

# 14

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: noviembre, 2016

Fecha de publicación: Diciembre, 2016

## METODOLOGÍA

PARA DESARROLLAR UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE BASADO EN LA WEB, PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

**METHODOLOGY FOR DEVELOPING AN INTELLIGENT TUTORING SYSTEM BASED ON THE WEB, FOR ENGINEERING STUDENTS**

Ing. Juan Jesús Suárez Granados<sup>1</sup>

MSc. Yaillem Arencibia Rodríguez del Rey<sup>1</sup>

E-mail: [yarencibia@ucf.edu.cu](mailto:yarencibia@ucf.edu.cu)

MSc. Annia del Carmen Pérez Fernández<sup>1</sup>

E-mail: [acperez@ucf.edu.cu](mailto:acperez@ucf.edu.cu)

<sup>1</sup>Universidad de Cienfuegos. Cuba.

### ¿Cómo referenciar este artículo?

Suárez Granados, J. J., Arencibia Rodríguez del Rey, Y., & Pérez Fernández, A. C. (2016). Metodología para desarrollar un sistema tutor inteligente basado en la Web, para estudiantes de ingeniería. Universidad y Sociedad [seriada en línea], 8 (4). pp. 108-115. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/>

### RESUMEN

El presente trabajo persigue guiar el proceso de desarrollo e implementación de un módulo “inteligente” a Moodle para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería. Existen varias metodologías para guiar el desarrollo de un sistema tutor inteligente (STI), cada una tiene sus peculiaridades, pero todas coinciden en que una arquitectura en tres módulos (Alumno, Tutor y Dominio) es suficiente y apropiada para desarrollar el STI. El sistema gestor de aprendizaje (SGA) Moodle fue el seleccionado como base para desarrollar el STI. El diseño de los módulos: Alumno, Tutor y Dominio queda especificado hasta el modelo lógico y físico de la base de datos que hay que integrar con la base de datos del Moodle. La metodología queda conformada por seis pasos ordenados (selección de la plataforma SGA, integración entre los principales componentes, diseño del módulo del alumno, diseño del módulo del tutor, diseño del módulo de dominio y análisis de los estándares de codificación y restricciones del SGA). Su validación mediante el método de valoración de expertos confirma que es adecuada y permite guiar el desarrollo de un STI basado en la web para apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje de estudiantes de ingeniería.

**Palabras clave:** Sistema tutor inteligente, sistema gestor de aprendizaje, moodle.

### ABSTRACT

The present work is aimed at guiding the process of development and implementation of a “smart” module for Moodle to support the learning process of engineering students. There are several methodologies to guide the development of an ITS, each one has its peculiarities, but all agree that an architecture of three modules (Student, Tutor and domain) is enough and appropriate to develop the ITS. Learning Management System (LMS) Moodle was selected as the basis for developing the ITS. The design of the modules: Student, Tutor and Domain was specified to the logical and physical model of the database to be integrated with Moodle database. The proposed methodology was composed of six ordered steps (selection of the LMS platform, integration among the main components, designing the Student Module, designing the Tutor Module, designing the domain module and analysis of coding standards and restrictions of LMS). Its validation by Expert Valuation Method, confirms that it is appropriate and allows guiding the development of a web-based ITS to support the teaching learning process of engineering students.

**Keywords:** Intelligent Tutor System, Management of Learning System, Moodle.

## INTRODUCCIÓN

Las Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) avanzan a pasos agigantados, impulsadas por el desarrollo científico - técnico que experimentó el mundo en la segunda mitad del siglo XX, repercutiendo en casi todas las esferas de la sociedad. En la educación, como base fundamental del desarrollo de cualquier sociedad, esta repercusión casi inmediata se vio evidenciada en la evolución gradual de las metodologías de enseñanza para insertarse en dicho proceso de cambio.

El impulso tecnológico hizo cada vez más necesario el uso de las computadoras como medio educacional, pues evidencian mejoras en el proceso de aprendizaje y un cambio radical en los modelos pedagógicos. Se demostró que cuando se posibilita la intervención del alumno en su proceso de enseñanza - aprendizaje se obtiene una notoria mejoría en dicho proceso, expuesto de otro modo, al cambiar el rol pasivo por un rol más activo, transforma al alumno en protagonista de su propio proceso de enseñanza - aprendizaje. (Ovalle, 2007)

Surge así la denominada educación centrada en el estudiante que sienta sus bases en otro de los grandes cambios de la época, aunque esta vez en la esfera de la psicología, denominada psicología constructivista, la cual una vez aplicada a la educación crea un nuevo concepto: el aprendizaje significativo. Este tiene como premisa mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de los educandos, centrándose en que a la hora de enseñar nuevas informaciones a los alumnos, estos las relacionen con información que ya poseen, o sea, el conocimiento actual está condicionado por el conocimiento previo que posee cada uno.

Con el avance en el campo de la informática, específicamente en la rama de la inteligencia artificial (IA), apoyada en sus poderosos y complejos algoritmos, se logra dotar de cierta inteligencia a programas computacionales, surgen los sistemas tutores inteligentes (STI), que hace uso de las TIC, de nuevos modelos pedagógicos, la educación centrada en el alumno y el aprendizaje significativo (Méndez, 2008).

Los STI fueron diseñados con la idea de impartir conocimiento guiando al estudiante en el proceso de aprendizaje a través de alguna forma de inteligencia. Se pensó en un sistema que exhibiera un comportamiento similar al de un tutor humano, que asistiera al estudiante con ayuda cognitiva, es decir, que se pudiera adaptar al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que este resuelve un problema a fin de ofrecerle ayuda cuando lo requiriera. (Urretavizcaya, 2001).

Se puede concluir que un STI es una herramienta cognitiva computarizada que busca mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje. El término inteligente se refiere a la habilidad que posee el sistema sobre qué enseñar, cuándo enseñar y cómo enseñar imitando la actividad de un profesor real.

En la actualidad los tutores inteligentes permiten brindar un seguimiento eficaz de este proceso, pues brindan una alternativa de tutoría personalizada para el alumno. Entre sus ventajas se encuentran las siguientes:

- Constituyen una fuente de materiales de enseñanza.
- Proporcionan problemas para que el estudiante pueda alcanzar un determinado nivel de conocimiento.
- Controlan el nivel de dificultad de los problemas de manera que el estudiante se enfrente a ejercicios adecuados a sus necesidades.
- Contribuyen a planificar la instrucción y, a la vez, ayuda al estudiante a aprender cómo adquirir nuevos conocimientos.

Su principal desventaja radica en que la mayor parte de los STI no presentan el nivel esperado de "inteligencia" debido a la dificultad para el modelado del funcionamiento de la mente humana, más allá de la aplicación de las técnicas de programación más avanzadas. La orientación actual de las investigaciones se centra en proveer una alternativa al tutor humano, cuando no puede dedicar más tiempo a sus estudiantes y para aquellos estudiantes que buscan aprender en forma más autónoma (Lage, 2008).

Este enfoque sobre el papel de la formación ante la nueva sociedad del conocimiento constituye una oportunidad que facilita al alumnado las herramientas necesarias para que pueda llevar a cabo su búsqueda personal hacia el aprendizaje. Frente a una enseñanza preocupada por la transmisión de conocimientos de manera fragmentada y poco personalizada de un determinado tópico o contenido instructivo, se considera necesario centrar los esfuerzos en dotar al alumno de las herramientas y técnicas de trabajo que le permita avanzar por sí mismo en su proceso formativo.

## DESARROLLO

Los STI surgen en la década del setenta del siglo XX, son sistemas informáticos que combinan técnicas de inteligencia artificial, la educación centrada en el alumno y en el aprendizaje significativo con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje, se adapta a las características específicas de los estudiantes (estilo de

aprendizaje). Varios son los autores que han definido a los STI.

Ovalle (2007), define al sistema tutorial inteligente como una herramienta cognitiva computarizada que busca mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje de los aprendices a partir de la interacción entre varios módulos: dominio, pedagógico, y estudiante. El término inteligente se refiere a la habilidad que posee el sistema sobre qué enseñar, cuándo enseñar y cómo enseñar, imita la actividad de un profesor real.

Según, Tarongí (2010), la tutorización personalizada es el modo más efectivo para enseñar, pero resulta una tarea laboriosa y costosa, sin embargo, los sistemas tutores inteligentes son sistemas informáticos de aprendizaje personalizados, que no requieren la intervención de tutores humanos y reducen el coste, al automatizar la selección de los materiales del curso, su presentación y la evaluación de los estudiantes. Los STI son sistemas de inteligencia artificial, más concretamente, sistemas expertos que simulan las características de un tutor humano.

Al basarse en las definiciones anteriores se puede concluir que un sistema tutor inteligente es la virtualización, mediante la Web, de un tutor humano, con la habilidad de adaptarse a las necesidades particulares de los alumnos, reconociendo qué contenidos enseñar y la mejor vía de hacerlo.

### Arquitectura

Disímiles son las arquitecturas que han sido propuestas para el desarrollo de un sistema tutor inteligente, como la propuesta por Carbonell a finales de los años 70, compuesta por cuatro módulos: el módulo del alumno, el módulo del tutor, el módulo del dominio y el módulo de interfaz, Ovalle (1970). Aunque otros autores como Romero, comparten el criterio de una arquitectura compuesta por cinco módulos, incorporarle el módulo pedagógico al sistema tutor inteligente (Romero, Ventura, Hall & Hong, 2002). Por último, sin querer romper con el esquema propuesto en Ovalle, (1970), existe la arquitectura formada por tres módulos, la cual fusiona a los módulos del dominio y del tutor, los módulos de interfaz y pedagógico respectivamente.

Módulo del alumno: debe ser capaz de reconocer las carencias y fortalezas del alumno. Puede ser visto como la unión de dos submódulos, uno que contenga la información referente a los estilos de aprendizaje y el otro que contenga los datos que van a ser actualizados, en dependencia de la interacción del alumno con el sistema, se define así el nivel de conocimiento (Tarongí, 2010).

Los estilos de aprendizaje pueden ser medidos por varios instrumentos, entre los que se destaca, el cuestionario de índice de estilos de aprendizaje. Para medir el nivel de conocimiento se utiliza la taxonomía de Bloom (1956).

Módulo del tutor: según Lage & Cataldi (2004), este define y aplica una estrategia pedagógica de enseñanza, contiene los objetivos que deben ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Monitorea el desempeño y selecciona el material de aprendizaje para el estudiante. Integra el conocimiento acerca del método de enseñanza, las técnicas didácticas y del dominio a enseñar.

Módulo del dominio: contiene y administra el conocimiento y contenidos del área o tema específico de enseñanza. Se compone de los temas o unidades en los que se clasifica el dominio a tratar dentro del curso en que está enmarcado. (Ovalle, 2007)

### Metodologías

Al igual que existen varias arquitecturas para desarrollar un sistema tutor inteligente son múltiples las metodologías que se emplean con el mismo objetivo, una de ellas es elaborada por Zalgueiro & Cataldi en (2005), la cual propone un nuevo enfoque, sin alejarse de la estructura clásica, hace énfasis sobre todo en el módulo del tutor, aboga sobre la idea de que mientras más conocimiento instruccional se posea, mejor explicado será el contenido y las actividades, traduciéndose esto en mayor conocimiento para el alumno.

Como contrapartida, Lage (2008), propone una metodología con un enfoque más hacia el módulo del alumno. Reconoce que un STI que posea un módulo del alumno muy detallado garantizaría en su totalidad el calificativo 'inteligente' del sistema, pues se acoplaría aún más a las particularidades de sus alumnos.

Por otra parte existen metodologías que persiguen la integración de un sistema gestor de aprendizaje (SGA) con un STI (Tarongí, 2010), dotando así a estos últimos con un enfoque basado en la Web.

### Plataformas SGA

Existen variadas plataformas SGA que apoyan el proceso de enseñanza - aprendizaje, las de código abierto son las más difundidas por su carácter gratuito y su capacidad de modificación, algunas de las principales plataformas SGA son: Moodle, Dokeos, Drupal, LRN.

### Metodología

Esta metodología persigue ser una guía para la implementación y desarrollo de un STI integrado a un sistema

gestor de aprendizaje basado en la Web, empleando algoritmos para manejar, agrupar y clasificar la información pertinente.

La misma consta de los siguientes pasos:

1. Selección de la plataforma SGA (Sistema gestor de aprendizaje).
2. Integración entre los principales componentes del STI.
3. Diseño del módulo del alumno.
4. Diseño del módulo del tutor.
5. Diseño del módulo de dominio.
6. Análisis de los estándares de codificación y restricciones del SGA.

### Selección de la plataforma

La plataforma seleccionada para la integración con el sistema tutor inteligente fue Moodle. Esta selección viene dada por su carácter gratuito, por ser completamente modificable atendiendo a que es una plataforma de código abierto, por su estructura modular, la cual brinda la posibilidad de adicionar o sustraer segmentos de código sin afectar el funcionamiento total del sistema, por su capacidad de manejar los principales gestores de bases de datos (PostgreSQL y MySQL), por su fácil instalación y la no necesidad de migrar de un sistema operativo a otro para su funcionamiento.

### Integración de los componentes del STI

En este apartado se establecen las relaciones existentes entre los principales componentes que forman parte del STI, indicando cuál es la equivalencia entre los datos de las distintas tablas de la base de datos.

La primera relación que se encuentra en el módulo del alumno es el estilo de aprendizaje que determina el método pedagógico del módulo del tutor. A partir de los distintos tipos de métodos pedagógicos se han establecido las equivalencias con las diferentes dimensiones de los estilos de aprendizaje, se marca el estilo que predomina en cada método, según las características del alumno, según sus carencias; estas se toman en cuenta con el objetivo de instruirlo de la mejor forma posible.

Otras de las relaciones que existen entre el módulo del alumno y el módulo del tutor son entre los objetos LOM, que son la base para definir las actividades que realizará el alumno, los cuales vienen condicionados por el componente estilo de aprendizaje y están marcados por el componente nivel de conocimiento. El componente estilo de aprendizaje condiciona el formato en que se presentarán

los objetos LOM, mientras que el nivel de conocimiento marca la complejidad de los mismos.

Por otra parte, la interfaz viene modelada por el estilo de aprendizaje, aunque esta relación no es muy vinculante, ya que el alumno tiene libertad para modificar y adaptar el entorno de trabajo o interfaz a su gusto, se guardan los cambios que realice y se mantienen para las siguientes sesiones de trabajo que establezca.

A modo de inicialización de la aplicación SGA se pueden tomar en consideración las pautas establecidas donde se han analizado las características que presentan los diferentes tipos de herramientas y su relación con las dimensiones del estilo de aprendizaje.

### Diseño del módulo del alumno

El módulo del alumno es el encargado de conocer las carencias del alumno, las debilidades y fortalezas a la hora de asimilar cierta información o contenido, debe reconocer las concepciones erróneas de estos. Está compuesto por dos submódulos: uno encargado de la información estática, el estilo de aprendizaje con que inicia el alumno el curso y otro dinámico que poseerá el conocimiento dado por la interacción entre el alumno y el sistema.

El módulo del alumno proporciona información necesaria para la retroalimentación, tiene estrecha vinculación con los contenidos y el método pedagógico en el módulo del tutor, con los que se instruirán al estudiante, así como con la interfaz en la que se presentarán dichos contenidos por el módulo del dominio.

Submódulo estático: se encarga de modelar el estilo de aprendizaje de los estudiantes a partir de los resultados del cuestionario índice de estilo de aprendizaje (Index of Learning Styles) (Felder & Silverman, 1988). Los datos se almacenan en las tablas siguientes:

1. mdl\_estilo: contiene los atributos id y estilo\_aprendizaje.
2. mdl\_dimension: contiene los atributos id y dimensión.
3. mdl\_cluster: contiene los atributos id y cluster.
4. Submódulo dinámico: se encarga de modelar el nivel de conocimiento previo que el estudiante posee antes de comenzar a interactuar con la plataforma, así como el que este adquiere como resultado de la interacción con el sistema. Se añade de igual manera a la base de datos del STI mediante las tablas:
5. mdl\_asignatura: conformada por los atributos id, asignatura y nota.
6. mdl\_tipoalumno: conformada por los atributos id, nivel\_conocimiento\_inicial y nivel\_conocimiento\_final.

Para inicializar el atributo nivel\_conocimiento\_inicial y tener una idea del nivel de conocimiento que posee el alumno previo a la interacción con el sistema, se realiza una minería de datos sobre el promedio de las notas de las asignaturas cursadas que tributan a la actual. Mediante una lógica borrosa con función de pertinencia triangular, se clasifica al alumno según el conjunto de términos lingüísticos en principiante, medio o experto, donde:

principiante=triangule(p;3,3,4)

medio= triangule(p;3,4,5)

experto=triangule(p;4,5,5)

Una vez que el alumno comienza el curso, se crea el conocimiento actual, definido en el atributo nivel\_conocimiento\_final a partir de la actuación del alumno en su interrelación con el sistema y este reemplaza al conocimiento previo.

### Diseño del módulo del tutor

El módulo del tutor es el motor de ejecución del sistema adaptativo, pues codifica los métodos de enseñanza que son apropiados para el dominio objetivo y el estudiante. El mismo selecciona la intervención educativa más adecuada en función del conocimiento y estilos de aprendizaje de los alumnos. Inicialmente se opta por el método pedagógico más adecuado a partir de los datos proporcionados por el submódulo estático (el estilo de aprendizaje).

Por otro lado, las características del alumno determinan qué tipo de materiales multimedia (formato) prefiere, que junto con la complejidad de los contenidos que debe aprender, definida por el submódulo dinámico (nivel de conocimiento), permiten seleccionar los LOM que mejor se ajustan a sus necesidades. Estos dos bloques sirven para planificar la ruta de aprendizaje que está definida por una secuenciación temporal de los LOM que conforman el tema.

Con el objetivo de planificar una ruta de aprendizaje óptima, según las características particulares del alumno, se procesan los datos atendiendo a la relación entre los estilos de aprendizaje que determinan los métodos pedagógicos y el formato que los mismos condicionan, así como la complejidad de las actividades, que va marcada por el nivel de conocimiento que el alumno posea.

En el caso de la asignación de los métodos pedagógicos se propone una matriz de datos de 6 filas (métodos pedagógicos) por 8 columnas (estilos de aprendizaje).

$M(i,j): \{0,1\}$

i: método pedagógico,  $i=1...6$

j: estilo de aprendizaje,  $j=1...8$

El procesamiento sería recorrer la matriz M por fila, contar las columnas marcadas por la j dada y la fila con valor mayor del contador sería el método pedagógico que se le debe asignar a ese estudiante.

Para la asignación del formato se propone una matriz de datos de 5 filas (formato) por 8 columnas (estilos de aprendizaje).

$M(i,j): \{0,1\}$

i: formato,  $i=1...5$

j: estilo de aprendizaje,  $j=1...8$

El procesamiento sería recorrer la matriz M por fila, contar las columnas marcadas por la j dada y la fila con valor mayor del contador sería el formato con que se deben mostrar las actividades a ese estudiante.

Por otra parte la complejidad se asignará mediante una secuencia condicional de acuerdo al nivel del conocimiento que posea el alumno, ejemplo:

Si nivel de conocimiento: principiante entonces la complejidad es fácil.

Si nivel de conocimiento: medio entonces la complejidad es media.

Si nivel de conocimiento: experto entonces la complejidad es difícil.

### Diseño del módulo del dominio

Permite al STI comparar las acciones y elecciones del estudiante con las del sistema experto, con el objetivo de evaluar lo que el usuario conoce y desconoce. Contiene la descripción del conocimiento o comportamiento que representa el dominio o campo de la enseñanza, es decir, los recursos educativos del curso.

El módulo del dominio, que está compuesto por la ruta de aprendizaje que viene definida por el módulo del tutor. Esta ruta de aprendizaje contiene los LOM y la secuenciación a aplicar para definir y estructurar el tema, que se debe materializar en una serie de actividades (tareas, cuestionarios, encuestas, etc.) que vienen diseñados y condicionados por el curso y que se ofrecen al alumno a través de una interfaz de usuario, adaptada a las características del estudiante, gracias a los datos que facilita el submódulo estático.

La interacción del alumno con las actividades en la interfaz produce una serie de informes, que almacenan esta interacción (ficheros log), así como los resultados de la realización de las mismas. El análisis de esta información

proporciona el progreso del alumno, lo cual no es más que el nivel de conocimiento actual o aprendizaje adquirido hasta la fecha.

Dicho análisis se realiza mediante una minería de datos sobre el promedio de las calificaciones obtenidas producto de la interacción del alumno y la plataforma, otorga la posibilidad de clasificar al alumno en un determinado tema, como retroalimentar el sistema inicializando el atributo nivel\_conocimiento\_final del componente nivel de conocimiento en el submódulo dinámico, del módulo del alumno. Mediante una lógica borrosa con función de pertinencia triangular se clasifica al alumno, según el conjunto de términos lingüísticos en principiante, medio o experto, donde:

principiante=triangule(p;3,3,4)

medio= triangule(p;3,4,5)

experto=triangule(p;4,5,5)

En el caso de la asignación de los métodos pedagógicos se propone una matriz de datos de 6 filas (métodos pedagógicos) por 8 columnas (estilos de aprendizaje).

$M(i,j): \{0,1\}$

i: método pedagógico,  $i=1...6$

j: estilo de aprendizaje,  $j=1...8$

Por otra parte el Módulo del dominio es el encargado de gestionar la interfaz gráfica con la cual el alumno va a interactuar. Al menos la primera vez que esta interacción ocurra el Módulo del dominio será el encargado de disponer las herramientas que se visualizarán en la interfaz y que viene dada por las características particulares del estudiante (estilo de aprendizaje).

Para esta asignación se propone una matriz de datos de 13 filas (herramientas) por 4 columnas (estilos de aprendizaje).

$M(i,j): \{0,1\}$

i: herramientas,  $i=1...13$

j: estilo de aprendizaje,  $j=1...4$

El procesamiento sería recorrer la matriz M por fila, contar las columnas marcadas por la j dada y las filas con mayores valores del contador serían las herramientas que se le deben mostrar en la interfaz gráfica de usuario a ese estudiante.

Análisis de los estándares de codificación y restricciones del SGA

En este epígrafe se exponen los principales estándares de codificación que el desarrollador debe seguir, así como las principales restricciones.

En cuanto a arquitectura se refiere, se tienen en cuenta: la estructura de directorios de moodle, el código, las bases de datos y la ubicación de los datos que se suben al moodle. Como dato más relevante sobre la arquitectura de la base de datos de moodle, se tiene que, la misma está conformada por más de 200 tablas, las cuales poseen el prefijo mdl\_ y esta filosofía se debe mantener y respetar con las todas tablas que se le deseen incorporar a la plataforma.

En cuanto a la guía para desarrolladores se aborda en: instalación y requisitos, estilo de código y estructura de la base de datos, donde se explica que cada tabla de la base de datos debe poseer un atributo id, auto incrementable, entero y de diez posiciones (INT10), así como los valores booleanos deben ser declarados por enteros cortos con valores de 0 o 1 (INT4).

#### Validación de la propuesta

Se realiza la validación de la propuesta metodológica de acuerdo con el criterio de especialistas, sobre la base del método de valoración de expertos con adecuaciones al objeto de estudio. Son conformados tres grupos de expertos para evaluar elementos relacionados con el contenido de la propuesta, desde el punto de vista del diseño instruccional, así como otros aspectos relacionados con la base de datos construida. Se comentan además, las generalidades del método de valoración de expertos sobre el que se sustenta la validación.

Según se refiere en la bibliografía consultada, en ocasiones el número de criterios que los expertos deben evaluar es muy elevado y se pierde información debido al desconocimiento de determinados juicios que no son de dominio por parte del equipo que elabora los instrumentos para la valoración o porque el propio experto no tiene elementos que contribuyan a orientar su valoración.

Sin embargo, si los expertos son agrupados en dimensiones que apuntan a las áreas del conocimiento más específicas, redundaría en una mayor objetividad de los criterios que son emitidos. Por esta razón es conveniente el uso del método que se propone para la valoración de aspectos por cuanto logra diferenciar los criterios de acuerdo con la especialidad en que el experto muestra una competencia mayor.

Para la puesta en práctica del método se utilizaron las siguientes etapas:

1. Selección de los posibles expertos.

2. Obtención de criterio de cada experto.
3. Procesamiento de los criterios de los expertos.

Se consideraron expertos en contenido a profesores universitarios con al menos 5 años de experiencia impartiendo docencia en la carrera Ingeniería Informática; como expertos en diseño instruccional a profesores universitarios o especialistas que se hayan vinculado con la temática de los STI y con el empleo de SGA en su labor docente. Los expertos en informática son profesionales con al menos 5 años de experiencia en el uso y tratamiento de los SGBD.

La población de expertos fue seleccionada de los departamentos de Informática y Tecnología Educativa de la Universidad de Cienfuegos (Sede Carlos Rafael Rodríguez). Se solicitó la cooperación de profesionales del departamento de Programación de la Empresa de Aplicaciones Informáticas DESOFT S.A. Además participaron como expertos tres especialistas en Informática que desarrollan tareas de programación en el departamento informático de la dirección de supervisión y control de la Empresa EPICIEN.

Para obtener las valoraciones de los expertos se seleccionaron las dimensiones y variables correspondientes a cada una de las áreas y para el procesamiento y evaluación de las estas, se utilizó una escala Likert de 5 puntos (desde Total acuerdo hasta Total desacuerdo).

Con motivo de evaluar la fiabilidad de la encuesta se realizó la estimación de la fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, oscilando entre 0 o 1 y arrojando valores cercanos a la unidad en cada una de las áreas evaluadas.

Se emplea la validez de contenido, para demostrar la validez de las dimensiones y variables propuestas en las encuestas y viene sustentado tanto por los autores Cardona, de la Rosa y Hernández Fuentes (2003); De la Rosa, Velazco & Cruz (2005); Hernández, (2000), como por los expertos participantes en este estudio.

Para complementar el análisis anterior se realizó además la prueba no paramétrica W de Kendall, con el objetivo de demostrar estadísticamente la posible existencia de acuerdo entre los evaluadores de los tres grupos. Dicha prueba contrasta la hipótesis nula que plantea que no hay acuerdo, contra la hipótesis alternativa en que sí se considera la existencia de acuerdo entre los evaluadores.

Tomando como referencia para esta investigación un nivel de significación de un 10%, al compararlo con la significación asintótica (0,092, 0,047 y 0,069) de los estadísticos calculados obtenidos en cada caso, puede concluirse que se acepta la hipótesis alternativa en los

análisis realizados para los tres grupos de expertos y por tanto, existe concordancia de criterios entre los mismos y los planteamientos analizados, por lo que la propuesta metodológica queda validada.

## CONCLUSIONES

Existen varias metodologías para guiar el desarrollo de un STI, cada una con sus peculiaridades, pero todas coinciden en que una arquitectura en tres módulos (Alumno, Tutor y Dominio) es apropiada para desarrollar el STI. El enfoque presentado por Verónica Tarongí fue el seleccionado para el desarrollo de la actual propuesta. El sistema gestor de aprendizaje (SGA) seleccionado como base para desarrollar el STI es el Moodle. El diseño de los módulos: Alumno, Tutor y Dominio quedó especificado hasta el modelo lógico y físico de la base de datos que hay que integrar con la base de datos del Moodle.

La propuesta metodológica quedó conformada por seis pasos (selección de la plataforma SGA, integración entre los principales componentes, diseño del módulo del alumno, diseño del módulo del tutor, diseño del módulo de dominio y análisis de los estándares de codificación y restricciones del SGA) y su validación mediante el método de valoración de expertos, confirma que es adecuada y permite guiar el desarrollo de un STI basado en la web para apoyar el proceso de EA de estudiantes de Ingeniería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: David Mckay.
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. *IEEE Transaction on Man Machine Systems*, 11, pp. 190-202.
- Cardona, N. (2003). *Producción de software educativo*. Caracas: Fundación Bolivariana de Informática y Telemática.
- Cataldi, Z., & Lage, F. J. (2008). Modelado del Estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Recuperado de <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2016/06/TEYET5-art04.pdf>
- De la Rosa, Y., Velazco Gallo, A., & Cruz Acosta, Y. (2005). *Multimedia interactiva: una vía para propiciar el desarrollo del aprendizaje en la carrera de Mecánica*. Cienfuegos: Universo Sur.

- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education Application. *Engr. Education*, 78(7), pp. 674–681. Recuperado de <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/LS-1988.pdf>
- Hernández Fuentes, G. (2000). El criterio de especialistas y su aplicación en las investigaciones pedagógicas. Camagüey.
- Lage, F. J., & Cataldi, Z. (2004). Modelo de Sistemas Tutor Inteligente distribuido para educación a distancia». LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.
- Mendez Pozo, G. (2007). Una Arquitectura Software Basada en Agentes y Recomendaciones Metodológicas para el Desarrollo de Entornos Virtuales de Entrenamiento con Tutoría Inteligente. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Ovalle, D. A. (1970). Análisis funcional de la estrategia de aprendizaje individualizado adaptativo. Proyecto de investigación – DIME – Vicerrectoría de Investigación. Modelo de sistema multiagente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ovalle, D. A. (2007). Entorno Integrado de Enseñanza - aprendizaje basado en Sistemas Tutoriales Inteligentes & Ambientes Colaborativos. Posgrado en Ingeniería de Sistemas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Romero, C., Ventura, S., Hall, W., & Hong, M. (2002). Using Genetic Algorithms for Data Mining in Web-based Educational Hypermedia Systems. Workshop on Adaptive Systems for Web-based Education. Recuperado de <http://www.lcc.uma.es/~eva/WASWBE/romero.pdf>
- Salgueiro, F. A., & Cataldi, Z. (2005). Sistemas Inteligentes para el Modelado del Tutor. Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Tarongí, V. A. (2010). Sistema Tutor Inteligente Adaptativo para Laboratorios virtuales y remotos. Tesis de Master Universitario en Automática e Informática Industrial, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Urretavizcaya Loinaz, M. (2001). Sistemas inteligentes en el ámbito de la educación. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 5 (12), pp. 55-12. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/925/92551202.pdf>