pueden dificultar la implantación de los ITS son: los altos costos de su implantación, la falta de estandarización, la dificultad para la reutilización de contenidos y la complejidad tecnológica de las interfaces de los ITS, obligan a la necesidad de personal técnico altamente cualificado [8]. Este último factor en particular tiene el agravante de que en algunas regiones de los países en vía de desarrollo, los docentes carecen de conocimientos básicos sobre TIC, factor que puede influir negativamente en su motivación para participar este tipo de proyectos [10].

La presente propuesta busca contribuir a mejorar algunos problemas de los ITS por medio de una plataforma de tutoría inteligente abierta, soportada en estándares [11] y de software libre llamada Smarth. Esta plataforma busca reducir los costos de implantación y la complejidad de las interfaces, mejorando así la participación de los docentes y estudiantes en los procesos de aprendizaje [12].

El artículo está organizado como sigue: la sección 2 presenta los trabajos relacionados, la sección 3 contextualiza el framework generalizado de tutoría inteligente que es la base de Smarth. En la sección 4 se describe la arquitectura de Smarth resaltando la inclusión de los docentes en los sistemas orientados a aprendizaje semipresencial. En la sección 5 se expone un curso de matemáticas creado en GIFT. Finalmente, en la sección 6 se muestran las conclusiones y trabajo futuro.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Como se mencionó anteriormente, la participación activa de los docentes es fundamental para el éxito de los procesos de enseñanza soportados en TICS [13]. Steenbergen-Hu y Cooper [14], demostraron la efectividad de los sistemas de tutoría inteligente en la mejora del aprendizaje en los estudiantes universitarios. Lo anterior debido a que los ITS ofrecen varios métodos de instrucción o actividades de aprendizaje. Los autores concluyen que los ITS pueden ser utilizados como herramienta de instrucción independiente o como herramienta de aprendizaje complementario, además de evidenciar la importancia que tienen los docentes y la pedagogía en el aprendizaje mediante ITS.

Por otra parte, Nye [7] realizó una revisión sistemática, de literatura entre los años 2009 – 2012, orientada al análisis de las posibles barreras de la adopción de los ITS en relación a estudiantes, maestros y sistema escolar. Los resultados apuntan a que se ha prestado mayor atención a las barreras concernientes a los estudiantes, dejando de lado las de los docentes y las escuelas. La adopción de los ITS en entornos de aprendizaje formal requiere de unificar la comunicación entre docente, administración e incluso padres. Adicionalmente, fortalecer el lazo ITS - docentes es dar un paso a la adopción y efectividad de dichos entornos de aprendizaje.

Kurt VanLehn [15] realizó un estudio del estado del arte sobre tutorías guiadas tanto por humanos como por sistemas de tutoría, en donde se refleja que los tutores humanos son más eficaces, siendo seguidos por los sistemas de tutoría inteligente, por lo que estos últimos están muy cerca de la eficacia de la tutoría humana al tener una mínima diferencia. El autor define ocho teorías en donde explica de manera detallada "qué hacen los tutores humanos que los sistemas de tutoría no" y a las que atribuyen la efectividad de los tutores humanos frente a los sistemas de tutoría, dentro de las cuales se encuentran: i) evaluaciones y diagnósticos más detallados y acertados de los estudiantes; ii) selección de

tareas individuales; iii) estrategias de tutorías más sofisticadas; iv) control de la interacción por parte del aprendiz; v) conocimiento del dominio; vi) aumento de la motivación de los estudiantes; vii) retroalimentación por parte de los estudiantes; viii) ejecución y cooperación en los procesos de tutoría por parte del estudiante y el tutor; ix) clasificar a los estudiantes de acuerdo a su comportamiento para según eso, definir y aplicar estrategias de tutoría.

En [16] se presenta un ITS basado en el diálogo llamado Guru para el área de biología en secundaria. Guru involucra al estudiante mediante conversaciones colaborativas donde se muestra información relevante para la conversación. Adicionalmente, Guru adapta cada sesión con base en los niveles de conocimientos individuales de los estudiantes, analiza las respuestas de los estudiantes, y proporciona retroalimentación formativa. El artículo presenta los resultados de aprendizaje en la escuela realizando una comparación entre Guru, tutoría humana y enseñanza en clase. A pesar de que no hay diferencias entre el efecto de Guru y los tutores humanos, Guru cuenta con la capacidad de enseñar de forma individual.

Finalmente, Dolenc and Aberšek [17] realizan el diseño y evaluación de un sistema inteligente de tutoría que se adapta de forma individual en base a las características cognitivas del estudiante llamado TECH8. Este sistema fue diseñado de manera modular, incluyendo características que lo diferencian de otros sistemas como el contenido relacionado con el enfoque cognitivo, la adaptabilidad y la recogida de metadatos y variables. Los autores realizaron pruebas con una muestra de 177 estudiantes, donde se obtuvo un mejor rendimiento en comparación con la enseñanza tradicional, pero no supera la enseñanza personalizada. Los autores concluyen que este tipo de sistemas pueden apoyar los conocimientos impartidos de manera presencial.

La revisión de la literatura permite concluir la importancia de los docentes en los procesos de aprendizaje soportados en ITS, inclusive cuando estos últimos se usan para el fortalecimiento de los temas impartidos de forma presencial. Sin embargo no encontramos una propuesta que se centrara en ofrecer interfaces amigables para los docentes y realizara un seguimiento a su aprendizaje.

3. FRAMEWORK GENERALIZADO PARA TUTORÍA INTELIGENTE -GIFT

GIFT busca ofrecer herramientas, métodos y estándares para ITS [18], para ello GIFT provee una arquitectura modular [19] que brinda: 1) herramientas para el desarrollo de nuevos ITS; 2) Gestor de instrucción que utiliza los mejores principios de tutoría, estrategias y tácticas; y 3) Plataforma experimental que permita analizar los componentes, herramientas y métodos [18].

GIFT está centrado en el aprendiz, con el objetivo de mejorar la cadena de efectos del aprendizaje de tutoría adaptativo de forma iterativa [19]. Dicha cadena de efectos (Figura 1) parte de la comprensión del comportamiento, rasgos y preferencias del aprendiz (datos del aprendiz), obtenidos a partir de su desempeño, encuestas y sensores, los cuales permiten determinar de manera más precisa los estados del aprendiz dando como resultado un mejor modelo de este [20]. Posteriormente, se usan métodos que clasifiquen con precisión los estados del aprendiz, para mejorar la capacidad de adaptación y seleccionar las estrategias instruccionales con base en dichos estados [20].

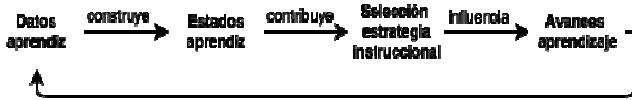


Figura 1. Cadena de efectos del aprendizaje de tutoría adaptativo [19]

Lo anterior, genera una probabilidad más alta de influir positivamente en los avances del aprendizaje, al tener las estrategias de enseñanza acordes a las necesidades de los aprendices [20].

4. ARQUITECTURA DE SMARTH

A Continuación se describe la arquitectura de SMarth. SMarth busca ofrecer un entorno amigable para los docentes y estudiantes. En el caso de los docentes lleva a cabo una evaluación del manejo de la plataforma de aprendizaje para determinar sus falencias, buscando mejorarlas a partir de capacitaciones adaptadas a cada docente. Lo anterior, busca que los docentes orienten mejor a los estudiantes en el uso de la herramienta de aprendizaje y de esta forma motivar a los estudiantes en el uso de las mismas.

A continuación se presenta y se explica los módulos asociados a la arquitectura propuesta para Smarth (Figura 2), la cual reutiliza algunos elementos de GIFT [20], [21], [22].

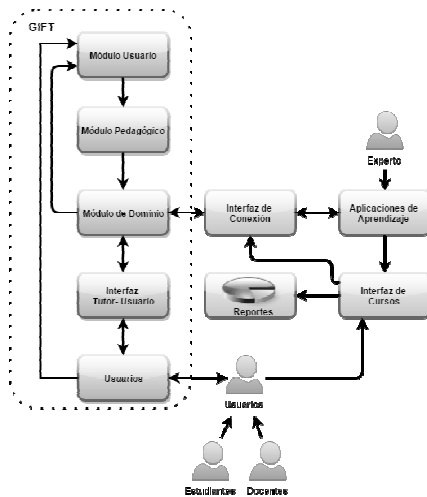


Figura 2. Arquitectura de SMarth

Módulo usuario: Este módulo provee una interfaz para que el usuario (estudiante o docente) interactúe con el sistema. Es un módulo de aprendizaje apoyado por las valoraciones del estado cognitivo de los usuarios, teniendo como base los datos históricos de los usuarios y los datos de las encuestas. Este módulo predice el estado futuro del usuario, a partir de una evaluación de probabilidades conmutadas de niveles más altos o bajos de rendimiento del estado actual del usuario. Los insumos utilizados para realizar el cálculo del estado provienen de fuentes como: evaluación de desempeño de las aplicaciones de aprendizaje enviadas desde el módulo de dominio, respuestas a la encuesta y los rasgos que se han venido almacenando a largo plazo en el LMS. Al no existir un modelo de aprendiz estándar para todos los cursos, en este módulo se considera un esquema flexible que permita cambios según los requerimientos [23]. A futuro, un

modelo estándar permitirá integrar con facilidad bases de datos de usuarios externos como los sistemas de gestión de aprendizaje [23].

Módulo de dominio: Este módulo tiene como propósito definir y estructurar el conocimiento, a partir de los datos obtenidos del entorno de formación y la evaluación de resultados con base en conceptos claves. La selección o desarrollo de conocimientos específicos deben ser soportados por los principios de diseño del sistema de enseñanza [23]. Se incluyen los siguientes elementos en el conocimiento de dominio específico: objetivos de aprendizaje, materiales, tareas, condiciones, normas de rendimiento, medidas, conceptos erróneos comunes y una librería de retroalimentación de contexto específico y preguntas [23]. Mediante la mejora de procesos para reutilizar el conocimiento de dominio específico existente, se lograría una reducción significativa en el tiempo y costo de desarrollo para ser realizado [23].

Módulo pedagógico: Utiliza los datos del módulo del usuario (estado del usuario) y el módulo de dominio (evaluación de desempeño y retroalimentación asociada) para determinar el orden, el contenido y el flujo de la instrucción. El estímulo visual y auditivo se hace a través de las recomendaciones de este módulo. Las estrategias pedagógicas toman decisiones a la hora de actuar sobre una serie de opciones logrando manipular los elementos del escenario de aprendizaje, es decir que se toman decisiones pedagógicas a partir del rendimiento y estado del usuario. Este módulo influye en el entorno de formación maximizando el aprendizaje individual de manera efectiva, a través de la información que se presenta al usuario por medio del sistema.

Interfaz tutor- usuario: Presenta al estudiante y al docente las interfaces con las que debe interactuar para llevar a cabo tareas tales como: conexión del usuario, encuestas, retroalimentación, revisiones después de la acción, diálogos interactivos, presentación del material de aprendizaje y evaluaciones tanto de desempeño como de manejo de la plataforma de aprendizaje. Para apoyar las estrategias de instrucción, el tutor puede tener acceso a los datos del aprendiz, los cuales provienen del modelo del usuario (estudiante o docente) o de datos en tiempo real a través de las interfaces tutor – usuario. Las interfaces tutor – usuario utilizan técnicas de inteligencia artificial para entender y generar respuestas en lenguaje natural.

Usuarios. Se encuentran los datos históricos asociados al estado cognitivo tanto del estudiante como del docente, a partir de los objetivos de aprendizaje propuestos. Adicionalmente, se encuentran los datos de las encuestas asociadas a cada usuario y la evaluación del manejo de la plataforma de aprendizaje en el caso de que el usuario sea un docente.

Aplicaciones de aprendizaje. Están todos los objetos de aprendizaje asociados al ITS para la consecución de los objetivos de aprendizaje, los cuales son sugeridos por el ITS a partir del estilo de aprendizaje y del desempeño del estudiante en el transcurso del curso. Dentro de las aplicaciones se pueden mencionar las siguientes: Juegos serios, SCORM, powerPoint, simuladores

Interfaz de cursos: Módulo donde los docentes elaboran los diferentes cursos, propuestos tanto para estudiantes como para docentes, tomando como principal insumo los objetos de aprendizaje desarrollados en el módulo de aplicación de

aprendizaje. Adicionalmente, se ingresan los parámetros iniciales para los diferentes procesos de formación dentro del módulo pedagógico, entre las que se destacan:

- Expresar los objetivos de aprendizaje de manera explícita, relacionado con lo que el estudiante o docente va a aprender.
- Relacionar cada objetivo de aprendizaje con un tipo de conocimiento específico.
- Evaluación del alumno de acuerdo a las características predeterminadas.

Interfaz de conexión. Conecta las aplicaciones de aprendizaje realizadas por el experto y la interfaz de cursos con el módulo de dominio. Este módulo debe tener en cuenta funcionalidades adicionales que se puedan requerir en determinados casos, tales como recepción de mensajes de estado para recibir o transmitir tanto en módulo de dominio como en la aplicación de aprendizaje y la interfaz de cursos, de forma que sean entendidas por cualquiera de estos.

Reportes. Se muestran los avances y las mejoras que se han obtenido con la utilización de la herramienta de aprendizaje por parte de los usuarios, motivándolos a continuar para lograr los objetivos propuestos para cada curso. Adicionalmente, los docentes pueden acceder a un historial de los avances de los estudiantes para ser comparados con los indicadores obtenidos en los exámenes realizados por este en el salón de clases, alcanzando de esta forma una coherencia de resultados entre la herramienta y la clase presencial

5. DESARROLLO DE UN CURSO DE MATEMÁTICAS EN GIFT

Para la implementación de contenidos pedagógicos se seleccionó el área de matemáticas, debido a que es un área neurálgica de formación de todos los estudiantes en el mundo. Adicionalmente, desde un punto de vista pedagógico, los procesos de aprendizaje en esta área utilizan el mismo esquema mental en situaciones semejantes, el conocimiento se construye a partir del error y se estimulan los procesos de análisis en los estudiantes [24]. Adicionalmente, los estudiantes requieren tener habilidades procedimentales que les permita resolver problemas a partir de la comprensión de conceptos y principios relacionados con dichas habilidades [25]. Por esta razón, el curso de matemáticas diseñado en GIFT permite enseñar, practicar y evaluar las operaciones básicas impartidas en básica primaria: suma, resta, multiplicación y división.

La creación de cursos usando la plataforma nativa de GIFT maneja un sistema de archivos que se requieren para la configuración de un curso; dentro de los cuales destaca un archivo de dominio en donde se configuran las evaluaciones, estrategias instruccionales (módulo pedagógico) y las transiciones de estados, siendo estos parte del módulo de dominio y la base para la creación de cualquier curso.

Con el archivo de dominio creado y debidamente configurado, el docente está en capacidad de crear un curso que permita reforzar de manera personalizada los temas impartidos en las clases presenciales. Para lo cual, se le debe asignar un nombre, una descripción, si se da el caso adjuntar una encuesta y por último, los conceptos claves que se manejarán en el transcurso del curso. Posteriormente, el docente puede iniciar la tarea de alimentar el

curso, seleccionando recursos educativos desarrollados por el experto o por terceros, de acuerdo a los objetivos a alcanzar.

La ejecución del curso comienza cuando el usuario selecciona una de las opciones disponibles que se muestran en la Figura 3, donde se accede a la explicación del concepto de cada una de las operaciones básicas, dando las bases necesarias para realizar los ejercicios propuestos. Posteriormente la Figura 4, propone ciertos ejercicios prácticos con el fin de afianzar los conocimientos teóricos obtenidos anteriormente, tal como se muestra en la Figura 5.

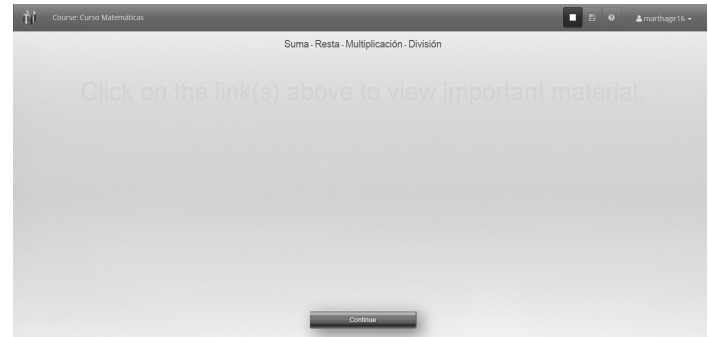


Figura 3. Menú de conceptos de instrucción del curso

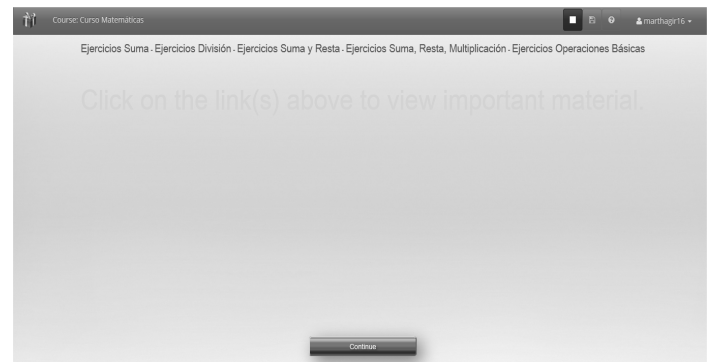


Figura 4. Menú de ejercicios prácticos sobre las operaciones básicas

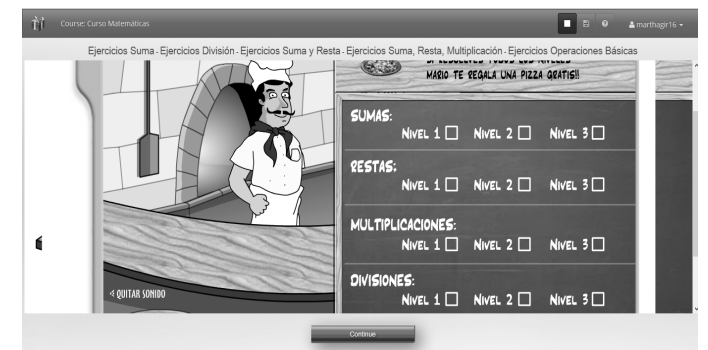


Figura 5. Ejercicios prácticos sobre las operaciones básicas

Por último, se realiza una evaluación (Figura 6) a los estudiantes, con el fin de conocer las falencias que se siguen presentando; los resultados obtenidos de la evaluación proporcionan información a los docentes del número de aciertos y fallos conseguidos en cada una de las operaciones básicas. Con base en lo anterior, el docente obtendrá un reporte, con el que se puede comparar los

resultados obtenidos durante las clases presenciales y las actividades personalizadas de refuerzo. A partir de dichos resultados, el docente utilizará nuevas estrategias de aprendizaje, realizando mejoras al curso, que permitan la aprehensión de las diferentes temáticas orientadas a lo largo del año escolar.

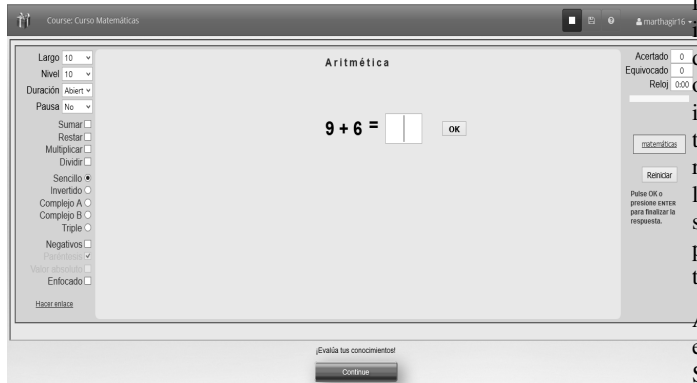


Figura 6. Evaluación de los conceptos aprendidos

Para el curso desarrollado como elemento práctico, se seleccionaron recursos creados por terceros y disponibles en la red, a través de los enlaces que se muestran en la Figura 7.

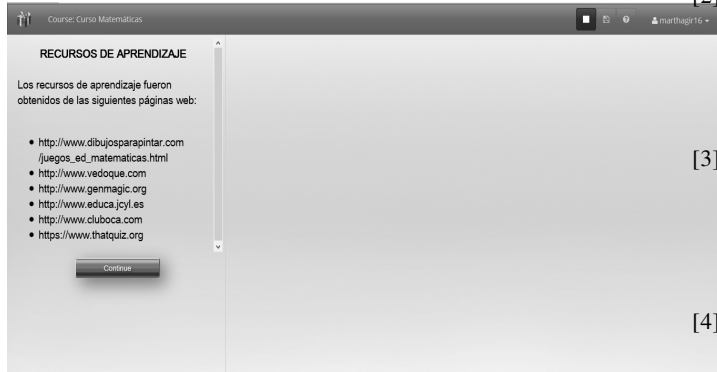


Figura 7. Recursos web utilizados

La creación de futuros cursos por parte de un experto, tendrá en cuenta el contexto específico colombiano, donde el Ministerio de Educación Nacional Colombiano, con el apoyo de algunas instituciones de educación superior, propone que los objetos virtuales de aprendizaje estén constituidos principalmente por tres componentes internos [26]:

- **Contenidos:** Tipos de conocimiento con sus diferentes maneras de representación, entre los que se pueden mencionar: definiciones, explicaciones, documentos de lectura, enlace a otros recursos, vídeos, entre otros.
- **Actividades de aprendizaje:** Orientan al estudiante o docente, con el fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje propuestos para un determinado curso.
- **Elementos de contextualización:** Componente que permite la reutilización de los objetos de aprendizaje en otros escenarios.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los tutores inteligentes de aprendizaje han demostrado un gran éxito en las mejoras de aprendizaje. La difusión de su éxito puede potencializarse aún más al aumentar la participación de los docentes presenciales (B-learning). En este artículo se presentaron los avances hacia la construcción de una plataforma para B-learning soportada en una arquitectura abierta de tutoría inteligente que integra a los docentes a través del fortalecimiento de sus habilidades en el manejo de herramientas tecnológicas orientadas a la educación. De esta manera, se consolida como un insumo para la construcción de nuevos ITS que estén enfocados tanto en los estudiantes como en los docentes. Adicionalmente, se realizó el prototipo de un curso de matemáticas implementado en la plataforma de GIFT para la enseñanza de las operaciones: suma, resta, multiplicación y división, impartidas en básica primaria, lo que permitió comprobar parte de la arquitectura tomada de GIFT.

Actualmente se trabaja en la implementación de un ITS soportado en esta arquitectura para los cursos de matemáticas del colegio San Agustín y la Fundación Universitaria de Popayán - Colombia.

7. REFERENCIAS

- [1] K. R. Wentzel and J. E. Brophy, *Motivating students to learn*. Routledge, 2014.
- [2] D. S. Weld, E. Adar, L. Chilton, R. Hoffmann, E. Horvitz, M. Koch, J. Landay, C. H. Lin, and M. Mausam, "Personalized online education—a crowdsourcing challenge," in *Workshops at the Twenty-Sixth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2012.
- [3] G.-J. Hwang, H.-Y. Sung, C.-M. Hung, I. Huang, and C.-C. Tsai, "Development of a personalized educational computer game based on students' learning styles," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 60, no. 4, pp. 623–638, Aug. 2012.
- [4] B. P. Woolf, *Building Intelligent Interactive Tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann, 2010.
- [5] S. D'Mello, A. Olney, C. Williams, and P. Hays, "Gaze tutor: A gaze-reactive intelligent tutoring system," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 70, no. 5, pp. 377–398, May 2012.
- [6] A. C. Graesser, M. W. Conley, and A. Olney, "Intelligent tutoring systems," *APA Handb. Educ. Psychol. Washington, DC Am. Psychol. Assoc.*, 2012.
- [7] B. D. Nye, "Intelligent tutoring systems by and for the developing world: a review of trends and approaches for educational technology in a global context," *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 25, no. 2, pp. 177–203, 2014.
- [8] J. Ong and S. Ramachandran, "Intelligent tutoring systems: the what and the how," *Learn. Circuits*, 2000.
- [9] B. D. Nye, "Barriers to ITS Adoption: A Systematic Mapping Study," in *Intelligent Tutoring Systems*, 2014, pp. 583–590.

- [10] S. Hennessy, D. Harrison, and L. Wamakote, "Teacher factors influencing classroom use of ICT in Sub-Saharan Africa," *Itupale online J. African Stud.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–54, 2010.
- [11] B. Goldberg, R. Sottolare, A. Sinatra, K. Brawner, and S. Ososky, "Workshop on developing a generalized intelligent framework for tutoring (GIFT): Informing design through a community of practice," *Seventeenth Int. Conf. Artif. Intell. Educ. (AIED 2015)*, p. 79, 2015.
- [12] B. Faghih, D. Azadehfar, M. Reza, P. Katebi, and others, "User Interface Design for E-Learning Software," *arXiv Prepr. arXiv1401.6365*, 2014.
- [13] D. C. R. Conde and Á. P. G. Soto, "Modelo de acción docente con medios informáticos y telemáticos," *Pixel-Bit Rev. medios y Educ.*, no. 40, pp. 151–170, 2012.
- [14] S. Steenbergen-Hu and H. Cooper, "A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning," *J. Educ. Psychol.*, vol. 105, no. 4, pp. 970–987, 2013.
- [15] K. VanLehn, "The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems," *Educ. Psychol.*, vol. 46, no. 4, pp. 197–221, 2011.
- [16] A. M. Olney, S. D'Mello, N. Person, W. Cade, P. Hays, C. Williams, B. Lehman, and A. Graesser, "Guru: A computer tutor that models expert human tutors," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 7315 LNCS, pp. 256–261, 2012.
- [17] K. Dolenc and B. Aberšek, "TECH8 intelligent and adaptive e-learning system: Integration into Technology and Science classrooms in lower secondary schools," *Comput. Educ.*, vol. 82, pp. 354–365, 2015.
- [18] H. C. Lane, K. Yacef, J. Mostow, and P. Pavlik, Eds., *Artificial Intelligence in Education*. Memphis: Springer, 2013.
- [19] R. A. Sottolare and H. K. Holden, "Recommendations for Authoring , Instructional Strategies and Analysis for Intelligent Tutoring Systems (ITS): Towards the Development of a Generalized Intelligent Framework for Tutoring (GIFT)," *AIED 2013 Work. Proc.*, vol. 7, p. 150, 2013.
- [20] R. A. Sottolare, K. W. Brawner, B. S. Goldberg, and H. K. Holden, "The Generalized Intelligent Framework for Tutoring (GIFT)," *Orlando, FL US Army Res. Lab. Res. & Eng. Dir.*, no. October, pp. 1–12, 2012.
- [21] C. Ragusa, M. Hoffman, and J. Leonard, "Unwrapping GIFT: A Primer on Authoring Tools for the Generalized Intelligent Framework for Tutoring," in *AIED 2013 Workshops Proceedings Volume 7*, 2013, p. 10.
- [22] B. Goldberg, K. Brawner, and R. Sottolare, "Use of Evidence-based Strategies to Enhance the Extensibility of Adaptive Tutoring Technologies," *Interservice/Industry ...*, no. 12288, pp. 1–12, 2012.
- [23] R. A. Sottolare, "Considerations in the development of an ontology for a generalized intelligent framework for tutoring," *U.S. Army Res. Lab. - Hum. Res. Eng. Dir.*, pp. 19–25, 2012.
- [24] S. Castillo, "Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática," *Rev. Latinoam. Investig. en matemática Educ.*, vol. 11, no. 2, pp. 171–194, 2008.
- [25] R. H. Bruning, G. J. Schraw, and M. M. Norby, *Psicología cognitiva y de la instrucción*, 5a edición. Madrid: Pearson Educación S.A, 2012.
- [26] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, "Colombia aprende: La red de conocimiento," *Objetos virtuales de aprendizaje e informativos*. [Online]. Available: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.html>.