



# DESARROLLO DE UN APLICATIVO WEB DIDÁCTICO PARA RELACIONAR EL PROCESO CONSTRUCTIVO CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL, APLICADO A UN EDIFICIO DE CONCRETO REFORZADO

Sandra Mireya Suárez Reyes, Edgar Eduardo Muñoz Díaz

Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia

## Resumen

La enseñanza de la Ingeniería ha avanzado en los últimos años, ya que se pueden implementar fotografías y videos relacionados con los temas expuestos en cada asignatura. En el caso de la Ingeniería civil, se requiere que los estudiantes en el transcurso de su carrera, visiten obras de construcción de diferentes tipos de estructuras, para relacionar los temas vistos en clase con la realidad. Sin embargo estas visitas en ocasiones no pueden hacerse, debido a varios factores. Por este motivo se propuso desarrollar un aplicativo WEB didáctico que relacione en este caso dos asignaturas (estructuras y construcción), siendo un apoyo para la docencia presencial y el aprendizaje activo del estudiante. Una vez desarrollado dicho aplicativo, se obtuvo que los estudiantes lograran relacionar los temas vistos en clase con la realidad, lo cual se demostró a través de las encuestas y de la interacción estudiante - profesor de cada uno de los módulos presentados.

**Palabras clave:** aprendizaje activo; enseñanza activa; ingeniería civil

## Abstract

Engineering education has advanced in recent years, because that can be implemented pictures and videos related to the topics covered in each subject. In the case of civil engineering, students required in the course of his career, visit the construction of different types of structures to relate the topics covered in class with reality. But sometimes these visits cannot be made due to several factors. For this reason it is proposed to develop a web application that relates in this case two courses (structures and construction), being a support for classroom teaching and active student learning. Once developed this application, we found that students succeed in relating the topics covered in class with the reality, which is demonstrated through surveys and interaction student - teacher from each of the modules presented.

**Keywords:** active learning; active teaching; civil engineering

## 1. Introducción

En este trabajo se presenta la relación fundamental que existe entre el proceso constructivo y el diseño estructural de los principales elementos que conforman a un edificio de concreto reforzado, debido a que en los cursos de estructuras y de construcción de la carrera de ingeniería civil, se

requiere que los estudiantes tengan un contacto con la realidad con el fin de que puedan aplicar e identificar los conceptos aprendidos en clase. La forma de generar dicho contacto es mediante las visitas técnicas a obra, las cuales si bien son muy provechosas para los estudiantes, no permiten que puedan aplicar adecuadamente sus conocimientos ya que generalmente la duración de estas visitas son máximo de dos horas, lo que impide percibir el proceso constructivo de una columna, viga, muro, entre otros, presentándose un problema para los estudiantes y los profesores.

El método para desarrollar esta herramienta fue en primera instancia un estudio del estado del arte acerca de la educación virtual en ingeniería y de las teorías del aprendizaje, necesarias para conocer como el ser humano percibe, comprende y almacena la información. Seguidamente se hizo una pregunta a diferentes profesionales para que desde su experiencia ofrecieran consejos a los estudiantes, con el fin de que identificaran la importancia de conocer el proceso constructivo y el diseño estructural de un elemento determinado, para diseñar y desarrollar con éxito una estructura. Asimismo se hicieron visitas obras para hacer el seguimiento constructivo de un edificio de concreto reforzado y se investigo acerca del diseño estructural de esta estructura. Con toda esta información se hizo un módulo por elemento, que incluye un video de definición y clasificación y un segundo video con la concepción del proceso constructivo y del diseño estructural.

## 2. Metodología

Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica acerca de la educación virtual, didáctica y de las teorías del aprendizaje, en la que se seleccionaron fuentes de información tales como, libros, páginas web, bases de datos como Science Direct, entre otros. Posteriormente se inició con el desarrollo del aplicativo, mediante las siguientes fases.

### 2.1. Estado del Arte: docencia y didáctica

Basados en el estudio e investigación de los documentos revisados y analizados, se tuvieron en cuenta diferentes aspectos para el diseño del aplicativo con el fin de que este fuese usado en diferentes asignaturas de la carrera de Ingeniería Civil.

En este caso se revisaron las siguientes teorías del aprendizaje: La teoría de Ausubel (López y Cubillos, 2008), la teoría de Bandura (López y Cubillos, 2008), la teoría de Bruner (López y Cubillos, 2008), la teoría de Gagné (López y Cubillos, 2008), teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia, y aprendizaje (Andrade, L., 2012) y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia Principios de Mayer, ("Formación PDI – Aprendizaje Multimedia", 2013).

### 2.2. Consejos de profesionales

Para el desarrollo del aplicativo se hizo una pregunta específica a varios ingenieros y arquitectos, con el fin de que desde su experiencia profesional dieran consejos a los estudiantes y que reiteraran la relación que existe entre los procesos constructivos y su el diseño estructural de los principales elementos que componen a un edificio de concreto reforzado.

### 2.3. Consulta a expertos

Al momento de realizar cada uno de los módulos fue necesario acudir a diferentes profesionales expertos en educación, diseño estructural y procesos constructivos. Algunos de estos fueron: Ing. Camilo Acuña (proceso constructivo pilotes), Ing. Giovanni Torres (proceso constructivo sótanos), Ing. Jorge Alberto Rodríguez (geotecnia), Ing. Yezid Alvarado (imágenes procesos constructivos y observaciones), Ing. Federico Núñez (observaciones), Ing. Jesús Daniel Villalba (observaciones), Ing. Zulma Pardo (educación multimedia), Sra. Myriam Lucía Rojas (educación y aprendizaje virtual), Ing. Edgar Muñoz (Análisis y Diseño estructural) y el Arq. Andrés Rubio (procesos constructivos).

### 2.4. Aspectos básicos: diseño de la herramienta

En cuanto al diseño y desarrollo WEB del aplicativo, se tomó un curso y se contó con la asesoría de un profesional. La página WEB se creó y se diseñó en Joomla que es un sistema que permite crear sitios dinámicos e interactivos. Este en un programa de libre uso y puede ser utilizado en cualquier computador que tenga conexión a internet. Adicionalmente, para que los estudiantes y los profesionales pudieran ver y opinar acerca de la herramienta en cualquier momento, se compró mediante [www.colombiahosting.com.co](http://www.colombiahosting.com.co) un dominio y un rango con vigencia de un año, con lo que se hizo necesario darle un nombre a la página para poder ingresar el cual es: [www.civilesjaverianos.com](http://www.civilesjaverianos.com).

En cuanto al objetivo principal de la herramienta que es ser utilizada con fines docentes, se tuvo en cuenta los principios de Mayer ("Formación PDI – Aprendizaje Multimedia", 2013), ya que dado al tipo de aplicativo, fueron los más adecuados.

El primero es el principio multimedia, en el que se dice que los estudiantes tienen mayor capacidad de aprendizaje si en la presentación se incluyen imágenes y palabras. El segundo principio es el de contigüidad espacial, en el que debe existir cercanía entre las imágenes y las palabras, para mejorar la capacidad de aprendizaje en los estudiantes. El tercero es el principio de contigüidad temporal, en este se menciona que las imágenes y las palabras deben presentarse simultáneamente para lograr una mayor capacidad de retención de la información. El cuarto principio es el de coherencia, en el que se dice que se deben excluir de la presentación imágenes y sonidos extraños que puedan distraer al estudiante. El quinto y último principio que se aplicó fue el de modalidad, en el que la información debe ser presentada mediante imágenes y narraciones, evitando el exceso de palabras.

## 2.5. Visitas a obra y documentación

Desde el año 2012 se hicieron varias visitas a diferentes obras localizadas en Bogotá, con el fin de documentarse sobre los procesos constructivos de los elementos principales que hacen parte de un edificio de concreto reforzado, apoyados en fotografías y algunos videos. Dos de estos proyectos, son las obras que se están ejecutando en la Pontificia Universidad Javeriana, que son el Edificio Bioterio y el Edificio de Artes como se muestra en la Figura 3

Figura 1 Proyectos Pontificia Universidad Javeriana



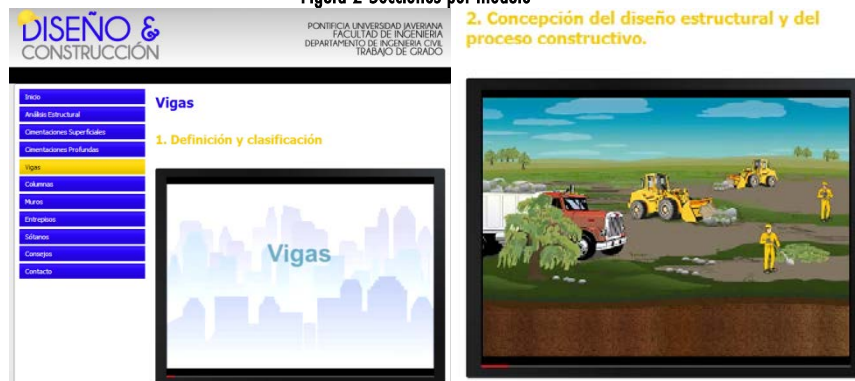
Fuente: Autor y Oficina de construcciones Pontificia Universidad Javeriana.

En cuanto a la documentación se utilizaron varios libros de análisis y diseño estructural, entre esos: Diseño de Concreto Reforzado (Mc Cormac, R. et al., 2011), Columnas de Concreto Reforzado (García, L., 1991), Estructuras de Concreto I (Segura, J., 2011), Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes (Asocreto, 2010), entre otros. Igualmente para el módulo de sótanos se adquirió el libro "Excavaciones en Condiciones Complejas" (Moya, J., et al., 2010).

## 2.6. Desarrollo del aplicativo

Después de tener toda la documentación y el material multimedia (imágenes, videos, animaciones y narraciones) de cada uno de los elementos que se incluirían dentro del aplicativo, se procedió a desarrollar cada uno de los módulos (cimentaciones, vigas, columnas, muros, entrepisos, sótanos y cubiertas), incluyendo para la gran mayoría de estos, una parte de definición y clasificación y una segunda de concepción del diseño estructural y del proceso constructivo.

Figura 2 Secciones por modulo



## 2.7. Interacción estudiante – profesor

La interacción es un tema importante al momento de realizar un aplicativo WEB, ya que va a ser una página con fines educativos debe garantizarse que el estudiante si esté aprendiendo, por lo que se planteó unas preguntas a manera de evaluación para cada uno de los módulos.

El proceso de interacción se hizo de la siguiente manera: en primera instancia el profesor presento el módulo de acuerdo al tema que se estaba presentando en clase, y les dejo como tarea volverlo a revisar en la casa, y una vez visto resolver las preguntas de la evaluación. Con estos resultados se comprobó que efectivamente la herramienta facilito el aprendizaje activo en los estudiantes.

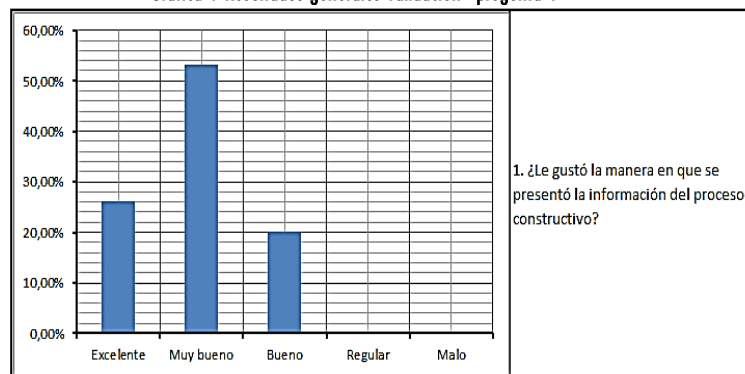
## 2.8. Proceso de validación

Con el fin de poder ajustar, complementar y corregir cada uno de los módulos del aplicativo, fue necesario hacer una encuesta acerca de sus ventajas y desventajas docentes para cada uno de los módulos, esta fue realizada por estudiantes, profesores e ingenieros consultores y de obra. Esta se hizo de igual manera que el proceso de interacción – estudiante, la diferencia es que con esta encuesta se logró validar cada uno de los módulos.

## 2.9. Análisis de resultados

Después de analizar y revisar las validaciones de cada uno de los módulos, se hizo un análisis general de la herramienta En la Gráfica 1 se muestran los resultados de la respuesta acumulada general de los estudiantes sobre cada uno de los módulos que hacen parte del aplicativo a la pregunta: “Le gustó la manera en que se presentó la información del proceso constructivo”. Se observa que el 26% de los estudiantes calificaron dicho aplicativo como excelente, el 53% muy bueno, el 20% bueno y un 1% regular. Con estos resultados se comprueba que la herramienta diseñada y desarrollada cumplió satisfactoriamente con las expectativas de los estudiantes, por lo tanto con uno de los objetivos principal de esta tesis.

Gráfica 1 Resultados generales validación - pregunta 1

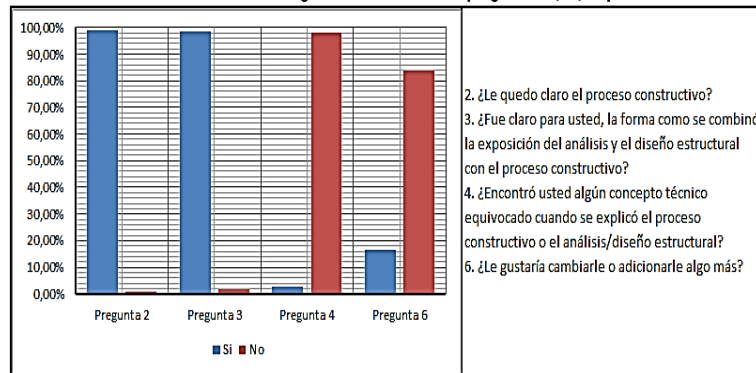


Con el fin de evaluar en qué medida el aplicativo facilitó el aprendizaje activo a los estudiantes, se presenta en la Gráfica 2 los resultados acumulados generales de los diferentes módulos a las preguntas 2, 3, 4 y 6. En resumen se obtuvieron los siguientes resultados de un total de 244 respuestas hechas por estudiantes:

- A la pregunta número dos: *¿Le quedó claro el proceso constructivo?*, el 99% estuvieron de acuerdo con la forma como se explicó el proceso constructivo.
- Con respecto a la pregunta número tres : *¿Fue claro para usted la forma como se combinó la exposición del análisis y el diseño estructural con el proceso constructivo?*, el 98% estuvieron de acuerdo y comprendieron la importancia de la relación entre el proceso constructivo y el análisis/diseño estructural
- A la pregunta número cuatro: *¿Encontró usted algún concepto técnico equivocado cuando se explicó el proceso constructivo o el análisis/diseño estructural?*, el 98% no encontró ningún concepto técnico equivocado o confuso sobre proceso constructivo y conceptos de diseño estructural.

- Finalmente, a la pregunta número 6: *¿Le gustaría cambiarle o adicionarle algo más?*, el 84% no sugirió ningún cambio a los módulos. El 16% si lo sugirió y fueron parte de los ajustes que se le hicieron al aplicativo dentro del proceso de validación y que se explicaron en el capítulo anterior. En esta parte se presentó en los estudiantes el pensamiento crítico al momento de mencionar los conceptos errados y dando sugerencias constructivas para mejorar el aplicativo.

Gráfica 2 Resultados generales validación - preguntas 2, 3, 4 y 6



El porcentaje de los aciertos y desaciertos, obtenidos por los estudiantes en todos los módulos en la parte de evaluación dentro del proceso interacción estudiante – Profesor. De un total de 2687 respuestas, el 73% fueron respuestas correctas a las preguntas técnicas realizadas a los estudiantes en cada uno de los módulos del aplicativo. Con estos resultados, se comprobó que un porcentaje importante de los estudiantes, lograron responder en forma correcta las preguntas realizadas basados en los conocimientos que adquirieron o aprendieron a través de la forma didáctica en que se diseñaron los diferentes módulos, cumpliendo de alguna manera el objetivo principal de la presente tesis.

### 3. Trabajos futuros

La creación de esta herramienta sirve como base para concebir diferentes trabajos a futuro. A continuación se presentan algunos de estos trabajos.

- Lo primero que puede hacerse es complementar la que ya existe, agregando el diseño y el proceso constructivo de otros elementos tales como, escaleras, ascensores, diferentes tipos de columnas, muros, entre otros.
- Otro trabajo puede ser complementar la herramienta con diferentes temas que pueden aplicarse a un edificio de concreto reforzado como son los diferentes tipos de acabados o el diseño y la instalación de las redes domiciliarias.
- Puede aplicarse a diferentes tipos de estructuras, tales como, el diseño y proceso constructivo de puentes, presas, vías, estructuras metálicas, entre otros.

### 4. Conclusiones

- Se desarrolló e implementó una herramienta WEB que relaciona el proceso constructivo con el diseño estructural de una estructura de concreto reforzado, con la premisa de facilitar en forma adecuada el aprendizaje activo en los cursos de estructuras y construcción en Ingeniería Civil. Logrando que los estudiantes comprendieran la importancia de tener fundamentos o conceptos básicos de ambos temas para el diseño y construcción de este tipo de estructuras.
- Se validó la herramienta WEB, basada en una evaluación de sus ventajas y desventajas realizadas por los estudiantes de ingeniería civil, profesores e ingenieros consultores y de obra. Esta validación se hizo por medio de una consulta, obteniéndose que el 26% de los encuestados calificaron la herramienta como excelente, el 53% muy bueno, el 20% bueno y 1% regular.
- Se ajustó o complementó la herramienta, a través de las sugerencias dentro del proceso de validación realizadas por parte de los profesionales y profesores, de tal manera que no presentará demasiada carga cognitiva a los estudiantes y por lo tanto

podrían comprender adecuadamente el tema presentado en cada uno de los módulos. De igual manera se ajustó teniendo en cuenta las recomendaciones que dieron los estudiantes basados en su pensamiento crítico.

- Gracias al estudio de las diferentes teorías del aprendizaje y al estado del arte acerca de educación virtual y didáctica en ingeniería civil, se logró diseñar esta herramienta para ser utilizada con fines docentes, ya que en la interacción estudiante – profesor, se demostró que gran parte de los estudiantes consiguieron aplicar adecuadamente los conocimientos aprendidos en cada uno de los módulos, obteniéndose un 73% de aciertos o respuestas correctas de un total de 2687 consultas.
- Se estableció en la presente tesis que el uso del material multimedia desarrollado (imágenes, videos, animaciones, entre otros) utilizado de manera adecuada, permitió mejorar la capacidad de aprendizaje en los estudiantes. Esto se logró con la interpretación y aplicación que se dio de las investigaciones respecto a la enseñanza y el aprendizaje a nivel nacional e internacional en el campo de la educación, ingeniería y, más específicamente en ingeniería civil, utilizando cinco de los seis principios de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia: Principios de Mayer, los cuales se ven reflejados en los videos definitivos de cada uno de los módulos.

## 5. Referencias Bibliográficas

- Andrade, L. (2011), *Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte*, Indiana University.
- “Formación PDI – Aprendizaje Multimedia” (2013) [en línea], disponible en: <https://sites.google.com/site/formacionpdi/home/aprendizaje-multimedia>, recuperado: 5 de abril de 2013.
- López, F. y Cubillos, S. (2009), *Evaluación de la calidad educativa en multimedios interactivos*, Universidad Nacional de Colombia.
- Mc Cormac, R. y Brown, R. (2011), *Diseño de concreto reforzado*, Alfaomega, Estados Unidos.
- Moya, J.; Salazar, R. et al. (2010), *Excavaciones en Condiciones Complejas*, Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Muñoz, E. (en proceso), *Diseño y construcción de edificios en concreto reforzado*, Pontificia Universidad Javeriana.
- Norma Colombiana de Construcciones Sismo Resistentes, (2010), Colombia, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Pineda, R. (2002), *Aceptación de los ambientes virtuales de aprendizaje por parte de los alumnos de ingeniería civil*, Facultad de Estudios Superiores Acatlán.
- Prada, O. (1999), *Curso práctico de construcción*, Cedit.
- Rico, A. (1999), *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas*, Limusa.
- Rugarcía, A.; Felder, R.; Woods, D. y Stice, J. (2001), *El futuro de la educación en ingeniería*, Universidad Iberoamericana Golfo Centro.
- Ruiz, D.; Magallón, A. y Muñoz, E. (2005), *Herramientas de Aprendizaje Activo en las asignaturas de Ingeniería Estructural*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Segura, J. (2011), *Estructuras de concreto I*, Universidad Nacional de Colombia.
- SENA. (1989), *Procesos Constructivos en Edificaciones*, SENA.
- Solís, R. y Arcudia, C. (2010), *Estilos de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería civil*, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán.
- Spitzer, M. (1999). *The mind within the net: models of learning, thinking, and acting*, Massachusetts Institute of technology.
- Stone, M.; Boix, V. et al. (1998), *Teaching for understanding: linking research with practice*, Jossey-bass publishers.
- Sunthonkanokpong, W. (2010), *Future Global Visions of Engineering Education. 2<sup>nd</sup> International Science, Social-Science, Engineering and Energy Conference 2010: Engineering Science and Management* p. 160 – 164.
- Tomlinson, M. (2002), *Cimentación Diseño y Construcción*, Trillas.
- Uribe, J. (2013), *Análisis de Estructuras*, Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Vallecilla, R. (2006), *Diseño de Placas Aligeradas en Concreto Reforzado*, ISBN.
- Vasco, C. (2003), *Introducción a los estándares básicos de calidad para la educación*, MEN – ASCOFAD (documento de trabajo).

- Villazón, R. (2005), *Sistema de Información para el Apoyo a la Docencia y Gerencia del Conocimiento en Proyectos de Construcción*, Tesis de Magister en Ingeniería Civil, Universidad de los Andes, Bogotá.

---

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

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)