



# UN LIBRO INTERACTIVO DE ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS

**Claudia Patricia Retamoso Llamas, Diego Martín Oviedo Salcedo**

**Universidad Pontificia Bolivariana  
Bucaramanga, Colombia**

## Resumen

En la enseñanza en ingeniería es importante la aplicación de tecnologías que motiven el rápido paso de los estudiantes de la aplicación de los modelos matemáticos resueltos a mano, a la proyección en un software interactivo en un salón de clase, para que los estudiantes comprendan estas demostraciones de manera más clara. En la asignatura Análisis de Estructuras, se ha trabajado en un proceso de modernización utilizando las tecnologías apropiadas, para hacer el afianzamiento de estas teorías en los discentes. A partir de estas experiencias en clase con los estudiantes, se está desarrollando un libro de la asignatura, en el software Wolfram Mathematica, de tal manera que los métodos necesarios para el aprendizaje, tengan en el desarrollo del libro, sus referencias y marcos conceptuales, adicional a las aplicaciones de estos modelos interactivos. El libro consta de varios capítulos, en donde se encuentra una explicación teórica de los temas y se van desarrollando las demostraciones, directamente en el software, con modelos interactivos, que el discente puede modificar, para poder comprender, de manera más didáctica, las demostraciones de los diferentes métodos empleados en esta asignatura particular de Análisis de Estructuras. Esta herramienta moderna, didáctica y apropiada para estos tiempos en los cuales, se desea de manera especial la conservación de los recursos naturales, ya que el libro no es una publicación en papel, se requiere únicamente un computador y la instalación de un software en el cual se pueda ejecutar el libro y empezar a realizar las diferentes aplicaciones que están relacionadas directamente con los temas que se abordan en el estudio del análisis estructural. Es importante la realización de libros electrónicos interactivos para la enseñanza en ingeniería, ya que los estudiantes de la generación de los nativos digitales, encuentran en estos procesos, algo moderno y llamativo, para poder interiorizar los conceptos, que muchas veces quedan ajenos y lejanos a su comprensión en los tableros de clase y los cuales no terminan interiorizando y necesarios para avanzar en la conceptualización de la modelación en la ingeniería, soportado por un bagaje teórico, propio de la ciencia ingenieril que se esté desarrollando.

**Palabras clave:** estructuras; mathematica; interactivo; libro

## Abstract

*Instruction in Engineering should involve practices that motivate students to move from the mathematical models solved by hand to software usage, which allows the use of interactive tools. Recently, in the Structural Analysis course a new set of tools is being developed to support the learning process. Based on in-class experiences, an e-book type is under creation using Wolfram Mathematica®. This resource involves, in addition to the standard conceptual framework and references, interactive models. Each chapter presents theoretical developments along with the interactive model creation. Once the model is finished, the student is able to modulate parameters and experiment with variables. This tool is modern, didactic and current. It is environmental friendly by saving paper. A user needs a computer and the proper software to start using the e-book. This development looks to be a model for other topics in engineering education that could mimic this idea. Nowadays, our students are digital natives. They may find this type of e-books ideal to support their learning progress, reducing the abstraction burden of mathematical scripting and computing coding required in engineering modeling all properly sustained with built-in mathematical concepts.*

**Keywords:** structural analysis, Wolfram Mathematica, SAP2000, Texas Calculator

## 1. Introducción

En la actualidad, son muy pocos los libros que se encuentran, para la educación universitaria, que sean interactivos y que muestren a los estudiantes de una manera didáctica, las teorías de las diferentes profesiones, de una manera más amigable.

Según (Scheuer, 2013), firmemente establece que las características interactivas y el sentido de la historia es lo que atrae a los niños de vuelta a las aplicaciones una y otra vez. Es por esto, que se considera necesario los libros de ingeniería migrarlos a estas herramientas interactivas de tal manera que los estudiantes del país, tengan acceso a conocimiento básico, deducción de fórmulas de una manera más sencilla y entendible, para los diversos modelos necesarios en las diferentes asignaturas en ingeniería.

En (Educause, 2011), organización con membresía sin ánimo de lucro, se establecen siete (7) características muy importantes acerca de la utilización de las Apps en iPad's, en donde se explica: que es?, cómo trabaja?, quien la está usando?, Porque es significativo?, Cuales son las desventajas?, Hacia dónde va? y Cuales son las implicaciones para la enseñanza y la docencia?. Allí se puede extraer respecto al uso de las aplicaciones en los iPad's con los libros con interacción del usuario, que estas aplicaciones encontradas en la web donde la educación y el entretenimiento se traslapan, puede capturar la imaginación de los estudiantes y hacer atractivo el aprender por su cuenta. Adicionalmente, el iPad combina la funcionalidad computacional robusta con una pantalla grande y suficiente para servir como un reemplazo legítimo para libros de texto impresos y otros materiales del curso, con los beneficios de la interactividad.

## 2. ¿Por qué el análisis de estructuras en un libro interactivo?

En el análisis de estructuras, todos los métodos aplicados, requieren deducciones y aplicación de conceptos matemáticos como integrales, derivas, ecuaciones diferenciales (algunas veces), relación de triángulos, etc., por lo cual realizar un libro interactivo, no es algo fuera del alcance, si se construye en un software adecuado a la medida de lo que necesita obtener. Todos los métodos del análisis de estructuras, están enfocados en su orden a obtener: Reacciones, ecuaciones de fuerza axial, fuerza cortante, momento de flexión, deflexiones y rotaciones de los diferentes puntos de la estructura, sea esta estáticamente determinada (todas las reacciones que aparecen en los apoyos de la estructura se conocen) y estáticamente indeterminadas (algunas reacciones en los apoyos de la estructura se desconocen, por cuanto las ecuaciones de equilibrio estático no son suficientes para obtenerlas).

En este proceso, todos los modelos matemáticos aplicados, en esta asignatura, dependen de muchas variables y estas mismas se pueden observar variando en un libro interactivo, en donde el discente, colocaría variación de parámetros y observaría cual es la respuesta. En la Figura 1, se observa cómo se puede aplicar este tema en un caso particular de la obtención de la deflexión de una viga.

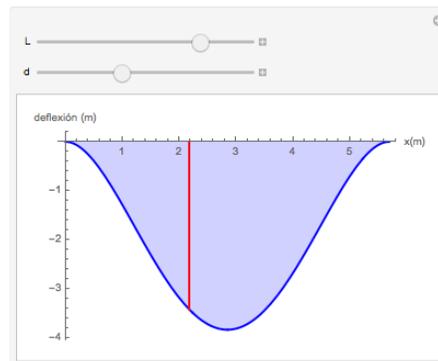


Figura 1. Deflexión en cualquier punto de la viga, bajo una carga axial.

## 3. Otra aplicación del análisis de estructuras

En las aplicaciones de esta asignatura, existe otro tema particular que son las líneas de influencia, como lo muestra (Uribe, 2000), en vigas estáticamente determinadas, donde se pueden obtener los resultados de cargas móviles en una viga estáticamente determinada. En la Figura 2, se observa esta aplicación del método de las líneas de influencia en vigas estáticamente determinadas, en donde se observa que se puede variar, la posición de la carga y la longitud del elemento y obtener a partir de ecuaciones la influencia que tiene la carga sobre cada uno de los efectos es decir, la reacción en el punto A, punto B, Cortante y Momento.

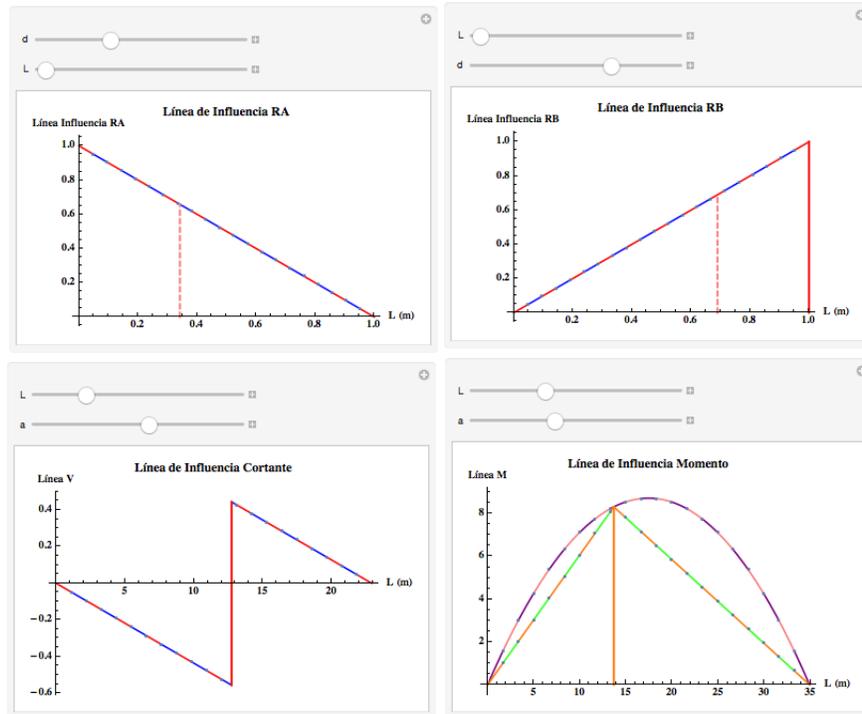
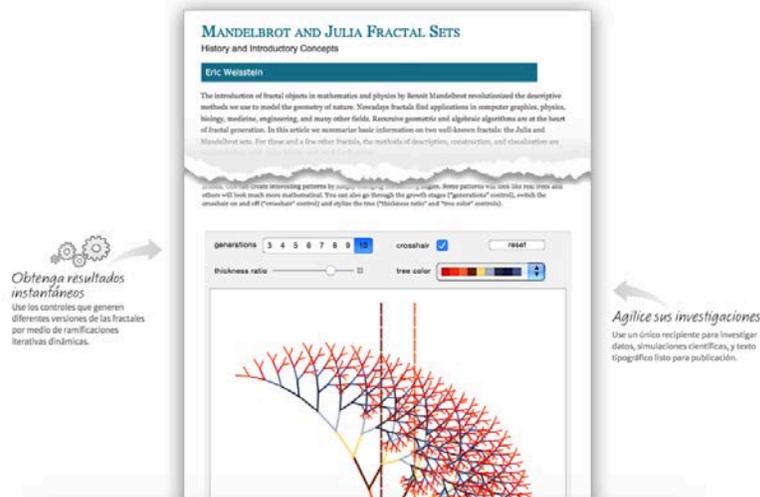


Figura 2. Aplicación del método de las líneas de influencia.

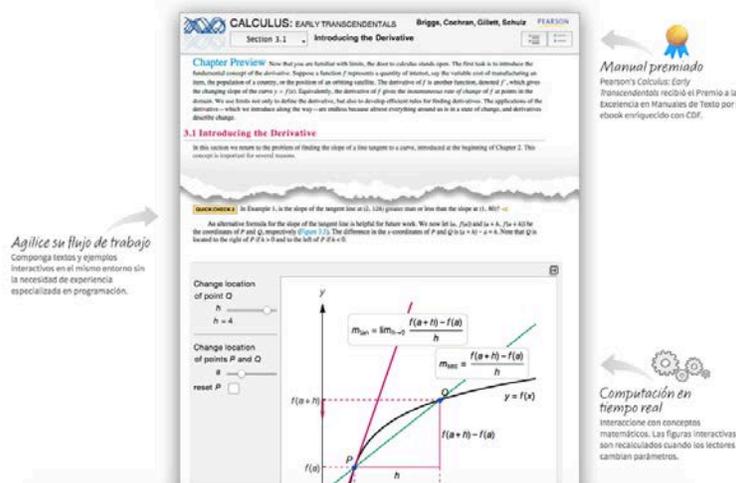
#### 4. Aplicación CDF del software Wolfram Mathematica ®

En esta aplicación, propia del software (Wolfram, 2015), se puede tener acceso al libro, sin modificar textos y con las aplicaciones interactivas, lo cual permite que los lectores tengan acceso a todas las aplicaciones realizadas por el autor, sin tener instalado el software Wolfram Mathematica ®, y con un lector del mismo que es gratuito. En la página web de la herramienta computacional está un ejemplo claro de la aplicación de estas herramientas, en un artículo de investigación, como se muestra en la Figura 3, realizado en esta potente herramienta.



Fuente: <http://www.wolfram.com/cdf/uses-examples/journal-articles.html>  
 Figura 3. Aplicación de CDF de un artículo de investigación.

En la página web de (Wolfram, 2015), también se puede observar el ejemplo claro de un capítulo de un libro premiado por la utilización de la interactividad, que es lo que se busca con la realización del texto guía de análisis de estructuras.



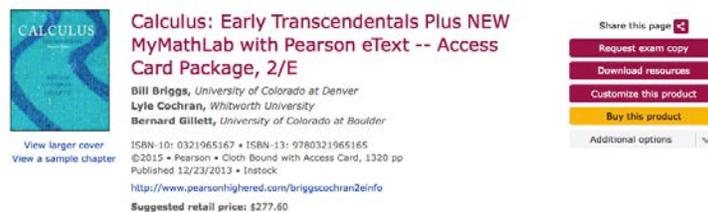
Fuente: <http://www.wolfram.com/cdf/uses-examples/textbooks.html>

Figura 4. Aplicación CDF texto de cálculo.

La aplicación que se observa en la página web de la referencia de la Figura 4, es la orientación que se desea dar a esta herramienta interactiva para los discentes, quienes son los que pueden obtener mejores resultados en sus estudios gracias a estas herramientas.

El libro mostrado en la Figura 4, fue distribuido por editorial Pearson, fue premiado por el uso del recurso CDF en el ebook, de tal manera que con estas referencias, se puede demostrar la importancia del uso de estas tecnologías en la solución interactiva del estudio de tiempo sin asesoría del docente de los estudiantes, que pueden enriquecer sus conocimientos y afianzar todas las teorías que no fueron procesadas en el corto tiempo de la clase.

En la Figura 5, se puede observar en la página de (Pearson education, 2015), el ofrecimiento al público del libro "Calculus: Early Transcedentals Plus NEW MyMathLab with Pearson eText -- Access Card Package, 2/E, el cual está realizado con esta interesante herramienta CDF, que permite interactuar con el usuario.



The screenshot shows the product page for 'Calculus: Early Transcendentals, 2/E' by Briggs, Cochran & Gillett. The page includes a navigation menu at the top with options like 'About This Product', 'Take a Closer Look', 'eLearning & Assessment', 'Resources', 'Pearson Choices', 'Series', 'Packages', and 'Custom Solutions'. A 'Print this content' link is visible in the top right.

**In this section:**

- About This Product (selected)
- Features
- New to This Edition
- Table of Contents
- About the Author(s)
- Sample Chapter (PDF)
- Previous Edition(s)

**About This Product**

**THIS PACKAGE CONTAINS**

- Calculus: Early Transcendentals, 2/E**  
Briggs, Cochran & Gillett  
ISBN-10: 0321947347 • ISBN-13: 9780321947345  
©2015 • Cloth, 1320 pp

**DESCRIPTION**

**For a three-semester or four-quarter calculus course covering single variable and multivariable calculus for mathematics, engineering, and science majors.**

This much anticipated second edition of the most successful new calculus text published in the last two decades retains the best of the first edition while introducing important advances and refinements. Authors Briggs, Cochran, and Gillett build from a foundation of meticulously crafted exercise sets, then draw students into the narrative through writing that reflects the voice of the instructor, examples that are stepped out and thoughtfully annotated, and figures that are designed to teach rather than simply supplement the narrative. The authors appeal to students' geometric intuition to introduce fundamental concepts, laying a foundation for the development that follows. The groundbreaking eBook contains over 650 Interactive Figures that can be manipulated to shed light on key concepts.

This text offers a superior teaching and learning experience. Here's how:

- A robust MyMathLab® course** contains more than 7,000 assignable exercises, an eBook with 650 Interactive Figures, and built-in tutorials so students can get help when they need it.
- Reflects how students use a textbook**—they start with the exercises and flip back for help if they need it.
- Organization and presentation of content facilitates learning** of key concepts, skills, and applications.

Fuente: <http://www.pearsonhighered.com/educator/product/9780321965165.page>  
**Figura 5. Libro virtual de cálculo desarrollado en el software Wolfram Mathematica®.**

Como se puede observar en la Figura 5, establece que el curso realizado con MyMathLab® contiene más de 7.000 ejercicios, 650 figuras interactivas y tutoriales incorporados para que los discentes tengan ayuda cuando la necesitan, en tiempo real. Refleja cómo los estudiantes utilizan un libro de texto se comienza con los ejercicios y después se voltea la página en busca de ayuda si así lo requieren. Organización y presentación de los contenidos, facilita el aprendizaje de los conceptos clave, las habilidades y las aplicaciones.

## 5. Conclusión

Se logra con la aplicación de la interactividad en los libros de ingeniería, que el estudiante se aproxime en sus horas de estudio independiente con los conceptos claves, no logrados en la clase presencial.

Se realiza una herramienta que permita tener una mayor profundidad en las diferentes teorías aplicadas en el análisis de estructuras, desde los métodos clásicos hasta los métodos modernos en el análisis estructural en la ingeniería civil.

El libro interactivo permite además, desarrollar muchísimas aplicaciones y ejemplos, que apoyan el desarrollo de los diferentes trabajos y orientan de una correcta manera, sin interpretaciones personales, lo que no se logra con los libros de texto impresos.

## 6. Agradecimientos

A la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, por apoyar todos los procesos académicos que se deriven del trabajo de docencia e investigación en las diferentes Facultades.

## 7. Referencias

- Educause Learning Initiative (2011). Seven things you should know about iPad apps for learning. <<http://www.educause.edu/resources/7ThingsYouShouldKnowAboutiPadA/223289>>. Consultada: 22-06-2015.
- Horne, L. (2012). Apps: A Practical Approach to Trade and Co-Financed Book Apps. Publishing Research Quarterly, 28 (1), 17 – 22. doi: 10.1007/s12109-012-9257-4.
- Pearson, E. (2015, Junio). Consulta del libro titulado “Calculus: Early Transcendentals Plus NEW MyMathLab with Pearson eText -- Access Card Package, 2/E. Consultado el día 26 de Junio. <<http://www.pearsonhighered.com/educator/product/9780321965165.page>>
- Scheuer, M.A. (2013). Book Apps as a New Interactive Learning Experience: Evaluating and Reviewing This New Media. CSLA Journal, 17 – 20.
- Uribe, J. (2000). Análisis de Estructuras. 2ª Edición. ECOE Editorial. 811 páginas.
- Wolfram Mathematica (2015, Junio). CDF (por sus siglas en inglés) Formato de Documento Computable. Consultado el día 26 de junio de 2015. <<http://www.wolfram.com/cdf/uses-examples/journal-articles.html>>
- Wolfram Mathematica (2015, Junio). CDF (por sus siglas en inglés) Formato de Documento Computable. Consultado el día 26 de Junio de 2015 <<http://www.wolfram.com/cdf/uses-examples/textbooks.html>>

## Sobre los autores

- **Claudia Patricia Retamoso Llamas.** Ingeniera Civil UIS. Magister en Ingeniería Civil UNIANDES. Profesora Asociada Facultad de Ingeniería Civil. [claudia.retamoso@upb.edu.co](mailto:claudia.retamoso@upb.edu.co).
- **Diego Martín Ovido Salcedo.** Ingeniero Civil UIS. Magister en Ingeniería Civil UNIANDES. PhD Universidad de Illinois. Profesor Asociado Facultad de Ingeniería Civil. [diego.oviedo@upb.edu.co](mailto:diego.oviedo@upb.edu.co)

---

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

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)