



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DE AUTOCAPACITACIÓN EN ANÁLISIS DE FALLA

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A SELF-EMPOWERMENT SOFTWARE IN FAILURE ANALYSIS

Alfonso Santos Jaimes, Miguel Ángel Reyes Orozco
Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga (Colombia)

Resumen

En este artículo se presentan los aspectos asociados al desarrollo e implementación de un *software* para la autocapacitación de los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la universidad en el tema de análisis de falla de elementos mecánicos. La metodología involucra la recopilación de información, el diseño y desarrollo del *software* educativo, su implementación en la plataforma de la universidad y su aplicación en la asignatura Diseño de elementos de máquinas I. Adicionalmente, se realizaron pruebas para contrastar el uso del *software* frente a la enseñanza tradicional, con el fin de determinar la influencia de esta herramienta en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Para alcanzar este objetivo se analizaron los resultados a través de la prueba estadística t de Student, los cuales permitieron concluir que no existen diferencias significativas entre el conocimiento alcanzado por los discentes cuando se utiliza una metodología tradicional de enseñanza, o el *software* de autocapacitación. Debido a lo anterior el *software* desarrollado constituye un instrumento para motivar y conducir a los estudiantes a adquirir conocimientos de manera fácil y rápida, además de fomentar el autoaprendizaje como herramienta esencial en el desarrollo profesional de los ingenieros.

Palabras claves: análisis de falla, aprendizaje, *software*, TIC.

Abstract

This article presents the issues associated with the development and implementation of software for self-empowerment of mechanical engineering students at the University, on the subject of failure analysis of mechanical elements. The methodology involves information gathering, design and development of educational software, its implementation in the platform of the university and its application in the course of design of machine elements I. Further tests were performed to compare the use of the software against traditional teaching, in order to determine the influence of this tool in the learning process of students, to achieve this objective, the results were analyzed by the statistical test Student t test, which led to the conclusion that there are no significant differences between the knowledge gained by learners

when using a traditional teaching methodology, or self-training software. Because of this the software is developed as a tool to motivate and lead students to acquire knowledge quickly and easily, as well as promoting self-learning as an essential tool in the professional development of engineers.

Keywords: failure analysis, learning, *software*, IT.

Introducción

Los avances tecnológicos de la información y la comunicación han propiciado cambios que han dado origen a una nueva era, la cual suele llamarse sociedad de la información. Según Duderstand (1997) se pueden destacar cuatro temas importantes que convergen en este momento: la importancia del conocimiento como factor clave para determinar seguridad, prosperidad y calidad de vida; la naturaleza global de nuestra sociedad; la facilidad con la que la tecnología posibilita el rápido intercambio de información, y el grado con el que la colaboración informal entre individuos e instituciones está reemplazando a estructuras sociales más formales, como corporaciones y universidades. Todo ello afecta directamente la función que las universidades cumplen en la sociedad.

Las modalidades de formación apoyadas en las TIC llevan a nuevas concepciones del proceso de enseñanza-aprendizaje que acentúan la implicación activa del alumno en éste; la atención a las destrezas emocionales e intelectuales en distintos niveles; la preparación de los jóvenes para asumir responsabilidades en un mundo en rápido y constante cambio; la flexibilidad de los alumnos para entrar en un mundo laboral que demanda formación a lo largo de toda la vida, y las competencias necesarias para este proceso de aprendizaje continuo (Salinas, 1997; Urosa, 2004; Villa, 2004).

Debido a lo anterior, la transmisión verbal de contenidos por parte del profesor no puede ser el método exclusivo de enseñanza. La posibilidad de disponer de una gran cantidad de información elimina las limitaciones espacio-temporales; por consiguiente, se debe seleccionar o diseñar las actividades adecuadas que faciliten la adquisición del conocimiento por parte del alumno y posibiliten la práctica y desarrollo de las competencias profesionales específicas de un programa. Además del aula tradicional, tendrán importancia otros espacios como bibliotecas, salas de estudio, seminarios, aulas de informática y multimedia, laboratorios, etc. (García, 2008).

La utilización de herramientas como *software* especializado en diversos campos de la investigación dentro de las organizaciones ha marcado una tendencia cada vez mayor a realizar cambios e innovaciones en sus procesos, con el objetivo de optimizar su ejecución y alcanzar de una manera más ágil y eficiente las metas propuestas. Para el caso de organizaciones educativas, esta tendencia ha influido notablemente en la manera de llevar a cabo tareas relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de múltiples áreas del conocimiento, se han introducido cambios en las costumbres de estudiantes y profesores, y se han ampliado los medios de acceso y manejo de la información (Díez & Castañeda, 2001).

Para Mason (1998), no se inventan nuevas metodologías sino que las TIC en educación abren nuevas perspectivas con respecto a una enseñanza mejor, apoyada en entornos en línea cuyas estrategias son prácticas habituales en la enseñanza presencial, pero que ahora son simplemente adaptadas y redescubiertas en su formato virtual. En definitiva, diseñar un entorno de formación supone participar de un conjunto de decisiones a modo de juego de equilibrio entre el modelo pedagógico, los usuarios -según el papel de profesores y alumnos- y las posibilidades de la tecnología desde la perspectiva de la formación flexible (Salinas, 1999; Moran & Myringer, 1999).

La tarea del profesor en la nueva cultura del aprendizaje consiste en facilitar y supervisar las experiencias en este campo (Tejedor, 2003; Salinas, 2004). El profesor deberá diseñar actividades y recursos educativos, diagnosticar los problemas de sus alumnos para poder orientarlos, guiarlos y apoyarlos tanto en forma individual como grupal, motivar y alentar su implicación, etc. En definitiva, acompañarlos en sus tareas académicas para que puedan conseguir el éxito.

La concepción de tecnología informática como instrumento facilitador de la enseñanza es ampliamente aplicada en instituciones educativas en las que se ha evidenciado la necesidad de nuevos mecanismos

que permitan el estudio de temáticas en las cuales el tratamiento de la información expuesta en clases teóricas tradicionales requiere complementarse con un enfoque más didáctico y mejores recursos educativos, con el fin de alcanzar un potencial pedagógico cada vez más amplio y lograr una mejor cobertura, presentación y manejo de la información.

Aunque en Colombia se popularizó hace algunos años el uso de la red en la educación, todavía existen muchos mitos alrededor de la educación virtual. Algunos piensan que se trata de trasladar la actividad presencial al plano virtual; otros, que supone una nueva modalidad de educación a distancia.

Un ejemplo de estas modificaciones o adaptaciones en procesos pedagógicos es el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena), entidad del Estado creada para capacitar de manera gratuita a la población colombiana. Ha ofrecido durante 53 años capacitación técnica y luego tecnológica, en diversas modalidades, hasta alcanzar un nivel muy importante en el país. Con el propósito de mejorar la prestación de sus servicios, ha incluido en su oferta la educación virtual. Lo más importante es que ha ampliado su rango de formación, ya que los cursos ofrecidos por este medio son de interés para personas con niveles de educación superiores al tecnológico.

El Sena Virtual es una iniciativa que surgió para que los colombianos, residentes en el país y en el exterior, pudieran acceder a formación para el trabajo a través de ambientes virtuales de aprendizaje, eliminando los costos de tiempo, desplazamiento y rigidez de horarios que influyen en la calidad de la formación recibida por el aprendiz. Para esto, se unen los recursos de los empresarios y algunos otros que por disposiciones de ley se destinan al funcionamiento de la entidad. Este modelo académico ha logrado que muchos nacionales, además de la formación presencial que siempre ha brindado la institución, puedan contar con cerca de 400 cursos virtuales en diversas áreas del conocimiento.

Este tipo de propuesta pedagógica permite que los estudiantes también cuenten con la guía y el acompañamiento permanente de tutores virtuales para su proceso de formación. Ubicados en todo el territorio nacional, a través de chats, foros y otras herramientas informáticas y pedagógicas, siguen de

cerca el proceso de autoformación de los alumnos y mantienen comunicación permanente con ellos. Los tutores son los encargados de evaluar y calificar el aprendizaje del alumno y decidir si éste es certificado o no.

Actualmente, en varios escenarios académicos se hace necesaria una reformulación del verdadero sentido y significado de la educación virtual. Resulta curioso que se siga dotando de aparataje tecnológico a las instituciones de educación sin evidenciar una efectiva formación a partir de la utilización del mismo. Hay que dejar claro, tanto en profesores como en alumnos, que no se trata de trasladar el proceso formativo presencial y a distancia al plano de lo virtual sino que supone una nueva forma de estudiar en el que el epicentro deja de ser el maestro y pasa a ser el estudiante.

Los materiales multimedia educativos, como los didácticos en general, pueden realizar múltiples funciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las principales funciones de los recursos educativos multimedia son las siguientes: informativa, instructiva o entrenadora, motivadora, evaluadora, entorno para la exploración y la experimentación, expresivo-comunicativa, metalingüística, lúdica, proveedora de recursos para procesar datos, innovadora, de apoyo a la orientación escolar y profesional.

Por otra parte, en un programa de ingeniería existen asignaturas que manejan conceptos y saberes con un alto grado de complejidad, que requieren del estudiante un nivel de entendimiento acorde. Uno de estos casos es la enseñanza de las proposiciones y criterios en el análisis de fallas en materiales cuando se realiza un proceso de diseño de elementos de máquinas.

El interés de los autores es participar en el proceso de mejoramiento académico en la Facultad de Ingeniería Mecánica, aportando un objeto de aprendizaje de carácter multimedia que complemente los conocimientos adquiridos en cursos como Ciencia de los materiales y Procesos de fabricación. Por tal razón se diseñó el aplicativo didáctico apoyado en el uso de un PC, que brinda herramientas didácticas para desarrollar habilidades básicas en el tema de análisis de fallas. Este *software* es una herramienta valiosa porque permite motivar al estudiante a auto-capacitarse en temas relacionados con la profesión.

Metodología

En la creación de materiales educativos multimedia, como los demos que forman parte de este software educativo, se hace necesario el planteamiento de una serie de interrogantes respecto de contenido, finalidad educativa, recursos y medios involucrados, con el fin de planificar los cursos de acción por seguir y alcanzar los objetivos propuestos. Un primer planteamiento corresponde a qué se va a presentar. Se debe determinar con claridad el contenido por estudiar mediante un proceso de búsqueda y recolección de información, considerando conocimientos previos de los estudiantes en cuanto a la temática. Se debe establecer también la profundidad con que se va a tratar el tema y las principales fuentes de información.

El segundo interrogante tiene que ver con las personas hacia quienes va dirigida la información por tratar con el material educativo. Es fundamental conocer las principales características del grupo estudiantil y tener conocimiento sobre el tipo de educación involucrada (presencial, semipresencial o a distancia).

Otro aspecto para tener en cuenta es el para qué se está elaborando el material, así como determinar las metas y los alcances correspondientes. Los objetivos son los delimitantes del producto final y los que le dan al material el carácter didáctico, la manera en que va a ser utilizado en la educación como medio facilitador del aprendizaje y de la enseñanza. Para alcanzar estos objetivos se cumplieron las siguientes etapas:

- En la primera etapa del desarrollo del proyecto se llevó a cabo un análisis de parámetros tales como la población objetivo a la cual iba dirigido el *software*, las necesidades educativas por satisfacer y las debilidades o fortalezas en el contexto del análisis de fallas de los usuarios del *software*.
- En la segunda etapa se puntualizó el diseño general del *software*, para lo cual se analizaron las siguientes características:
 - Diseño educativo. Una vez definida la población objetivo y el propósito del *software* se concretaron los contenidos a tratar, el ambiente y la evaluación.
 - Diseño de contenido. Se determinaron los conceptos y contenidos, los gráficos, el vocabulario

y las evaluaciones para el desarrollo y validación de contenidos.

- Definición del ambiente. Se especificó la forma en que se presentarán los contenidos, ejercicios y problemas para favorecer la interactividad y la participación activa del usuario.
- Diseño de la interfaz. Se definió la comunicación entre el usuario y el programa y se seleccionaron los componentes de entrada y salida de datos.
- En la tercera etapa se evalúa la funcionalidad del *software* por medio de pruebas piloto, con el fin de determinar la calidad y el alcance de los objetivos.
- Por último, para contrastar el uso del *software* frente a la enseñanza formal, se implementó en un grupo de 14 estudiantes y al mismo tiempo se capacitó a través de la enseñanza formal a un número igual de discentes. Los dos grupos se caracterizan por pertenecer al programa académico de Ingeniería Mecánica. Como consecuencia, se hizo un juicio valorativo de los resultados de la enseñanza formal y del uso del *software* mediante el *test t* de *Student*.

Resultados

Un primer diseño, a escala global, fue hecho a partir de la concepción inicial del *software* y de los requerimientos detectados en la etapa de análisis. De esta forma se determinó que el *software* educativo constaría de dos componentes: módulos de contenidos teóricos y evaluación. En esta etapa se recopiló la bibliografía referente al tema análisis de falla y desarrollo de *software* educativo, en aspectos relacionados con ingeniería del *software* para la educación, metodologías de desarrollo, estrategias de aprendizaje, diseño de materiales multimedia y diseño de ambientes educativos en la web.

Se delimitó el grupo de personas hacia quien estaría dirigido el desarrollo del *software* educativo, en este caso, estudiantes de ciclo básico de Ingeniería Mecánica, con el fin adaptar de una mejor manera las características de la herramienta a las necesidades de los usuarios. Teniendo en cuenta aspectos generales de los equipos en que los estudiantes trabajarían con la herramienta (computadores de la universidad), se pensó en desarrollar el *software* de tal forma que no demandara gran cantidad de recursos tecnológicos.

Las características básicas de la aplicación desarrollada se relacionan en la tabla 1.

Tabla 1. Características del *software*

Tipo de aplicación	Aplicación Multimedia
Herramientas	Visual Basic 6.0
Utilidad	Autocapacitación en análisis de falla
Usuarios	Estudiantes de Ingeniería Mecánica

La herramienta que se utilizó para desarrollar la aplicación fue Visual Basic versión 6, debido

al tipo de programación estructurada que utiliza y por ser una licencia GNU (General Public License).

Los temas tratados en el aplicativo fueron: metalurgia, desgaste, fracturas y análisis de falla aplicada a elementos de máquinas; el mapa de contenidos relacionado en la figura 1 especifica los subtemas abordados en cada uno de ellos.

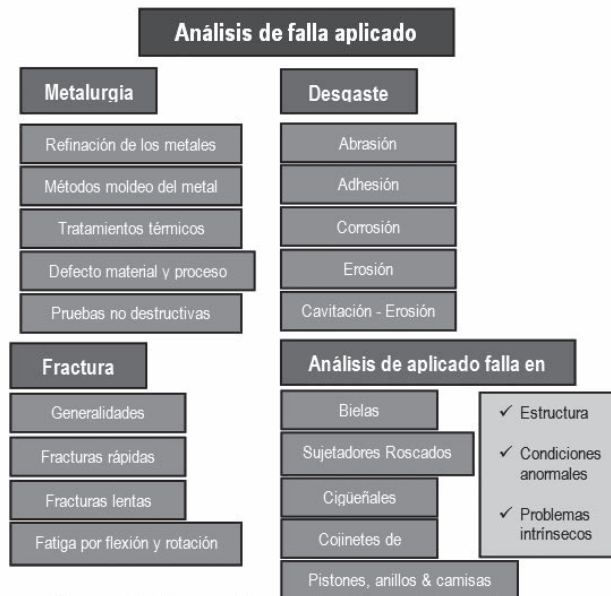


Figura 1. Mapa de contenidos del aplicativo

El mapa de navegación proporciona una representación esquemática de la estructura del material multimedia desarrollado, indicando los principales conceptos incluidos en el espacio de la información y las interrelaciones que existen entre ellos; además de los botones que permiten la navegación. En la figura 2 se observa el mapa de navegación del aplicativo de análisis de falla desarrollado.

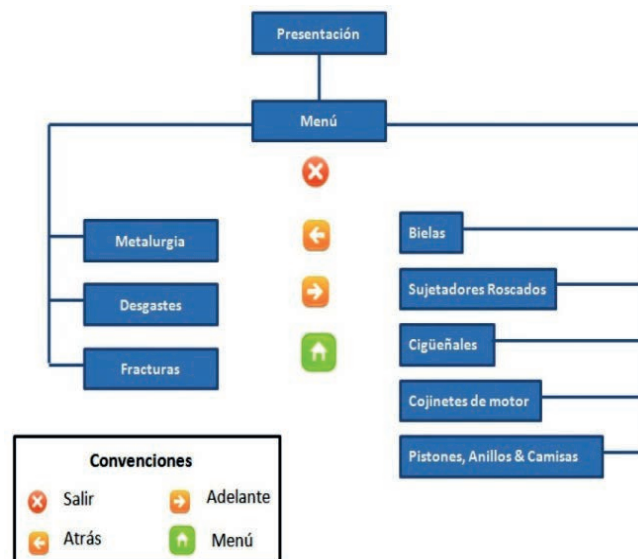


Figura 2. Mapa de navegación del aplicativo

La vista final de la pantalla de presentación y del menú del *software* se representan en las figuras 3 y 4, respectivamente.



Figura 3. Presentación del aplicativo



Figura 4. Menú del aplicativo desarrollado

La figura 5 muestra la vista final de la pantalla de los contenidos temáticos del *software*. Para los contenidos temáticos se utilizó el mismo diseño y

guion de interfaz. Teniendo en cuenta lo anterior y que el *software* se compone de 245 pantallas, se muestra únicamente el módulo de metalurgia.

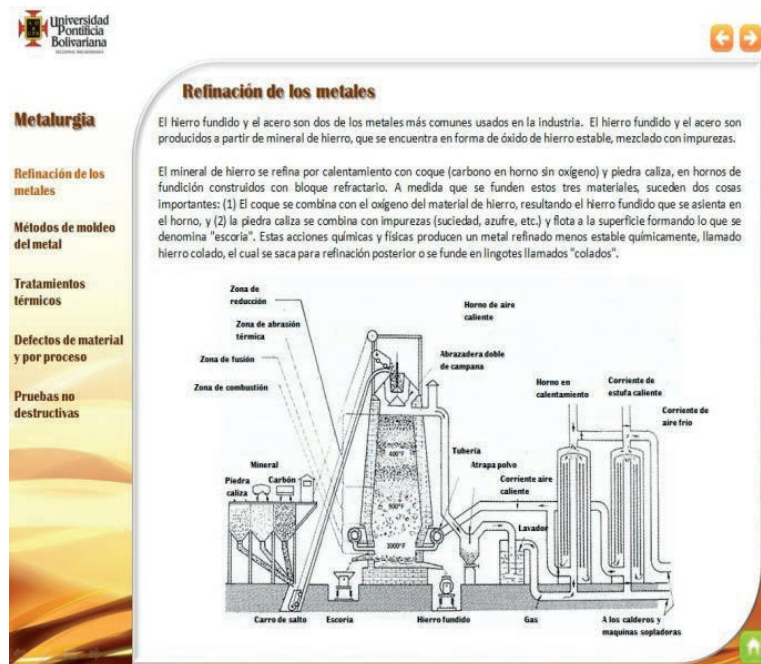


Figura 5. Ejemplo pantalla de contenido temático

El proceso de evaluación se realizó a través de tres exámenes, para los cuales se utilizó el mismo diseño y guion de interfaz. Todas las preguntas utilizaron el modelo de selección múltiple y el mismo *software*

califica las evaluaciones y entrega el resultado. La figura 6 muestra la vista final de la pantalla de preguntas del examen número 3.

Análisis de Falla Aplicado

Examen # 3



Indicaciones: seleccione la respuesta correcta.

Cuáles son los tres tipos de fracturas?

☐ Sobrecarga

☐ Ciclo alto

☐ Quebradizo

☐ Impacto

☐ Dúctil

☐ Fatiga

☐ Cargas cíclicas

☐ Ciclo bajo

¿Cuáles son los tres tipos de carga que pueden causar una fractura?

☐ Sobrecarga

☐ Ciclo alto

☐ Quebradizo

☐ Impacto

☐ Dúctil

☐ Fatiga

☐ Cargas cíclicas

☐ Ciclo bajo

Un componente que falló y que presenta muchas marcas de playa y una apariencia lisa. Probablemente presentó una fatiga de:

☐ Sobrecarga

☐ Ciclo alto

☐ Quebradizo

☐ Impacto

☐ Dúctil

☐ Fatiga

☐ Cargas cíclicas

☐ Ciclo bajo

Un componente falló y presenta pocas marcas de playa y una apariencia rugosa. Probablemente presentó una fatiga de:

☐ Sobrecarga

☐ Ciclo alto

☐ Quebradizo

☐ Impacto

☐ Dúctil

☐ Fatiga

☐ Cargas cíclicas

☐ Ciclo bajo

Hoja 1/3


Figura 6. Muestra en pantalla de preguntas del examen

Los resultados de las pruebas realizadas a los estudiantes para contrastar el uso del *software* frente a la enseñanza formal, y de esta forma hacer un juicio valorativo de los resultados, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados exámenes de la población

Autocapacitación					Método tradicional				
Estudiante	Examen 1	Examen 2	Examen 3	Promedio	Estudiante	Examen 1	Examen 2	Examen 3	Promedio
1	4,6	4,7	4,4	4,6	15	3,8	4,1	4,0	4,0
2	4,9	4,9	5,0	4,9	16	4,9	5,0	4,9	4,9
3	4,7	4,8	4,6	4,7	17	4,5	4,0	4,3	4,3
4	4,6	4,8	4,4	4,6	18	4,7	4,2	4,4	4,4
5	4,9	4,7	4,1	4,6	19	4,2	4,5	4,0	4,2
6	5,0	4,7	4,9	4,9	20	4,8	4,9	4,9	4,9
7	4,5	4,8	3,5	4,3	21	3,7	3,5	2,0	3,1
8	4,9	4,8	4,9	4,9	22	4,9	4,9	4,9	4,9
9	5,0	4,8	4,9	4,9	23	4,7	5,0	4,9	4,9
10	4,7	4,2	4,5	4,5	24	4,0	4,9	4,7	4,5
11	4,8	4,8	4,9	4,8	25	4,9	4,9	5,0	4,9
12	4,8	4,6	4,9	4,8	26	4,9	4,8	4,7	4,8
13	4,8	4,8	4,9	4,8	27	4,9	5,0	4,8	4,9
14	4,6	4,6	4,9	4,7	28	4,1	4,4	4,5	4,3

Para el análisis se tuvieron en cuenta dos poblaciones de estudiantes; a una se le capacitó en el tema de análisis de fallas en la forma tradicional tipo cátedra y a la otra en este mismo tema mediante el uso del aplicativo multimedia desarrollado. Al final del proceso se aplicaron los mismos exámenes para las dos poblaciones y mediante una prueba *t* de Student se analizaron los resultados obtenidos.

La hipótesis alterna (H_a) planteada en el análisis estadístico fue: existen diferencias significativas entre la enseñanza formal y la autocapacitación por medio de un *software* educativo en análisis de fallas. La hipótesis nula (H_0) planteada fue: no existen diferencias significativas entre la enseñanza formal y la autocapacitación por medio de un *software* educativo en análisis de fallas; y la zona de rechazo utilizada fue: para todo valor de probabilidad mayor que 0,05, se acepta H_0 y se rechaza H_a .

Para hacer el análisis estadístico se utilizó la herramienta informática SPSS *Statistics* versión 19,0 de IBM. La prueba *t* de Student se accede en SPSS a través del menú de “Comparación de medias”, para este caso se seleccionó en el submenú “*T-test para muestras independientes*”. Este análisis arroja las tablas 3 y 4.

varianzas sean iguales; porcentaje superior al 5% acordado en las ciencias sociales. Por lo tanto, para continuar la lectura de la tabla deben observarse los valores de la primera línea correspondientes a “Se han asumido variancias iguales”. El siguiente valor es el de $t = 1,3$, que puede considerarse análogo al valor de una distribución normal. La distribución t es un poco distinta a la normal, ya que es una distribución estimada a partir de datos muestrales. Por esto se construye a partir de dos parámetros: media y desviación estándar; la distribución t requiere conocer, además, los “grados de libertad”, que se calculan restando al número total de sujetos el número de grupos. En el caso particular que expone este artículo son 28 sujetos (estudiantes) distribuidos en dos grupos, lo que representa 2 grados de libertad.

El programa SPSS permite identificar si las diferencias son o no significativas directamente, porque entrega el valor de la probabilidad “Sig. (Bilateral)” para el valor t obtenido. El valor de este parámetro fue de 0,0202, que es mayor que 0,05, lo que significa que existen probabilidades de que las muestras vengan de una misma población. Los resultados del estudio permiten rechazar la hipótesis alterna y aceptar la hipótesis nula, es decir “No existen diferencias significativas entre la enseñanza formal y la autocapacitación por medio de un *software* educativo en análisis de fallas”.

Análisis de resultados

Los autores estiman que los resultados de este proyecto cumplen ampliamente con varios de los objetivos considerados previamente al desarrollo del mismo. Primero, se generó un ambiente propicio para que otros docentes promuevan en sus cursos el uso de entornos multimedia o aplicativos en *software* debido al proceder de los estudiantes con quienes se hizo pruebas. Ellos, mediante sus comentarios formales e informales, transmiten a estudiantes de otros niveles lo positivo de este tipo de actividades y éstos a su vez exponen a los profesores de turno su interés por este tipo de proyectos en clase. Segundo, la temática de este aplicativo fue abordada desde una perspectiva propia de los estudiantes, quienes participaron en el aula con aportes de carácter didáctico, expresando la forma como deberían mostrarse los conceptos. Es decir, que fueran agradables a la vista y amigables con el usuario, y que su grado de complejidad fuese aumentando desde lo menor a lo mayor. Tercero,

aunque los resultados medibles del proyecto muestran una similitud en el proceso tradicional y el método de autoaprendizaje para esta temática, se pudo evidenciar de una manera no cuantitativa el ánimo y la disposición de los estudiantes para abordar el estudio independiente porque les permitió reasignar su tiempo entre el estudio y otras actividades en el aula sin la rigidez impuesta por la presencia del docente en la misma. Cuarto, se pudo desarrollar un aplicativo de carácter permanente y con posibilidades de ampliación o mejora en cuanto a los ejes temáticos del diseño en ingeniería.

Otro de los aportes de este proyecto fue una rápida comprobación de lo expresado por Area (2008), citado por Torres (2010), quien expresa que “Investigaciones llevadas a cabo sobre el impacto de los medios y la tecnología en la enseñanza, han concluido que el modelo pedagógico tiene mayor incidencia que la tecnología usada”. Esto se demostró en lo básico y mínimo de requerimientos en las herramientas tecnológicas utilizadas, en las que lo importante estaba en la presentación misma y en la discusión de los conceptos desarrollados en forma didáctica, que fueron una contribución del binomio docente-alumno.

Otra interpretación que se puede hacer de lo obtenido en esta propuesta didáctica es la motivación lograda en la mayoría de los estudiantes que participaron, por cuanto expresaron que hacer este tipo de combinaciones en las estrategias metodológicas y pedagógicas cambia la percepción de complejidad de la temática expuesta, la cual normalmente es considerada una obstáculo en la asignatura de diseño, señalado por ellos mismos, sobre todo después de presentar las evaluaciones correspondientes al tópico en la metodología tradicional. Los estudiantes plantean que proponer otras formas de explicar contenidos les permite imponer su propio ritmo comprensivo del tema. Esta observación está acorde con lo expresado por Warkins y Hattie (1985), citado por Cruz (2009): “El estudiante se aproxima al estudio por varias razones y que estas razones influyen en la manera en que aprende, son las motivaciones, las perspectivas, y la significancia entre otras razones”.

Algunos estudios (Balanskat, Blamire y Kefala, 2006; Becta, 2007; Candie y Munro, 2007), citados por Area (2008), concluyeron que a pesar del incremento de la disponibilidad de los recursos tecnológicos en las escuelas, la práctica docente en el aula no ha variado

mucho en el modelo tradicional, usando las TIC para apoyar más bien las pedagogías existentes, sobre todo las prácticas expositivas o de transmisión de información, lo cual no constituye una innovación al modelo de enseñanza. Esto se hace observable en la medida en que el docente debe incentivar al estudiante a obtener resultados positivos con el modelo de aprendizaje autónomo, dado que, debido principalmente a nuestro sistema educativo rígido y presencial, se acostumbra a esperar el conocimiento entregado por el docente sin pretender ir más allá de lo expuesto en clase. Vencer esta inercia es parte de los retos que un docente afronta en la educación superior.

La pretensión de los autores es hacer comprender al estudiante que la mayoría de los docentes están dispuestos a facilitar el proceso de aprendizaje, sea cual sea el método de estudio utilizado por el estudiante, por cuanto se puede estar de acuerdo con lo expresado por Codina (2009), citado por Espinosa (2010): “Es importante desarrollar y compartir libremente el conocimiento, el cual es modular y parte de la base de que son las personas las que crean y utilizan el conocimiento, pero el conocimiento es más que datos en abundancia, lo que se asemeja a la sensación que se genera cuando alguien entra a una biblioteca, si no sabe lo que busca o cómo buscar, la proximidad y facilidad con que pueda acceder a una multiplicidad de textos no se traducirá en un mayor conocimiento”. La importancia del docente en el aprendizaje autónomo es orientar en esta gran biblioteca de información.

Conclusiones

El aplicativo desarrollado para abordar el tema de análisis de falla permite complementar los conocimientos adquiridos en los cursos del área de diseño y manufactura del programa académico de Ingeniería Mecánica. Adicionalmente, ayuda a que el estudiante de pregrado tenga una visión más

clara de la aplicación de los conocimientos de la ingeniería en la industria.

El *software* para autocapacitación en análisis de fallas constituye un instrumento para motivar y conducir a los estudiantes a adquirir conocimientos de manera fácil y rápida, acentuando el papel activo del alumno en el proceso de aprendizaje y fomentando las competencias necesarias para que los egresados puedan entrar en un mundo laboral que demanda autoformación a lo largo de toda la vida.

El desarrollo de material multimedia permite el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de temas del área de la ingeniería y crea un ambiente de trabajo agradable, impactante, motivado, no solamente para los estudiantes sino para los docentes de la universidad.

El análisis *t* de *Student* permitió establecer que no hay diferencias significativas entre la enseñanza formal y la autocapacitación a través del aplicativo desarrollado, en el tema de análisis de fallas de elementos mecánicos.

Existe en el mercado una gran cantidad de *software* que permiten el desarrollo de aplicativos multimedia, que generalmente son de bajo costo, y en algunos casos llegan a ser de uso libre, requieren baja capacidad de *hardware* para su funcionamiento y en general son sencillos de utilizar, lo que facilita significativamente la implementación de este tipo de herramientas didácticas en los procesos de formación de los estudiantes de cualquier institución educativa.

Agradecimientos

Los autores del proyecto expresan sus más sinceros agradecimientos al ingeniero José Daniel Polo Figueroa, quien durante la realización de su trabajo de grado hizo aportes significativos al desarrollo del *software* de autocapacitación.

Referencias

Área, M. (2008). Buenas prácticas en el uso de las TIC en el aula. Recuperado el 8 de febrero de 2013 de <http://ordenadoresenlaaula.blogspot.com/2008/01/buenas-practicas-en-eluso-de-las-tic.html>.

Cruz, J. E. (2009). Enfoques hacia el aprendizaje, motivos y estrategias de estudiantes de las carreras de enfermería, ingeniería y organización deportiva. *Revista de pedagogía*. 30(87) 309-331.

- Díez, E. J. & Castañeda, J. M. (2001). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Oviedo, España: Padre Isla.
- Duderstand, J. (1997). The future of the university in an age of knowledge. *Journal of Asynchronous Learning Networks*. Recuperado el 14 de noviembre de 2012 de <http://www.aln.org/alnweb/journal/issue2/dudesdtdand.htm>.
- Espinosa, R. S. (2010). Recursos educativos abiertos: una iniciativa con barreras aún por superar. *Revista de innovación educativa*. 2 (2) 86-97.
- García, A. (2008). La tutoría en la enseñanza universitaria y la contribución de las TIC para su mejora. *Revista electrónica de investigación y evaluación educativa Relieve*. 14(2), 1-14.
- Mason, R. (1998). *Models of online courses*. Recuperado el 8 de septiembre de 2012, de http://aln.org/alnweb/magazine/vol2_issue2/masonfinal.htm.
- Moran, L., & Myringer, B. (1999). Flexible learning and university change. En K. Harry (ed.). *Higher Education Through Open and Distance Learning*. 57-72.
- Salinas, J. (1997). Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información. *Revista Pensamiento Educativo*. 20, 81-104.
- Salinas, J. (1999). El rol del profesorado universitario ante los cambios de la era digital. Recuperado el 5 de junio de 2013 de <http://www.uib.es/depart/gte/rol.html>.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 1 (1), 1-15.
- Tejedor, F. J. (2003). Un modelo de evaluación del profesorado universitario. *Revista de Investigación Educativa*. 21 (1), 157-182.
- Urosa, B. (2004). Orientaciones para la selección y evaluación de actividades de aprendizaje dirigidas al desarrollo de competencias profesionales en el espacio europeo de educación superior. En Torre, J.C y Gil, E. *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje* (191-218). Universidad Pontificia de Comillas, Madrid.
- Villa, A. (2004). Convergencia europea y actualización del profesorado. En Torre, J.C. y Gil, E. *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje* (271-320). Universidad Pontificia de Comillas, Madrid.

Publicaciones Recientes

- González C., Santos A., Pérez G., Sánchez H., Cuevas J. y Vanegas O. (2010). Obtención y caracterización mecánica del sistema FeMnAlCCu. *Revista Científica Puente volumen 4, número 2, categoría C de Colciencias* pp. 43 – 47.
- Santos A. (2010). Diseño y construcción de una prótesis mioeléctrica de miembro superior. *Revista Científica Puente volumen 4, número 1, categoría C de Colciencias* pp. 27 – 32.
- Santos A. (2010). Proceso de extracción de aceite a partir de la semilla de algodón para la obtención de biodiesel. *Revista Científica Puente volumen 4, número 1, categoría C de Colciencias* pp. 33 – 40
- Reyes, M.; Hernandez, E. (2012) Integración de tecnologías en un automatismo cartesiano con movimientos ortogonales. Una propuesta para estudio comparativo de su comportamiento cinemático. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*. Volumen 1 Numero 19 de enero de 2012
- Hernandez, E; Reyes, M. (2012) Análisis de las variables que inciden en el comportamiento de un refrigerador solar. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*. Volumen 1 Numero 19 de enero de 2012.

Autores

Alfonso Santos Jaimes

Magister en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Los Andes, Bogotá. Ingeniero Mecánica de la UIS, Bucaramanga. Docente Asociado, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, autopista Piedecuesta Km. 7 Floridablanca, Colombia. alfonso.santos@upb.edu.co.

Miguel Ángel Reyes Orozco

Candidato Magister en controles industriales UNIPAMPLONA(N.S), Especialista en Docencia Universitaria USTA. - Bucaramanga, Especialista en Ingeniería Mecatrónica UIS-Bucaramanga, Ingeniero Mecánico UIS-Bucaramanga. Docente Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, autopista Piedecuesta Km. 7 Floridablanca, Colombia. miguel.reyes@upb.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.