



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# APRENDIZAJE DE LA ALGORITMIA Y PROGRAMACIÓN E INGENIERÍA DE SOFTWARE BASADAS EN CASOS

**Edwin Puertas Del Castillo**

**Universidad Tecnológica de Bolívar  
Cartagena, Colombia**

## **Resumen**

Con el aprendizaje de algoritmia y programación e ingeniería de software basados en estudio de casos, se busca que los estudiantes de ingenierías afines a sistemas adopten un enfoque más práctico y con aplicación real en la industria del software. De esta forma, se pueden identificar funcionalidades puntuales, lo cual les permite realizar una abstracción del dominio del problema y diseñar la solución más adecuada.

Este artículo presenta las experiencias recolectadas en el diseño y adecuación de los casos de estudio. Se muestra como los casos de estudio se desarrollan estructuralmente con contextualización acorde a la problemática para permitir la descripción detallada de la problemática, y mostrar lo que se quiere resolver del problema. Con esta metodología los estudiantes pueden satisfactoriamente identificar las funcionalidades del sistema, diseñar el dominio o contexto de la problemática, construir los artefactos de software necesarios, y finalizar con el desarrollo de una serie de pruebas teniendo como base las funcionalidades establecidas, todo lo anterior bajo los lineamientos internacionales.

Los resultados recolectados durante los últimos 5 años (como docente en las áreas de programación e ingeniería de software utilizando el aprendizaje basado en casos) muestran la disminución de la deserción, mejoras de las habilidades de abstracción por parte de los estudiantes y por ende mejora el rendimiento académico en todas sus áreas de actuación.

**Palabras clave:** aprendizaje; algoritmia; caso de estudio

## ***Abstract***

*Learning algorithms and software engineering based on case studies intend students of engineering systems to adopt a more practical and real point of view in the software industry. In this way, students can identify specific features, allowing them to make an abstraction of the problem domain and design the most appropriate solution.*

*This article presents the experiences collected in designing and adapting cases of study. It shows how the study cases are developed and contextualized structurally according to the problem to allow detailed description of the problem and solve the problem. With this approach students can successfully identify the system's functionality, design the domain or context of the problem, construct the necessary software artifacts, and finally development a series of tests on the basis of the features set, all of the above under international guidelines.*

*Results collected during the last 5 years (as a teacher in the areas of programming and software engineering using case-based learning) show low desertion rates, better abstraction skills, and thus academic performance improvement in all areas of activity.*

**Keywords:** *learning algorithms, study case*

## 1. Introducción

El aprendizaje basado en casos de estudios, es uno de los métodos de enseñanza-aprendizaje que ha tomado gran auge en las instituciones de educación superior en los últimos años.

La enseñanza con casos fomenta a la vez que demanda a profesores y alumno la capacidad de discutir con argumentos, de generar y sustentar ideas propias, de tomar decisiones en condiciones de incertidumbre o de realizar juicios de valor, sin dejar de lado el punto de vista de los demás y mostrar una actitud de apertura y tolerancia ante las ideas de los otros.

En este artículo se muestra un conjunto de estrategias para el aprendizaje basado en casos de estudios contextualizados a los entornos socio-económicos y culturales de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Además de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y generando otro conjuntos de habilidades y de buenas prácticas en la construcción de software.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. Sección 2 recopilación de trabajos realizados en el aprendizaje basado en casos. Sección 3 las estrategias propuestas para el mejoramiento del proceso de enseñanza aprendizaje. Sección 4 muestra los resultados de la puesta en marcha de las estrategias en curso de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Por último, Sección 5 presenta las conclusiones de este proceso.

## 2. Antecedentes

En el contexto de la educación contemporánea, el enfoque del aprendizaje basado en problemas toma forma propia y comienza a ganar terreno a partir de la década de los sesenta en la educación médica y de negocios. Es reconocido el papel pionero de la Escuela de Medicina de la Universidad McMaster, de Canadá, así como el liderazgo e influencia de instituciones como Harvard Business School y Harvard Medical School.

La metodología de enseñanza basada en casos. Es un modo de enseñanza en el que los alumnos construyen su aprendizaje a partir del análisis y discusión de experiencias, que, partiendo de la vida real, los conectan con teorías y principios. Esta metodología consiste en el análisis de situaciones problemáticas reales, las

cuales deben ser resueltas con la finalidad de que los estudiantes reflexionen respecto algún tema en especial mientras es abordado de forma distinta. (Díaz Barriga, 2005).

Evidencias en altas tasas de deserción y de estudiantes trabajando bajo condiciones de poca motivación en los cursos de programación, revelan la necesidad de enfrentar el problema de la enseñanza y el aprendizaje de la programación desde aproximaciones alternativas. Aunque muchas investigaciones se han presentado con diversas herramientas y estrategias de soporte para enfrentar este problema, ninguna de ellas ha presentado resultados suficientes en cuanto a la articulación de objetivos pedagógicos de los cursos y experiencias positivas por parte de estudiantes y profesores. (J. Villalobos, R Casallas, 2006).

Los casos de estudios, son instrumentos educativos complejos que aparecen en forma de narrativas, donde ofrecen una historia, narrada de la manera más precisa y objetiva posible, sucesos que plantean situaciones problema reales (auténticas) o realistas (simuladas). En la medida de que los estudiantes se apropien del caso, podrán identificar los componentes claves, para construir las diferentes formas de solucionar la problemática planteada. (Díaz Barriga, 2005).

En la Universidad Tecnológica de Bolívar se realizó una pruebas piloto por un año y medio en de los cursos de Cupi2 (J. Villalobos, R Casallas, 2006), el cual tiene gran fundamentación en el aprendizaje basado en casos. La implementación de los cursos no fue el esperado ya que el contexto estudiantil no era el más adecuado, debido a las diferentes deficiencias académicas, culturales y socio-económicas con que ingresan los estudiantes en las universidades en Cartagena, por lo tanto los resultados no fueron los esperados.

Después de experimentar con diferentes casos de estudio, se identificaron las estrategias necesarias de cómo debería ser el proceso de enseñanza aprendizaje de la algoritmia y la programación e ingeniería de software. Para ello se tuvo como referente el contexto cultural, socio-económico y académicos de los estudiantes que ingresan a la universidad

Para el desarrollo de las estrategias se comenzó a desarrollar una tabla de valores. Por medio de arboles de identificación, se establecieron reglas que predicen valores que puedan tomar nuevos registros de la tabla. Por ejemplo, una tabla que contenga una lista de estudiantes donde para cada uno de ellos se registran valores de diversas causas y la solución correspondiente. A partir de esa tabla se establecen reglas que relacionan las causas con el posible diagnóstico para nuevos estudiantes.

Fue con una ontología la que permitió describir los conceptos en un dominio y definir las relaciones entre los conceptos. Se seleccionaron las ontologías porque obedecen a una definición sintáctica que permiten la representación de conocimiento de cualquier área del saber humano, proporcionando uniformidad y en consecuencia, posibilidad de integrar ontologías para aplicaciones de gran amplitud. (Natalya F. Noy, Deborah L. Mc Guinness, 2008)

Luego de analizar los resultados arrojado por Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis - Entorno para Análisis del Conocimiento de la Universidad de Waikato), se analizaron dichos resultado, los cuales fueron las posibles causas con que ingresan los estudiantes a la universidad, Con los resultados arrojados por dicha herramienta se comenzó el desarrollo de los casos de estudios contextualizados al entorno de los estudiantes que ingresaban en la universidad, luego se plantearon necesidades muy básicas que ellos empezaran a detectar con facilidad y por ultimo darle un conjunto de elementos de pruebas que les permitiera validar las soluciones que ellos proponían.

### 3. Estrategia y elementos del aprendizaje basado en casos

En los cursos de algoritmia y programación la estrategia típica de enseñanza es que el profesor presenta en clase los conceptos, responde los interrogantes que surgen de dichas definiciones, para después empezar a realizar ejercicios. Por ejemplo “dado un arreglo de n elementos encuentre cuantos elementos de dicho arreglo son primos”.

La manera tradicional de enseñar consiste en que el estudiante sea capaz de identificar técnicas patrones en los problemas planteados y logre asociar con las técnicas que usa el profesor. La técnica comúnmente usada para enseñanza es “dividir y vencer”, la cual se hace de manera informal. A el modelo anteriormente mencionado se le reconoce como aprendizaje por imitación, el cual ha venido presentado demasiadas dificultades al momento de enseñar a programar (J. Villalobos, R Casallas, 2006).

La estrategia propuesta en este artículo es que mediante el aprendizaje basado en casos, el estudiante desarrolla no solo las habilidades de programación sino que también las competencias para identificar y plantear soluciones a un problema en un contexto en particular. Inicialmente al estudiante se le facilitan los casos de estudios hipotéticos desarrollados completamente por el docente. La intención es mejorar las habilidades en la identificación, solución de problema, además de la construcción de los artefactos de software utilizando técnicas y/o procesos estandarizados por IEEE Standards Association, Swebok, ISO/IEC 12207 y ISO/IEC TR 15504.

En la Figura 1. Se describen las estrategias que se utilizan para desarrollar las habilidades en los estudiantes. En primera instancia se facilitan todos los elementos, para luego ir quitando uno a uno de dichos elementos y solicitarle al estudiante que los realice, así progresivamente hasta el estudiante desarrolle todas las habilidades.



Figura 1. Estrategias y elementos enseñanza-aprendizaje basado en casos de estudio.

Después de que el estudiante haya desarrollado destreza en cada uno de los elementos descritos en la Figura 1, se le solicita la creación de un caso de estudio, dependiendo de las competencias que se desea alcanzar. La construcción de cada uno de los elementos de las estrategias debe ser continuamente monitoreada por el docente, para así poder controlar el alcance de los casos de estudio como también los elementos que hacen parte de las estrategias mencionada en la Figura 1.

## 4. Resultados

Las estrategias y elementos para la enseñanza-aprendizaje basada en casos de estudio descritas en la sección anterior se ha venido desarrollando en la Universidad Tecnológica de Bolívar desde el 2010 con muy buenos resultados en las materias de Algoritmo y Programación e Ingeniería de Software. En un curso de Ingeniería de Software de 23 estudiantes se realizó la implementación de las estrategias y los elementos mencionados utilizando un caso de estudio hipotético desarrollado por el docente llamado “BazurtoMusic”, donde solo se le facilita al estudiante la primera estrategia y se le solicita desarrollar los elementos faltantes.

### 4.1. Caso de Estudio BazurtoMusic

Una tienda de venta de música local ubicada en el centro de la ciudad de histórica Cartagena a decidido expandir la venta de música popular como lo es la chapeta, además de otro tipo de géneros populares como reggaetón, vallenato, salsa, entre otro en el ciberespacio por lo que le ha solicitada a un estudiante de una reconocida universidad local que le desarrolle una aplicación web (BazurtoMusic) para el manejo de la información de una tienda virtual de canciones en formato MP3. Esta aplicación debe permitir visualizar un catálogo de discos y canciones que la tienda tiene a la venta. Cada disco tiene un nombre, un artista, un género y una imagen de la carátula del disco. La tienda se especializa en la venta de canciones en formato MP3 por lo que ofrece toda la información relevante de una canción al usuario. Esta información comprende: el nombre de la canción, su precio individual, la duración en minutos y segundos, el tamaño en megabytes (MB) y la calidad de la canción expresada en kilobytes por segundo (Kbps).

Se espera que la aplicación BazurtoMusic realice lo siguiente: presentar al usuario la información de una canción del catálogo (dados el nombre del disco y el nombre de la canción), agregar un disco al catálogo, el cual estará sin canciones inicialmente, agregar una canción a un disco (dados el nombre del disco y toda la información de la canción), vender una canción a un usuario. En este caso se debe teclear la dirección electrónica del usuario para que le sea enviado por correo el respectivo archivo MP3 con la canción. Por cada venta, el programa debe crear un archivo de texto (en el directorio “data\facturas”), cuyo nombre debe ser parte de la dirección electrónica del usuario (lo que va antes del símbolo “@”) seguido de un número único generado por el programa. Dicho archivo también se envía por correo electrónico al usuario. El programa debe llevar el registro del número de copias vendidas de cada canción. Por último, el programa debe permitir procesar un archivo completo de pedidos de un cliente. En este caso se hace una sola factura.

La información de la tienda debe ser persistente y el proceso debe ser completamente transparente para el usuario. Esto quiere decir que el programa debe ser capaz de guardar la información en un archivo cada vez que el usuario termina la ejecución del mismo y de utilizar dicha información cuando el usuario vuelve a ejecutarlo para reconstruir el estado del modelo del mundo. El programa no debe preguntarle al usuario el nombre del archivo, sino que lo tiene que manejar todo internamente.

**4.2. Resultados**

En la Figura 2. Se observan los resultados obtenidos después de aplicar el caso de estudio BazartoMusic, en cada uno de los elementos que se les solicitaron a los 23 estudiantes de un curso de Ingeniería de Software. Las etiquetas E1, E2,..etc. apreciado en la figura en mención corresponde a cada uno de los elementos que se les solicitaron a los estudiantes.

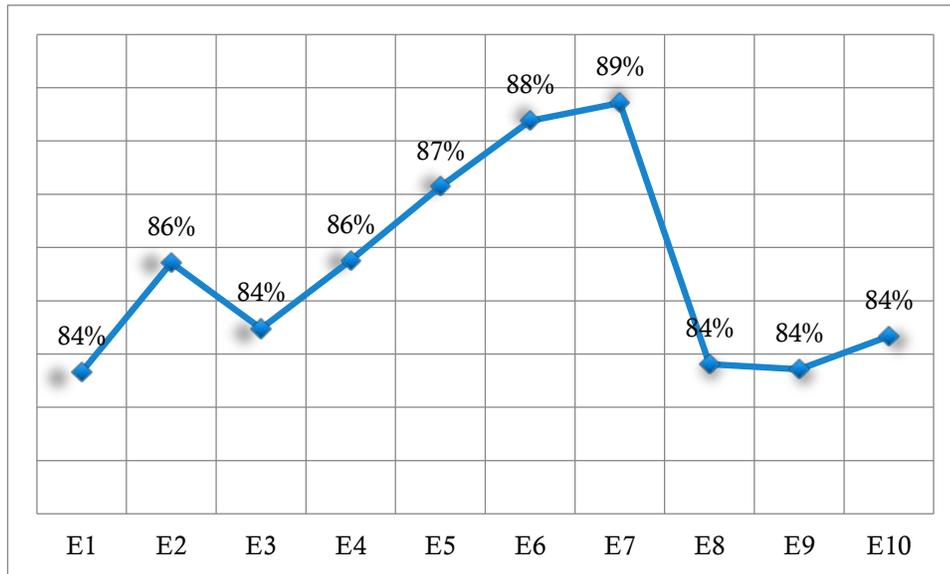


Figura 2. Ponderación de los Elementos Faltantes en el Caso de Estudio BazartoMusic

- Actores y Entidades del problema corresponden al E1 se observa que el 84% de los estudiantes idéntico eficientemente los elementos mencionados.
- Interacción de actores y entidades E2 se evidencia que el 86% describieron una interacción coherente con la problemática planteada.
- Como los actores interactúan dentro del sistema - E3, todos los estudiantes describieron correctamente la interacción dentro del contexto planteado.
- Como interaccionan usuarios externos dentro del sistema – E4, en este elemento se identificaron varios problemas ya que el estudiante debe ubicarse en los diferentes roles que realiza dicho usuario dentro del sistema.
- En la identificación de las necesidades, clasificación y priorización E5 y E5 se ilustra que el 87% y 88% de los estudiantes lo realizaron de forma correcta.
- Posibles solución – E6 y E7, ya que este es uno de los elementos que es muy subjetivo al momento de evaluar dado a que se pueden presentar varias soluciones factible, se obtuvieron resultados muy satisfactorios al momento de verificar dicha posibles soluciones.
- Diseño de las soluciones - E8, el desarrollo de este el elemento se hace de forma iterativa, refinando dicho diseño hasta llegar al diseño que se acomode a la solución propuesta.
- Construcción de la solución – E9, los elementos de estas estrategias son también desarrolladas de forma iterativa, las cuales se van refinando mediante las verificaciones y validaciones de las necesidades identificadas en los elementos anteriores.

En el desarrollo de este caso estudio los estudiantes tuvieron una actitud muy satisfactoria, ya que emergieron dentro de la problemática planteada y convirtieron un reto de encontrar una solución más acorde con las necesidades planteadas.

## 5. Conclusiones

Este artículo describe una propuesta para mejorar las estrategias en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la algoritmia y programación e ingeniería de software. El propósito principal de utilizar este conjunto de estrategias es de desarrollar un conjunto de habilidades en los estudiantes para la identificación, análisis, diseño e implementación de problemas basado en proceso de enseñanza-aprendizaje basado en casos. Esta forma de aprendizaje intenta involucrar a los estudiantes más en el proceso de aprendizaje, motivándoles gracias al desarrollo de casos de estudio contextualizados. De hecho, esta forma de aprender es más natural y mucho más cercana a la manera de aprender fuera de la Universidad que a la clásica forma de enseñar con clases magistrales y una actitud más pasiva por parte del alumno. Los estudiantes se convierten ahora en el centro del proceso de aprendizaje en lugar de los profesores.

Además, gracias a este conjunto de estrategias el estudiante aprende a aprender, permitiéndoles a ellos ser parte del aprendizaje, en vez de ser capas en lugar de aprender únicamente de lo que se les dice que deben aprender. Cuando el estudiante se siente participante y motivado con el desarrollo de casos de estudio, la actitud pasiva se vuelve activa. La implementación de esta estrategias implica un cambio de aptitud por parte del estudiante al proceso de enseñanza aprendizaje, asumiendo una mayor responsabilidad en su proceso de formación, y de la misma forma exige una mayor flexibilidad al momento del proceso de enseñanza-aprendizaje. De igual manera esta estrategia produce de manera directa el intercambio de conocimiento.

## 6. Referencias

- J. Villalobos, R Casallas. 2006. Fundamentos de Programación: Aprendizaje Activo basado en Casos. Prentice-Hall.
- Díaz Barriga, F. 2005. Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. México: McGraw-Hill.
- ISO/IEC 12207, ISO/IEC TR 15504, (2008 y 2011) International Organization for Standardization – ISO, <http://www.iso.org/iso/home.html>.
- IEEE Standards Association, (IEEE Std. 830, IEEE Std. 1362, IEEE Std. 1219) [http://standards.ieee.org/findstds/standard/software\\_and\\_systems\\_engineering.html](http://standards.ieee.org/findstds/standard/software_and_systems_engineering.html)
- SWEBOK - Software Engineering Body of Knowledge. 2004, IEEE Computer Society, ISBN 0-7695-2330-7.
- Natalya F. Noy, Deborah L. Mc Guinness. 2008. Desarrollo de Ontología-101: Guía Para Crear Tu Primera Ontología, Stanford University, Stanford, CA, 94305

## Sobre el autor

- **Edwin Alexander Puertas Del Castillo**, Ingeniero de Sistemas, Magister en Ingeniería con énfasis en Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Bolívar. [epuerta@unitecnologica.edu.co].

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)