

## Software para la evaluación de habilidades investigativas en la carrera de ingeniería informática

Dannyll Michelle Zambrano Zambrano<sup>1,\*</sup>, Odiel Estrada Molina<sup>4,\*</sup>, Jimmy Zambrano Acosta<sup>4,\*</sup>, Yohanna Daza Alava<sup>4,\*</sup>

---

### Abstract

Se presenta como resultado un software que hace uso de la lógica difusa y las series temporales para evaluar la formación de habilidades investigativas y las tendencias estadísticas que poseen los estudiantes universitarios que se encuentran incorporados (como parte de su formación profesional) en la industria del software. Se describen los módulos que componen el software y el futuro trabajo acerca de la formación de estas habilidades en el contexto del desarrollo de software industrial. El software implementa la función de pertenencia de los números borrosos triangulares (inteligencia artificial) y las series temporales (estadística predictiva). Se presentan los resultados obtenidos con el empleo del método Delphi y el nivel de satisfacción de los estudiantes y sus tutores.

*Keywords:* Evaluación, lógica difusa, habilidades investigativas, series temporales, software

---

© 2017 Los Autores. Publicado por Universidad Técnica de Manabí. Licencia CC BY-NC-ND  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

### 1. Introducción

En la Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, los estudiantes de ingeniería en ciencias informáticas desde su tercer año académico están vinculados a la industria del

---

\* Autor para la correspondencia

*Email addresses:* [michel.zambrano@fci.edu.ec](mailto:michel.zambrano@fci.edu.ec) (Dannyll Michelle Zambrano Zambrano),  
[oestrada@uci.cu](mailto:oestrada@uci.cu) (Odiel Estrada Molina), [jzambrano@utm.edu.ec](mailto:jzambrano@utm.edu.ec) (Jimmy Zambrano Acosta),  
[yohanna\\_daza@hotmail.com](mailto:yohanna_daza@hotmail.com) (Yohanna Daza Alava)

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

<sup>2</sup>Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba

<sup>3</sup>Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

<sup>4</sup>Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

software que se encuentra en los centros de desarrollo de esta institución. Una de las habilidades profesionales que necesitan dominar es las habilidades investigativas asociadas con el desarrollo de software [1, 2, 3].

En la investigación, [2] se realiza un análisis de diversas propuestas didácticas para la formación y desarrollo de estas habilidades en la cual se argumentan el por qué no son aplicables al contexto y necesidades de la industria cubana del software. Debido a lo anterior, el objetivo de esta investigación está dirigida a desarrollar una metodología para desarrollar desde la industria del software, habilidades investigativas en estos estudiantes de la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Esta investigación no ha terminado, pero uno de los resultados obtenidos es la construcción de un software que hace uso de la lógica borrosa y series temporales para determinar el desarrollo de estas habilidades en nuestros estudiantes.

En el ámbito de la educación los métodos o técnicas de inteligencia artificial más utilizados para determinar la evaluación de habilidades profesionales son [4].

1. El uso de los valores de la función de pertenencia difusa en unión con la teoría estadística
2. La similitud difusa.
3. Valores esperados difusos.
4. La evaluación del conocimiento
5. Los valores de la función de pertenencia a la teoría de la probabilidad
6. Evaluación centrada en el aprendizaje con el uso de la lógica difusa
7. Tutoría inteligente.
8. Modelo del estudiante basado en inferencias difusas.

Todos los procedimientos propuestos permiten contribuir a la evaluación del aprendizaje, pero presentan dificultades tales como:

Necesidad de un evaluador que proporcione las notas difusas en lugar de valores que dan los métodos tradicionales.

Alta complejidad computacional.

Falta definir reglas lógicas que se adecúen a las exigencias evaluativas de las habilidades investigativas asociada al desarrollo de software industrial Teniendo en cuenta [5, 6, 7, 8, 9, 10] los métodos de series temporales comúnmente utilizados en el campo del aprendizaje son la técnica de las medias móviles, la técnica de suavización exponencial y el análisis de regresión lineal. Sin embargo, no se ha establecido un procedimiento estadístico orientado hacia la evaluación de las habilidades investigativas, solución expresada por los autores del proyecto de investigación [11].

El uso de series temporales permite a los responsables de dirigir el proceso de enseñanza, conocer cuál es la tendencia estadística del desarrollo de estas habilidades para cada uno de los indicadores establecidos, [11]. En nuestro caso se asume la concepción de [4] y [11] confeccionándose para ello algoritmos y su correspondiente implementación.

## **2. Aplicación informática para la evaluación de habilidades investigativas**

En el diseño e implementación de la herramienta informática, se empleó la metodología XP (acrónimo de eXtreme Programming), como lenguaje de Programación, PHP

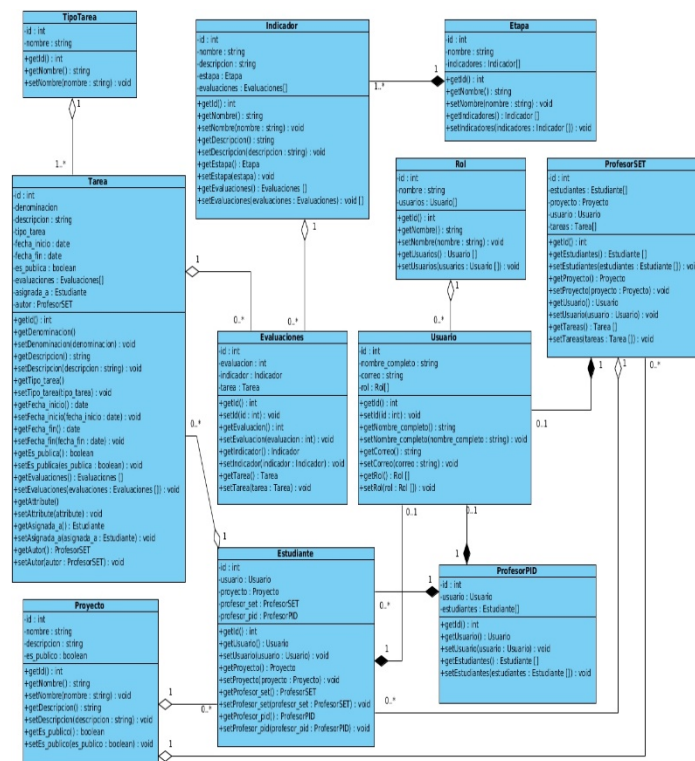


Figura 1: Diagrama de las clases de diseño.

5.4; el framework Symfony en su versión 2.3.7; el gestor de Base de Datos, PostgreSQL 9.1 y como servidor Web, Apache 2.4.6.

La herramienta está compuesta por cuatro módulos. A continuación, se muestra en la Fig. 1, el diagrama de las clases del diseño. A su vez se empleó como estilo arquitectónico el Cliente-Servidor y como Patrón el Modelo – Vista – Controlador.

El Módulo de Administración permite crear un proyecto de software, tutores y estudiantes, así como la relación entre ellos. Se permite gestionar las entregas de materiales de los alumnos a sus tutores. Cuando el estudiante sube un archivo a la herramienta, ésta envía un mensaje de aviso a su tutor. Este archivo permanece en la herramienta, organizado por fecha de entrega, para que tanto alumno como tutor puedan acceder a las entregas de manera centralizada. A su vez, la aplicación sirve de registro de entrega (con fecha y hora) de entregables y revisiones. Esto puede también servir como elemento motivacional ya que se tiene acceso centralizado a las diferentes entregas fechadas.

El Módulo del Tutor, permite la orientación y evaluación de tareas productivas (Fig. 2).

En cuanto a la orientación de la tarea productiva el tutor podrá:

- Redactar el problema, objetivo y contenido de aprendizaje de la tarea productiva.
- Establecer con quién debe interactuar el estudiante en el equipo de desarrollo de

Figura 2: Funcionalidades para la orientación de la tarea productiva.

software, ya sea con miembros del mismo rol profesional o de otros roles

- Redactar y adjuntar a la tarea productiva, los recursos ingenieriles y medios de aprendizaje necesarios para la ejecución de la tarea.
- Determinar el tiempo de duración de la tarea.

En cuanto a la evaluación de la tarea productiva el tutor podrá:

- Evaluar el proceso realizado por el estudiante en la ejecución de la tarea.
- Evaluar el resultado del aprendizaje del estudiante.

El tutor puede ver el perfil de sus estudiantes, el registro de sus actividades en la ejecución de las tareas orientadas, así como el progreso de cada uno estos. También puede crear, actualizar y modificar el registro de evaluación del estudiante y conocer las tendencias estadísticas del aprendizaje de cada uno de ellos, para este último caso se hace necesario una consulta al módulo de evaluación.

El tutor tiene además la posibilidad de subir a la herramienta las revisiones de los entregables realizado por sus estudiantes. Una vez realizado este proceso, se genera un mensaje de aviso al alumno. Se centraliza tanto los entregables como las revisiones realizadas.

El Módulo del Estudiante, permite la consulta de las tareas productivas, los recursos bibliográficos y los medios de aprendizaje relacionados con esta. Sin embargo, para no resultar intrusiva, brinda la posibilidad al estudiante hacer su planificación con total libertad. Si bien es el tutor quien define cuando inicia y concluye la realización de una tarea productiva ya que se encuentra en relación al cronograma del proyecto de software, el estudiante tiene la posibilidad de modificarlo, para lo cual debe justificar esta acción y determinar sus riesgos e implicaciones en la construcción del software.

El estudiante a medida que pasan las horas o días establecidos para la ejecución de la tarea, el alumno ingresa datos a la aplicación del progreso real, horas reales empleadas,

así como el porcentaje completado en la ejecución de las tareas. La herramienta informa de manera gráfica de la situación actual del grupo y de cada uno de sus integrantes. El estudiante conoce el progreso de los demás estudiantes y se compara con ellos, pues todos son miembros del mismo equipo de desarrollo de software. Esta funcionalidad puede contribuir a elevar la motivación del estudiante.

El Módulo de Evaluación, permite establecer la tendencia estadística del aprendizaje del estudiante (se aplica estadística predictiva, Fig. 4 y Fig. 5) y determinar la evaluación del estudiante (parcial y final) a partir de empleo de la inteligencia artificial.

Para el diseño e implementación de este módulo se analizaron sistemas informáticos existentes para la evaluación del aprendizaje, entre ellos se encuentran:

- eFeedback
- TENCompetence
- TEAMSOFTE versión 2.0

Todos los sistemas estudiados dan soporte al proceso de evaluación del aprendizaje, aunque en ellos varían los instrumentos de evaluación que posibilitan la obtención de las evidencias (la mayoría utilizan test y encuestas). Se constató como regularidad que enuncian desde una perspectiva general, los métodos basados en inteligencia artificial empleados (lógica difusa, redes neuronales, entre otros) pero a su vez no se esclarecen la estructura interna de estos métodos.

Sin embargo, el análisis sirvió de guía para la selección de los métodos a implementar y al diseño de los algoritmos concebidos. En el caso de la estadística predictiva basada en series temporales se diseñó dos procedimientos estadísticos basados en el método de medias móviles el cual fue publicado en [11].

A su vez, para dar tratamiento a la incertidumbre existente en la evaluación de tareas productivas, así como de la evaluación final del estudiante, se empleó la inteligencia artificial, para ello se tuvo en cuenta la implementación de números borrosos triangulares; la definición de variables lingüísticas y de sus correspondientes etiquetas y valores; la definición de reglas lógicas; la definición de dos procedimientos matemáticos basados en los números borrosos triangulares y la creación de una base de datos borrosa. Los procedimientos diseñados se pueden consultar en [4].

El software fue implementado en un proyecto de desarrollo de software que tenía 15 estudiantes. La siguiente figura muestra el nivel de satisfacción que tienen los 15 tutores y los estudiantes.

Durante 2014-2015, los tutores de los 15 estudiantes utilizaron el software. Como resultado de esta prueba se obtuvo el 66,66 % de los estudiantes informó que su nivel de satisfacción fue alto y 86,6 % de los tutores también.

El diseño e implementación de la herramienta informática permitió contribuir a la gestión del aprendizaje de los estudiantes que están vinculados a los centros de desarrollo de software de la UCI. Se reafirma la importancia de la informática educativa para este fin [2]. Su uso contribuye a gestionar el proceso de aprendizaje del estudiante empleando la comunicación sincrónica y asincrónica. El resultado fue satisfactorio (empleo de la herramienta). La implementación de una herramienta informática para contribuir a la gestión del aprendizaje conlleva un proceso de capacitación que propicie su empleo efectivo tanto desde lo tecnológico como de lo pedagógico y didáctico, para lo cual se diseñó un manual de usuario.

Luis Miguel Castañeda Ibañez lmcastaneda@estudiantes.uci.cr		<a href="#">Evaluar</a>	<a href="#">Predecir</a>
Denominación	Fecha inicio	Fecha fin	¿Evaluada?
<input checked="" type="checkbox"/> Descripción de CU_Autenticar Luis Miguel Castañeda Ibañez	2014-05-26	2014-05-28	✓
<input checked="" type="checkbox"/> Descripción de CU_Evaluar Luis Miguel Castañeda Ibañez	2014-05-28	2014-06-06	✓
<input checked="" type="checkbox"/> Implementación del módulo Gestionar Información Luis Miguel Castañeda Ibañez	2014-05-27	2014-05-28	✓
<input checked="" type="checkbox"/> Desarrollo de casos de prueba Luis Miguel Castañeda Ibañez	2014-05-28	2014-05-30	✗
<a href="#">+ Agregar otro</a>			

Figura 3: Funcionalidades asociadas a la predicción de la tendencia del aprendizaje del estudiante.

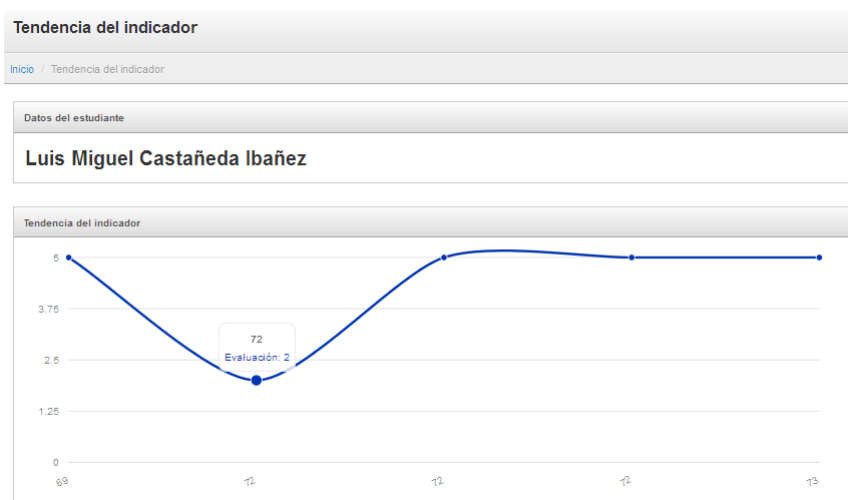


Figura 4: Tendencia estadística del aprendizaje del estudiante a partir de cada uno de los indicadores establecidos.

### 3. Conclusiones

La implementación adecuada de los algoritmos basados en inteligencia artificial y en series temporales contribuye a la toma de decisiones asociada con el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes desde el contexto del desarrollo de software.

En lo referente al trabajo futuro, se prevé la incorporación de funcionalidades asociadas a la gestión del aprendizaje del estudiante empleando para ello guías que provee el proceso de software en equipo (Team Software Process (TSP)). También se tiene un concebido un proceso de capacitación para el empleo didáctico de la herramienta por parte de los tutores.

### Referencias

- [1] E. O, Experiencias en el desarrollo de la competencia investigativa en estudiantes de la carrera de ingeniería en ciencias informáticas., Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria.
- [2] O. Estrada, Sistematización teórica sobre la competencia investigativa., Revista Electrónica Educare 9 (18) (2014) 3–8.
- [3] S. M. Estrada. O, Blanco, F. Ciudad, Exigencias didácticas en diseño didáctico de tareas para el desarrollo de las habilidades investigativas., Enseñanza & Teaching 33 (2) (2015) 2–9.
- [4] O. Estrada, Propuesta para la evaluación de las habilidades investigativas del ingeniero informático., Educación en Ingeniería 9 (18) (2014) 3–7.
- [5] J. Arnau, Uso de los modelos de series temporales como técnica de análisis de los diseños conductuales., Departamento de Psicología Experimental Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación. Universidad de Barcelona.
- [6] D. Brillinger, Times Series. Data Analysis y theory., Mc-Graw Hill. Inc, 1976.
- [7] P. Brockwell, R. Davis, Time Series: Theory and Methods., 2nd Edition, Mc-Graw Hill. Inc, 2006.
- [8] J. Cáceres, , G. Martin, Introducción al análisis univariante de series temporales económicas., Delta Publicaciones Universitarias., 2008.
- [9] J. Hernández, Análisis de series temporales económicas II., ESIC Editorial, 2009.
- [10] J. Díaz, J. Martin, A. Vilches, M. Puerto, J. Patón, C. Varo, Evaluación de modelos de series temporales para la previsión de la demanda de emergencias sanitarias., Revista Emergencias 24 (2012) 181–188.
- [11] O. Estrada, M. Alfonso, L. Hidalgo, S. M. Blanco, F. A. Ciudad, Procedimiento para determinar las tendencias estadísticas del desarrollo de la competencia investigativa del ingeniero en ciencias informáticas., Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. 2 (2) (2014) 3–9.