



Sistema tutor para la aplicación de la programación mediante análisis de inteligencias

Tutor system for the application of programming through intelligence analysis

Sistema tutor pela aplicação da programação mediante análise de

Ivelisse Teresa Machín-Torres¹

Fecha de recepción: febrero 2017

Fecha de aceptación: abril 2017

Para citar este artículo: Machín-Torres (2017). Sistema tutor para la aplicación de la programación mediante análisis de inteligencias. *Revista Científica*, 29 (2), 219-229. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.29.a9](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.29.a9)

Resumen

El presente artículo hace parte de la investigación para la elaboración de un sistema tutor inteligente que permita la aplicación de la programación mediante análisis de inteligencias y conceptos en la Universidad José Martí de Sancti-Spíritus (Uniss). El objetivo de la implementación de este sistema es potenciar la gestión del conocimiento referido a los temas de programación y mejorar la orientación en la solución de problemas relacionados con el aprendizaje dentro de la universidad. Para implementar el sistema tutor inteligente fueron analizados, con alto nivel de profundidad, los sistemas tutores existentes dentro del ámbito de la programación a nivel nacional e internacional. A sí mismo, se describieron las herramientas y tecnologías utilizadas en la solución desarrollada (metodología, patrones, herramientas informáticas, lenguajes de programación, etc.) que permitieron una implementación eficiente en tiempo prudencial del sistema propuesto. Lo antes descrito se refleja de manera positiva en una mejor satisfacción de los estudiantes y, por consiguiente, en un mayor rendimiento en el proceso enseñanza-aprendizaje de la universidad.

Palabras Clave: aprendizaje, educación, inteligencias múltiples, minería de datos, tecnología de la información.

Abstract

The present article is part of a research for the development of an intelligent tutor system for the application of programming in the José Martí University of Sancti-Spíritus. The objective of the implementation of this system is to enhance the management knowledge related to programming issues and improve the orientation in solving problems in the university. In order to carry out the implementation of the intelligent tutoring system, the intelligent tutor systems currently in the programming area described the tools and technologies used in the developed solution (methodology, patterns, softwares, programming languages, etc.). It allowed an efficient implementation in a short time of the proposed system. The foregoing is reflected positively in a better student satisfaction and therefore in a higher performance in the teaching-learning process of the university.

Keywords: learning, education, multiple intelligences, data mining, information technologies.

¹ Universidad de Sancti-Spíritus José Martí Pérez, Cuba. Contacto: ivelissemt@nauta.cu

Resumo

O presente artigo forma parte da investigação pela elaboração dum sistema tutor inteligente que permita a aplicação da programação mediante análise de inteligência e conceito na Universidade Da Plata. O objetivo da implementação deste sistema é potencializar a gestão do conhecimento referir-se aos temas de programação e melhorar a orientação na solución de problemas relacionados com aprendizagem dentro da universidade. Para llevar a cabo la implementación do sistema tutor inteligente foram analizados com alto nível de profundidade os sistemas tutores existentes dentro do âmbito da programação a nível nacional e internacional; se descrevem as ferramenta e tecnologias utilizaram na solução desenvolvidas (metodología, patrão, ferramentas informática, linguagem de programação, etc.) que permiteram uma implementação eficiente em tempo prudencial do sistema proposto. O antes escrito reflete-se de maneira positiva numa melhor satisfação dos estudantes e por conseguinte num maior rendimento no processo ensino aprendizagem da universidade.

Palavras-chave: aprendizagem, educação, inteligencias múltiplos, exploração de dado, tecnología da informação.

Introducción

El fácil acceso a la información y su distribución por medios electrónicos ha multiplicado el impacto formativo de las instituciones de la educación. La mayor interacción entre las comunidades académicas permite un proceso continuo de mejoramiento de la calidad educativa y la apertura a la interacción mundial potencia los procesos de transformación de las instituciones educativas (Almeida, 2007). Es por ello que hacer de la virtualización un instrumento al servicio de la nueva universidad es uno de los propósitos de la Dirección de Informatización del Ministerio de Educación Superior en Cuba.

En este contexto, no debe perderse de vista que diseñar recursos para la enseñanza bajo un esquema de "talla única" conllevaría a proveer a los

estudiantes de recursos didácticos no necesariamente acordes a sus características, conocimientos previos o nivel de desarrollo cognitivo; en otras palabras, a sus necesidades individuales de formación (Berlanga y García, 2004).

Otro elemento a tomar en cuenta es la forma en que se organiza el contenido. Muchas veces los estudiantes, o cualquier persona que desea investigar, se sienten defraudados cuando navegan por internet y se declaran perdidos dentro de la tela de araña en que se transforma la información cuando redundan los hipervínculos y no existe una manera clara de navegar.

Los sistemas tutores inteligentes (STI) representan un área de interés creciente de investigación en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Los investigadores de los STI se enfocan al estudio de teorías, técnicas e innovaciones tecnológicas que permitan la personalización y adaptación de la información a las necesidades específicas de cada usuario (Altuna, 2014). Diversas técnicas de inteligencia artificial (IA), entre las que resalta la minería de datos, son empleadas con estos fines.

Por otra parte, las inteligencias múltiples (Gardner, 2011), inicialmente concebidas suponiendo la habilidad de resolver problemas o crear productos de necesidad, constituyen hoy en día un medio de ayuda a los diferentes tipos de aprendizaje. Al afirmar que todo individuo normal tiene diversas inteligencias, aunque una persona podría ser más talentosa en una inteligencia que otras, no solo se rompe con los esquemas clásicos, sino que se permite generar relaciones, estructuras, modelos y características del dominio en cuestión particularizadas de acuerdo a los tipos básicos de inteligencia que actualmente se encuentran en expansión.

Vincular las inteligencias múltiples al rol de la programación siempre se ha considerado una tarea difícil. Esta afirmación es realidad aún en la actualidad, a pesar de los avances logrados en las técnicas y mecanismos de puesta a punto de las que hacen gala los ambientes actuales de desarrollo integrados.

Dado lo anterior, la enseñanza de la programación resulta una tarea complicada ya que no solo se trata de enseñar instrucciones de un determinado lenguaje que permiten codificar los algoritmos, sino que debe enseñarse a pensar en forma algorítmica para poder resolver el problema real que se desea modelar. Investigaciones asociadas a la aplicación de la programación en instituciones de la educación muestran la importancia que tiene dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La Universidad José Martí Pérez, de la provincia de Sancti-Spíritus (Uniss), es una de las universidades cubanas donde se imparten este tipo de temáticas. En la actualidad, no cuenta con una estrategia para la aplicación de la programación que tenga en cuenta las inteligencias del alumno. Esto conlleva a una baja asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes, incidiendo en la calidad de los graduados y en los índices de retención docente.

Por ello, la autora de esta investigación realizó un estudio en grupos de las carreras afines a la informática de la Universidad José Martí de la provincia de Sancti-Spíritus con el fin de identificar las principales limitantes.

Luego de realizar diferentes entrevistas y análisis documental se identificaron las deficiencias esenciales que se presentan en los temas de la programación. Entre ellas se destacan las siguientes:

1. No siempre se logra identificar las variables de manera correcta.
2. En ocasiones se usa métodos que no expresan claramente lo que se necesita.
3. En el manejo de la semántica del lenguaje se presentan dificultades de manera reiterada.
4. Se puede afirmar que con mucha frecuencia se aprecia incapacidad para identificar la esencia de un problema.

Se pudo comprobar que muchas veces no existen los soportes necesarios y se recurre a técnicas que resultan en algunos casos poco efectivas, pues no toman como base las relaciones

alumno-profesor-contenidos, cuestión indispensable para la correcta apropiación del conocimiento. Esto trae como consecuencia una pérdida de motivación y cierto rechazo a sus contenidos por considerarlos difíciles de aprender.

En la Uniss se llevó a cabo una investigación sobre los beneficios que brinda la aplicación de la informática en el sector de la educación (Ríos, 2009), la cual estuvo enfocada principalmente a la programación lógica donde se obtuvo:

- Simuladores de backtracking, matching y del trabajo con listas que permiten un aprendizaje activo y por descubrimiento.
- La herramienta para la administración de entrenadores y evaluadores Herad, la cual puede ser usada en programación lógica.

Sin embargo, los resultados de esta investigación no se encuentran actualmente en uso, no son extensibles a los demás paradigmas de la programación, no toman en cuenta las inteligencias múltiples de los estudiantes, no brindan mejores estándares de personalización de los contenidos, no potencian la calidad de la retroalimentación y tampoco predicen el fracaso o el éxito escolar. Se plantea para la solución del problema: desarrollar un sistema tutor inteligente para la aplicación de la programación mediante análisis de inteligencias múltiples en base a conceptos aprendidos.

Materiales y métodos

Métodos teóricos

Analítico-sintético: posibilitó el estudio de fuentes bibliográficas referente al tema objeto de investigación, identificando elementos necesarios para dar solución al problema planteado.

Análisis histórico-lógico: para el estudio crítico de las investigaciones anteriores, de su evolución y en el uso de estos como puntos de referencia y comparación de los resultados alcanzados. Este

método permite entender la evolución y el surgimiento de los STI, así como las temáticas relacionadas con la programación y las inteligencias múltiples.

Modelación: facilitó la representación explícita de la solución propuesta a través de la modelación del sistema tutor inteligente, así como de los referentes teóricos extraídos de las fuentes bibliográficas consultadas.

Métodos empíricos

Análisis de documentos: utilizado en la consulta de literatura especializada en temáticas relacionadas con el objeto de estudio.

Entrevista: para conocer el criterio de especialistas de la Uniss acerca de los STI y las herramientas para su gestión, así como las principales causas que afectan la aplicación de la programación en contextos educativos.

Resultados

Descripción de tecnologías, lenguajes de programación y herramientas

La herramienta Master-Pro fue desarrollada por un equipo multidisciplinario como una alternativa a las deficiencias en la enseñanza de la programación en la Uniss. Por sus resultados ha sido objeto de diversos reconocimientos, pues brinda funcionalidades para el apoyo del proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo uso de técnicas de la IA. La autora de la presente investigación es parte del equipo que desarrolló esta herramienta.

La implementación de Master-Pro se llevó a cabo al emplear una amplia gama de tecnologías de actualidad que permitió su desarrollo con la calidad requerida. Las tecnologías de código abierto presentan poderosas ventajas sobre otras de índole comercial.

Resulta deseable que el sistema sea fácilmente integrable a otros sistemas que soportan el proceso educativo, para que de manera eficiente trabajen al unísono. También, el sistema debe permitir la

actualización sistemática de sus módulos para enfrentar así los procesos de obsolescencia tecnológica, a los que se ven sometidos la mayoría de los STI desarrollados hoy día.

Las tecnologías seleccionadas fueron las siguientes:

Metodología de desarrollo: SCRUM

Es una metodología ágil de desarrollo de proyectos. Se basa en el principio ágil de desarrollo iterativo e incremental. Al período de trabajo para desarrollar un incremento de producto se le denomina *sprint*, y se recomiendan duraciones entre una y cuatro semanas, si bien pueden contemplarse casos de hasta 60 días. Establece una reunión al inicio de cada sprint para determinar el trabajo que se va a realizar, otra reunión al final para evaluar el resultado y revisiones diarias que realiza el equipo en su auto-gestión.

IDE de desarrollo: IntelliJ IDEA 15.0.4

Es un entorno de desarrollo Java, creado por Jet Brains, del que existen dos distribuciones: Community Edition (Open source) y Ultimate (comercial). Sus creadores definen este IDE como el más inteligente del mundo. La mayoría de las personas que lo prueba lo define como el mejor entorno de desarrollo Java que existe. Soporta varias tecnologías como: Groovy, Android, JavaScript, Struts, Spring, Hibernate, JSF y otros. Las principales ventajas son el autocompletado de código, integración con sistemas de control de versiones y la contención de un amplio set de plugins. Produce sensación de fiabilidad y robustez muy superior a otros entornos (Almaguer Pérez y Duque García, 2016).

Bootstrap

Bootstrap es un framework desarrollado y liberado por Twitter que tiene como objetivo facilitar el diseño web. Permite crear de forma sencilla páginas de diseño adaptable, es decir, que se ajusten a

cualquier dispositivo y tamaño de pantalla y siempre logren una visualización de calidad. Es de código abierto, por lo que se puede utilizar de forma gratuita y sin restricciones. Utilizar Bootstrap ofrece la ventaja genérica de simplificar el proceso de maquetación, sirviendo de guía para aplicar las buenas prácticas y los diferentes estándares de diseño.

Otras de sus ventajas son:

- Se obtiene rápidamente una web bien organizada de forma visual: la curva de aprendizaje hace que su manejo sea asequible y rápido si se posee conocimientos de maquetación.
- Permite utilizar muchos elementos web: menciónese iconos, desplegables, combinando HTML5, CSS y Javascript.
- Se logra un diseño adaptable sin tener en cuenta el dispositivo, la escala o resolución.
- Fácil integración con las principales librerías Javascript.
- Existe una comunidad que le brinda soporte, crea, arregla elementos y ofrece plugins.
- Cuenta con implementaciones externas para WordPress, Drupal.

Jquery

Es una biblioteca gratuita de Javascript cuyo objetivo principal es simplificar las tareas de creación de páginas responsivas, acordes a lo estipulado en la web 2.0, la cual funciona en todos los navegadores modernos. Por otra parte, se dice que Jquery potencia el diseño del sitio, al abstraer por completo todas las características específicas de cada uno de los navegadores. Otra de las grandes ventajas de Jquery es que se enfoca en simplificar los scripts y en acceder/modificar el contenido de una página web. Finalmente, Jquery agrega una cantidad impresionante de efectos nuevos a Javascript, los cuales podrán ser utilizados en tus sitios web.

Beneficios del uso de Jquery:

- Jquery utiliza sintaxis semejante a CSS.
- Funciona con series de elementos.

- Permite manipular series de elementos y modificarlas con una simple línea de código (encadenamiento de enunciados).
- Ayuda a concentrarse en el resultado final.
- Jquery es fácil de expandir, ya que cuenta con gran cantidad de plugins que se pueden utilizar.
- Compatible con todos los navegadores modernos.

Framework de aplicación: Spring

Es un framework para el desarrollo de aplicaciones y contenedor de inversión de control de código abierto para la plataforma Java. Las características fundamentales de Spring Framework pueden ser usadas en cualquier aplicación desarrollada en Java, pues existen variadas extensiones para la construcción de aplicaciones web sobre la plataforma Java EE (Walls, 2015).

Framework de acceso a datos: Hibernate

Es una herramienta de mapeo objeto-relacional (ORM) para la plataforma Java (y disponible también para .Net con el nombre de NHibernate) que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer estas relaciones. Se encuentra distribuido bajo los términos de la licencia GNU LGPL (Collazo Oliva y Morales Díaz, 2010).

Lenguaje de programación: Java

El lenguaje para la programación en Java es un lenguaje orientado a objeto, de una plataforma independiente. Fue desarrollado por la compañía Sun Microsystems, con la idea original de usarlo para la creación de páginas web. Permite el desarrollo de aplicaciones bajo el esquema de Cliente Servidor, como de aplicaciones distribuidas, lo que

lo hace capaz de conectar dos o más computadoras u ordenadores, ejecutando tareas simultáneamente, y de esta forma logra distribuir el trabajo a realizar.

Para realizar la aplicación de la minería de datos es necesario hacer uso de herramientas orientadas a esta finalidad. En la presente investigación se seleccionó la herramienta Weka con el objetivo de realizar un análisis detallado de las trazas de inteligencias con base en conceptos aprendidos y predecir, teniendo en cuenta al desempeño del estudiante, el éxito o fracaso escolar.

Minería de datos: Weka

Ha sido la herramienta seleccionada como entorno para la aplicación de la tarea de minería de datos en la predicción del éxito o fracaso escolar. Weka es una extensa colección de algoritmos de máquinas de conocimiento, desarrollados por la universidad de Waikato (Nueva Zelanda) e implementados en Java. Esta herramienta permite realizar un grupo de transformaciones necesarias sobre los datos y trae implementada un grupo de tareas de la MD: clasificación, regresión, agrupamiento, asociación y visualización. Esta herramienta admite añadir nuevas funcionalidades y brinda la posibilidad de modificar su código. Además, puesto que está programado en Java, es independiente de la arquitectura y la herramienta puede ser utilizada en cualquier ordenador que tenga instalada la máquina virtual de java (Martínez García, 2016).

Características de Weka:

- Contiene un grupo de herramientas que permiten el análisis de los datos.
- Tiene implementados algoritmos de clasificación, agrupamiento y reglas de asociación.
- Al cargar los datos Weka realiza un análisis de los mismos y obtiene las mejores variables para obtener el modelo de conocimiento.
- La licencia de Weka es GPL, lo que significa que este programa es de libre distribución y difusión.

Sistema de gestión de bases de datos (SGBD): PostgreSQL

La rapidez, efectividad en los procesos y los grandes flujos de información están como primera necesidad a la hora de optimizar cualquier servicio en el ambiente educacional. Ante esta notable demanda de soluciones informáticas han surgido muchos gestores de bases de datos. Estos programas permiten manejar la información de modo sencillo y prestan servicios para el desarrollo y el manejo de bases de datos.

Un SGBD debe proporcionar a los usuarios la capacidad de almacenamiento en la base de datos, acceder a ellos y actualizarlos. Debe proporcionar un mecanismo que garantice que todas las actualizaciones correspondientes a una determinada transacción se realicen o no. Una transacción es un conjunto de acciones que cambian el contenido de la base de datos. Debe proporcionar un mecanismo que garantice que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la base de datos. La protección debe ser contra accesos no autorizados, tanto intencionados como accidentales (Batista, 2014). En la presente investigación se seleccionó PostgreSQL.

Beneficios del uso de PostgreSQL:

- Restauración continua de la base de datos. Es decir, puedes volver a un punto concreto.
- Mejoras de rendimiento y decisiones sobre el sistema de ficheros donde se desea guardar la información.
- Cambio de tipos de campo con alter table.
- Cuenta con la característica de ser software libre y es el SGBD que se usa en las instalaciones de plataformas.

Debido a sus características y a las facilidades que brinda, se escogió la herramienta PostgreSQL 9.1, que es un sistema gestor de bases de datos relacionales orientadas a objetos. Cuenta con un amplio conjunto de enlaces con lenguajes de programación (incluyendo C, C++, Java, Perl y

Python). Soporta casi toda la sintaxis SQL y tiene gran escalabilidad, ya que es ajustable al número de procesadores y a la cantidad de memoria que posee el sistema de forma eficiente; por este motivo es capaz de soportar una mayor cantidad de peticiones simultáneas. PostgreSQL está ampliamente considerado como uno de los sistemas de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo (Hernández López, 2016).

Master-Pro (STI para la aplicación de la programación)

De acuerdo a la investigación realizada, se obtuvo un sistema tutor inteligente con una amplia gama de funcionalidades, algunas de las cuales permiten:

- Gestionar usuarios registrados.

Nombre	Apellidos	Nombre de usuario	Correo electrónico	Rol	Acciones
✓ Javier	Dominguez Pérez	jxavier	xavier.uci@gmail.com	Administrador	🔍 ✖
✓ Ivelisse Teresa	Machin Torres	ive	ivelisse@gmx.com	Profesor	🔍 ✖
✓ Hector Omar	Amorin	hector	hector@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Mario Sergio	Carrillo Cruz	mario	mario@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Daríel	Castellanos Oyarzabal	daríel	daríel@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Jorge Luis	de Castro Yero	jorge	jorge@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Marianny de Fátima	Díaz Granado	mary	marianny@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Dairon Javier	Echemendia Cruz	dairon	dairon@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Frank Ernesto	García Yera	frank	frank@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Miguel de Jesús	González Hernández	miguel	miguel@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Leonardo	Hernández Cárdenas	leonardo	leonardo@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Miguel Ángel	Marichal García	angel	miguelang@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Maikel	Marrero Juviel	maikel	maikel@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖
✓ Pedro Pablo	Martínez Hidalgo	pedro	pedro@gmail.com	Estudiante	🔍 ✖

Figura 1. Gestionar usuarios y servicios.

Fuente: elaboración propia de la autora.

- Predicción del rendimiento escolar.

Nombre	Apellidos	Correo electrónico	Evaluación
✓ Yasniel	Otero Morfa	yasniel@gmail.com	Éxito
✓ Yasiel Miguel	Rodríguez Sandoval	yasiel@gmail.com	Éxito
✓ Isbel Luis	Yanes López	isbel@gmail.com	Éxito
✓ Mario Sergio	Carrillo Cruz	mario@gmail.com	Éxito
✓ Ismael	Marin Ramos	ismael@gmail.com	Éxito
✓ Ana María	Villegas Pérez	ana@gmail.com	Fracaso
✓ Carlos Daniel	Álvarez Ramírez	carlos@gmail.com	Éxito
✓ Yadian Omar	Amador Martínez	yadian@gmail.com	Fracaso

Figura 2. Predicción del rendimiento escolar.

Fuente: elaboración propia.

- Análisis en tiempo real de la evolución de las inteligencias múltiples del estudiante.

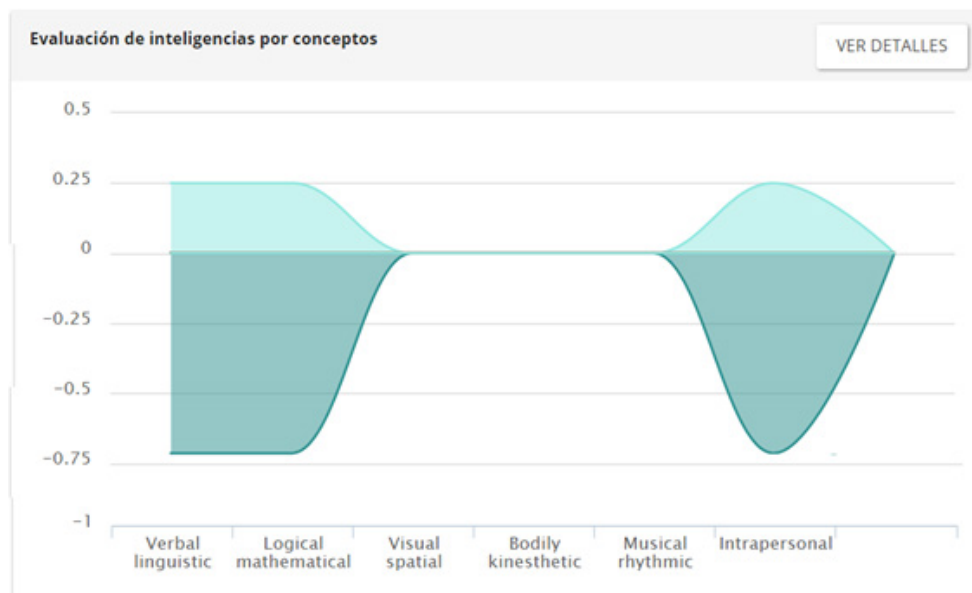


Figura 3. Mapa de Inteligencias Múltiples en relación a conceptos aprendidos por el estudiante.
Fuente: elaboración propia de la autora.

- Tiempo de solución de errores y cantidad de visitas por páginas.

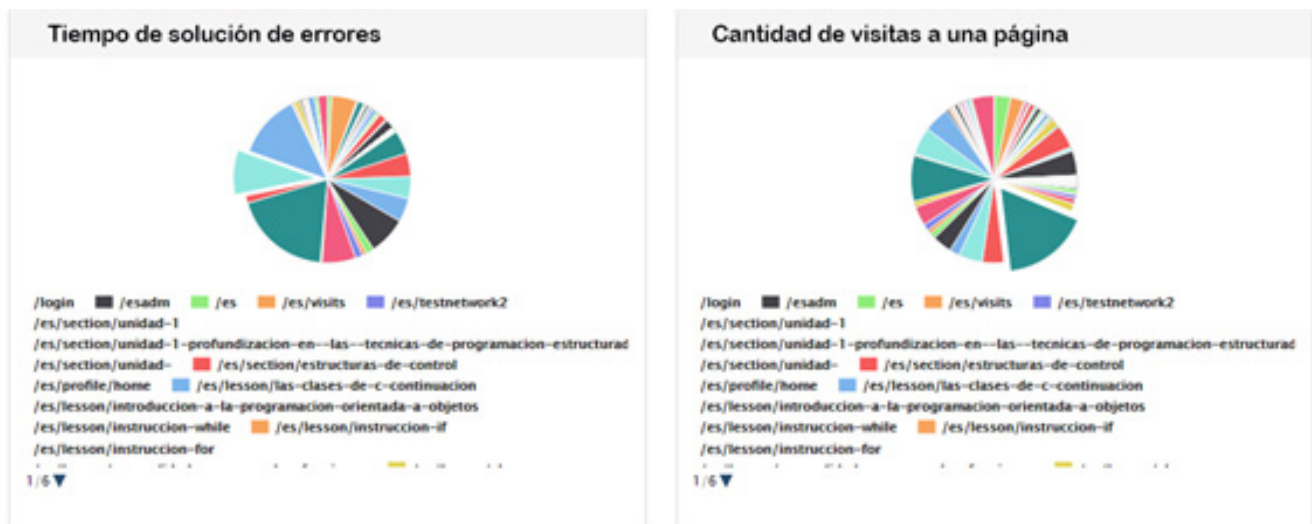


Figura 4. Gráficos correspondientes al tiempo empleado por un estudiante para la solución de errores en actividades y cantidad de visitas realizadas por páginas.
Fuente: elaboración propia de la autora.

- Manejador del repositorio bibliográfico con base en conceptos.

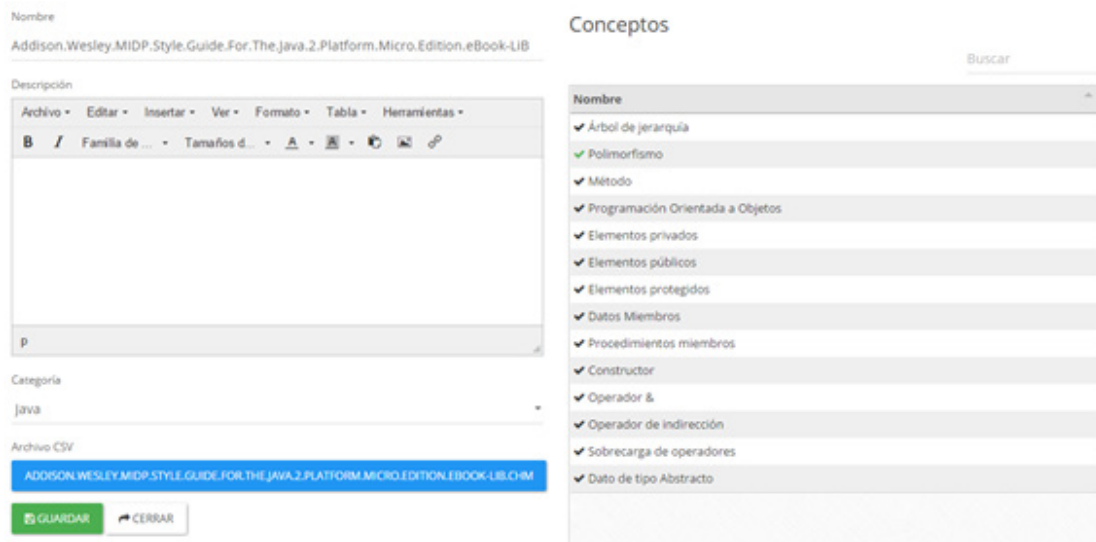


Figura 5. Manejador de un repositorio bibliográfico en base a conceptos.
Fuente: elaboración propia de la autora.

- Gestionar evaluaciones por conceptos.

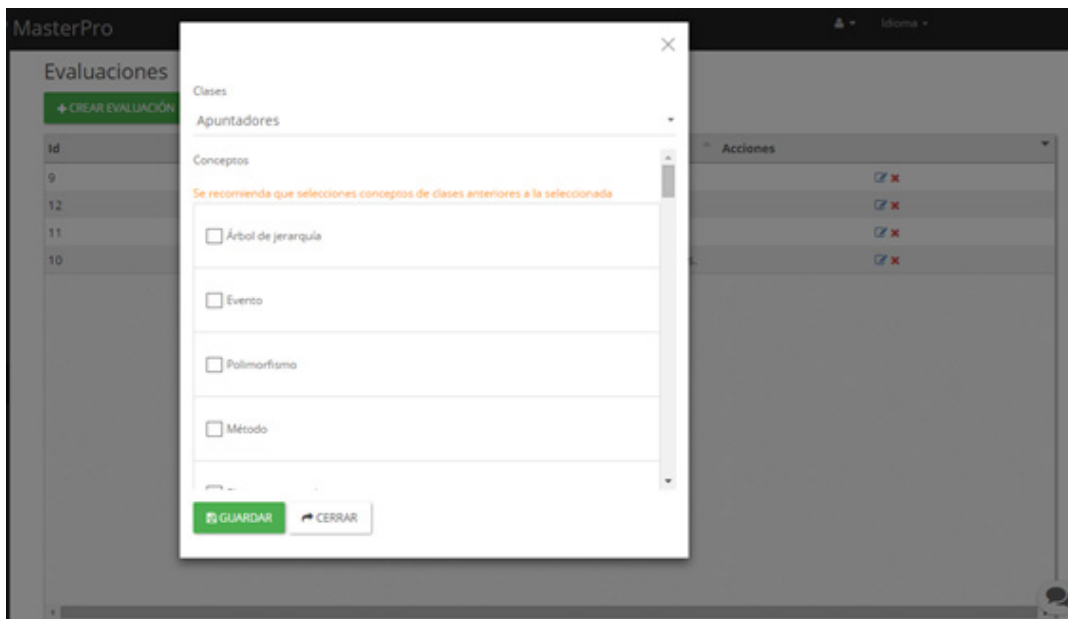


Figura 6. Evaluaciones por conceptos.
Fuente: elaboración propia de la autora.

- Gestionar calibración de preguntas y entrenar clasificador de desempeño del estudiante:

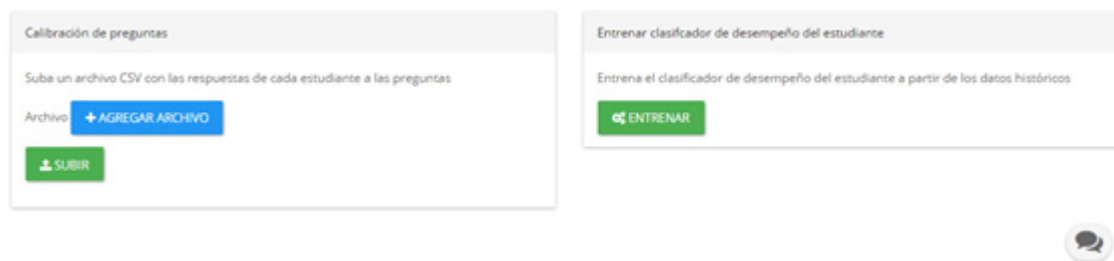


Figura 7. Calibración de preguntas y clasificador de desempeño.

Fuente: elaboración propia de la autora.

Conclusiones

La presente investigación desarrolló el sistema Master-Pro, un STI donde se realiza el análisis de inteligencias múltiples con base en conceptos, con lo que se apoyan los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Uniss. De igual forma, se potencia la enseñanza de la programación que, debido a complejidades propias, precisa de medios y herramientas basados en individualidades cognitivas.

Master-Pro permite realizar la gestión de cursos, usuarios, conceptos, evaluaciones y bibliografía con un alto nivel de personalización en correspondencia a las inteligencias múltiples diagnosticadas al estudiante. Realiza la predicción del rendimiento escolar de este, lo que posibilita que el profesor pueda tomar medidas a tiempo con aquellos alumnos que presenten riesgo de fracaso escolar. Permite, además, realizar un análisis de las inteligencias múltiples del estudiante en relación a los conceptos aprendidos en tiempo real. Además, extrae una serie de analíticas de aprendizaje vinculadas a la resolución de actividades y navegación. El sistema contribuye a la toma de decisiones del profesor, para una mayor eficiencia del proceso enseñanza-aprendizaje. Lo antes escrito se refleja de manera positiva en una mejor satisfacción de los estudiantes y, por consiguiente, en un mayor índice de promoción y rendimiento escolar.

Referencias

- Almaguer Pérez, D. y Duque García, E. Y. (2016). Sistema de gestión de auditorías para el centro de soporte UCI. *Revista Científica*, 25, 216-226.
- Almeida, S. (2007). *Metodología para la gestión del conocimiento en Ciencias básicas biomédicas con el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones* (tesis de doctorado). Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Matanzas, Cuba.
- Altuna, E. (2014). *Método para la construcción del modelo de dominio en un tutor inteligente de programación* (tesis doctoral). Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana.
- Batista, Y. (2014). *Sistema para la autenticación, autorización y administración de perfiles*. La Habana: Científico Técnica.
- Berlanga, A. J. y García, F. J. (2004). *Sistemas Hipermedia Adaptativos en el ámbito de la Educación*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y Automática.
- Collazo Oliva, K. y Morales Díaz, Y. (2010). *Propuesta para la utilización de la Minería de datos en la recuperación de información en la sección vigilancia tecnológica de DTIC* (tesis de grado). Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana.

- Gardner, H. (2011). *La teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós.
- Hernández López, A. (2016). *Aplicación de la minería de datos a la educación superior* (tesis de grado). Universidad de Alicante, España.
- Martínez García, Y. (2016). *Aplicación de la técnica de minería de datos agrupamiento sobre el área de gestión académica de la Universidad de las Ciencias Informáticas* (tesis de grado). Universidad de Ciencias Informáticas, La Habana.
- Ríos, L. R. (2009). *Ambiente de enseñanza-aprendizaje inteligente para la programación lógica* (tesis doctoral). Universidad José Martí Pérez, Sancti-Spíritus, Cuba.
- Walls, C. (2015). *Spring in Action*. Shelter Island: Manning Publications

