
Importancia de los textos en los cursos de cálculo en los programas de ingeniería: una mirada desde la modelación matemática

Importance of Texts in Calculus Courses in Engineering Programs: a View from Mathematical Modeling*

Recibido: 27 de julio de 2016 - Aceptado: 19 de agosto de 2016

Para citar este artículo: L. Peña, L. Soto, O. Mariño «Importancia de los textos en los cursos de cálculo en los programas de ingeniería: una mirada desde la modelación matemática», *Ingenium*, vol. 18. n.º 35, pp. 48-57 mayo, 2017.



Lina María Peña Páez**
Lyda Magnolia Soto Urrea***
Óscar Yesid Mariño Beltrán****

Resumen

Hoy en día, pareciera que los estudiantes, no reconocen la importancia de la matemática que estudian en sus primeros cursos, ni comprenden el alcance que en sus carreras tendrá, cuando la utilicen como una herramienta para el análisis, de situaciones reales propias de la ingeniería. En este artículo, se presenta el análisis de algunos textos usados en los cursos de cálculo en las carreras de ingeniería, intentando demostrar cómo el libro es un complemento a situaciones reales y contextualizadas que los docentes deberían plantear a sus estudiantes para llevarlos por el camino de la modelación matemática.

* Grupo de Investigación: Solsytec, Universidad patrocinadora: Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá, proyecto de investigación: «La modelación matemática como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje», fecha de inicio y finalización del proyecto: 15 de diciembre de 2015.

** M. Sc. en Filosofía, Pontificia Universidad Javeriana, docente tiempo completo, Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá. E-mail: lpena@usbbog.edu.co

*** M. Sc. en Educación, Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá, docente tiempo completo, Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá. E-mail: lsoto@usbbog.edu.co

**** M. Sc. en Educación, Universidad de los Andes, docente tiempo completo, Universidad de San Buenaventura, E-mail: omarino@usbbog.edu.co

Palabras clave

Modelación, textos, cálculo, ingeniería.

Abstract

Today, it seems that students do not recognize the importance of mathematics studying in their first courses, or understand the extent that their careers will, when used as a tool for analysis of own real situations engineering. In this article, the analysis of some texts used in calculus courses in engineering careers, trying to show how the book is a complement to real situations and contextualized that teachers should ask their students to striving toward them in mathematical modeling.

Keywords

Mathematical modeling, texts, calculus, engineering.

1. Introducción

Como docentes de Ciencias Básicas en una Facultad de Ingeniería, es inevitable enfrentarse a los cuestionamientos de los estudiantes en cuanto al para qué y por qué de los cursos de física y matemáticas, dado que ellos muestran mayor interés en los cursos propios de su disciplina, y aunque teóricamente se encuentren muchas justificaciones, en la práctica no pareciera tan evidente para los estudiantes la necesidad de los cursos de ciencias básicas. Tal situación, nos llevó en el 2013 a plantear un proyecto de investigación titulado: una propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo diferencial e integral basada en la modelación matemática, para los programas de ingeniería de la Universidad de San Buenaventura sede Bogotá (Morales & Peña, 2013).

Inicialmente, se plantearon unas actividades para sensibilizar tanto a estudiantes como docentes en cuanto la importancia y creciente necesidad de implementar como metodología la modelación matemática (M. S. Biembengut & Hein, 2007), tomando como base, el currículo de los diferentes programas de ingeniería (aeronáutica, mecatrónica, sonido, electrónica, telecomunicaciones y sistemas). En el desarrollo del proyecto, encontramos que los libros de cálculo que se utilizan para orientar estos cursos, podrían aportar o por el contrario, ser obstáculo para la nueva metodología propuesta, dado que muchos de los textos sugeridos en las diferentes bibliografías abordan los conceptos de la manera tradicional, dejando de lado la resolución de problemas, y en algunos casos, ignorando por completo la modelación matemática.

2. Marco Teórico

En la formación del estudiante de ingeniería, es fundamental, que para él sea evidente la vinculación entre los cursos incluidos en su programa curricular, de esta forma se puede «motivar al estudiante, mostrándole la vinculación de la física y química con la ingeniería y aplicaciones de la matemática a la ingeniería» (Patricia Camarena, 2012). Uno de los prin-

cipales aspectos que los docentes de Ciencias Básicas deberían considerar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es que no se están formando ni físicos, ni matemáticos, sino ingenieros, con esta idea en mente es posible comprender la necesidad de reformar el plan de estudios hacia la modelación matemática, no implica, tampoco, entonces, que no se trabaje la matemática con sus conceptos y definiciones propias, dado que ella permite fundamentar teóricamente a los estudiantes y le da el carácter de científicidad a la ingeniería.

Bajo esta perspectiva y continuando con el desarrollo de la mencionada investigación, se planeó una fase de análisis de textos, buscando en particular revisar el texto guía usado por los estudiantes de La Universidad de San Buenaventura, sede Bogotá, (U.S.B.) y otros libros encontrados en el mercado. No debe olvidarse que un aliado fundamental del desarrollo del currículo, y en algunos casos de la metodología de la clase, es el libro guía, este puede determinar la práctica educativa realizada por los docentes (Azcárate & Serradó, 2006).

Ahora bien, investigaciones precedentes muestran las diferentes enfoques en cuanto del análisis de los textos, Ocelli & Valeires, distinguen cuatro, centradas en el *contenido científico*, centradas en el *contenido didáctico*, las de *revisión teórica* y por último las relacionadas con la *metodología* (Ocelli & Valeiras, 2013). Nuestro análisis se centró en el contenido didáctico, puesto que nos interesaba examinar cómo se formulan las situaciones problema, que tan contextualizadas son con referencia al campo de la ingeniería y que tanto de modelación matemáticas encontramos en ellos. La premisa de la que se parte considera que los libros de texto no pueden ser el único recurso o fuente de información que los docentes utilicen en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (Ocelli & Valeiras, 2013).

El análisis de un texto de matemáticas, de cualquier nivel, requiere considerar perspectivas diferentes: *la perspectiva del estudiante*, *la perspectiva matemática*, *la perspectiva del profesor* y *la perspectiva del autor del libro* (Stylianides, 2014), se dejará de lado la perspectiva matemática, puesto que se ha concebido, en esta investigación, la modelación matemática, no como un tema sino como una actividad propia, más aún un método de enseñanza de la matemática (M. Biembengut & Hein, 1997).

3. Metodología

Bajo el enfoque y las perspectivas seleccionadas, se compararon los libros de cálculo de una sola variable más «populares» usados en diferentes universidades, así que, en primera instancia, se revisaron los programas de cálculo diferencial e integral de otras universidades colombianas, examinado el libro guía solicitado en estos cursos en los programas de ingeniería, para luego, realizar la respectiva comparación bajo los parámetros establecidos previamente. Es fundamental conocer el contexto a nivel nacional en el que se encuentra la U.S.B., dado que la comparación con pares permite un avance y revisión de lo que se está haciendo en los cursos mencionados.

La metodología para la revisión de los textos contempla tres partes. En la primera, se realiza una reseña sobre lo que el autor expone en el prólogo o prefacio del libro (*perspectiva del autor del libro*); en la segunda, se revisarán los ejemplos y los ejercicios propuestos

(*perspectiva del estudiante*), que permitirán el desarrollo de los diferentes temas, y en la tercera, la referencia serán los problemas y las aplicaciones, así como la modelación matemática presente en el contenido del libro (*perspectiva del profesor*). Todo este análisis bajo el enfoque del *contenido didáctico* de cada uno de los libros seleccionados.

Los libros seleccionados fueron: *Cálculo con geometría analítica* del autor Earl W. Swokowski, *Cálculo. Una variable*, del autor George B. Thomas, Jr., *Cálculo*, de los autores Ron Larson y Bruce H. Edwards y *Cálculo. Conceptos y contextos*, de James Stewart.

4. Resultados

A continuación expondremos las tres perspectivas elegidas en cada uno de los libros elegidos.

Cálculo con geometría analítica (Earl W. Swokowski)

Perspectiva del autor del libro: el autor presenta tres objetivos claros: «mantener la solidez matemática...pero con un lenguaje menos formal», «destacar la utilidad del Cálculo a través de una variedad de nuevos ejemplos y ejercicios de aplicación de muchas disciplinas diferentes» y «modificar el orden de presentación de algunos temas» (Swokowski, 1998, p. v). Luego de ello, rescata características del libro, tales como variedad de aplicaciones del cálculo (no solo en ingeniería, física, química, biología y economía, sino que incluye ejercicios de fisiología, sociología, psicología, ecología, radioterapia, astronáutica y transportación), importancia de los ejemplos y de los ejercicios con diferente grado de complejidad, inclusión de ejercicios que requieren uso de calculadoras, diseño del interior del libro usando colores y muchas gráficas, flexibilidad del libro, dado que puede ser utilizado en cualquier programa que requiera el uso del cálculo. Termina el prólogo sugiriendo ayudas para profesores.

De lo expresado por el autor en su prólogo, observamos la importancia de mostrarle a los estudiantes las diferentes aplicaciones del cálculo, por lo que considera fundamental incluir muchos problemas, sin embargo, las aplicaciones van en todas las direcciones, puesto que él espera que este libro pueda servirle como fundamento a cualquier programa de estudio que requiera de los conceptos de derivada e integral definida.

Perspectiva del estudiante: encontramos que se prima el desarrollo algebraico de los ejercicios. La presentación de los conceptos no pierde el rigor y la formalidad propia de la matemática. Aunque se explican los conceptos con una representación gráfica, no se evidencian ejercicios propuestos a los estudiantes, que le permitan moverse por las diferentes representaciones de las funciones, de la tabla a la expresión simbólica, de la gráfica a la tabla, etc. En los ejercicios de algunas secciones, se les proponen a los estudiantes algunas demostraciones, sin embargo, no se encuentran en el desarrollo de la sección ejemplos de ello o indicaciones de cómo realizarlas.

Perspectiva del profesor: en la mayoría de las secciones al finalizar los ejercicios propuestos se plantean problemas de aplicación de los conceptos estudiados en dicha

sección. Así mismo, encontramos dos secciones la 3.3 y la 4.5 exclusivas de aplicación de la derivada. Para la integral encontramos la sección 4.7, todo el capítulo 6 y la sección 7.6. Sin embargo, no encontramos una sección exclusiva al modelamiento matemático, si bien es cierto que la inclusión de secciones dedicadas a la resolución de problemas le permite a los estudiantes aplicar en un contexto real diferente de la matemática la deriva y la integral definida, no se evidencian sugerencias y problemas que lleven al estudiante a modelar situaciones reales propias de su campo de estudio, en nuestro caso particular, de la ingeniería. Cálculo. Una variable (George B. Thomas, Jr.)

Perspectiva del autor del libro: el autor inicia el prefacio, advirtiendo que la nueva edición del libro es el producto de las necesidades de estudiantes y profesores, dándoles respuestas al proponer un libro con más ejemplos y ejercicios. Más adelante afirmará que «esta nueva edición ofrece una introducción moderna al cálculo que apoya la comprensión conceptual, pero conserva los elementos esenciales de un curso tradicional» (Thomas, 2010, p. xiii), por lo que incluye en las secciones el uso de los recursos tecnológicos (MyMathlab), en este mismo sentido de brindar ayuda al estudiante, el autor expone otro de sus propósitos «con este texto buscamos equilibrar la escasa experiencia de los estudiantes con el cálculo y el desarrollo de habilidades que podrían necesitar, todo sin socavar o minar su confianza» (viii), por lo que presenta muchos ejercicios y soluciones de los mismos paso a paso para que los estudiantes de todos los niveles puedan comprender los temas propuestos. Para el autor es importante que el estudiante vaya más allá de la memorización y espera que al finalizar el curso el estudiante haya adquirido «habilidades para razonar y resolver problemas» (viii). A continuación, el autor comenta que se incluyeron más de 700 nuevos ejercicios, estos ejercicios fueron agrupados por tema y se incluyen algunos que requieren del uso de sistemas computacionales, así como problemas de aplicación. Se incluyeron ejemplos que les muestran a los estudiantes las aplicaciones de las matemáticas a la ciencia y a la ingeniería.

Finalmente, el autor destaca características de su libro tales como, *el rigor matemático*, el cual es formal e informal: «consideramos que iniciar con una idea más intuitiva y menos formal ayuda a los estudiantes a comprender un concepto nuevo», es decir, no pierde la formalidad pero se da la posibilidad de que el estudiante trabaje antes con el concepto para luego formalizarlo. Otro aspecto son los *ejercicios de escritura*, que permiten mejorar la redacción de los estudiantes. También se encuentran *proyectos de final del capítulo* en los que los estudiantes pueden aplicar los conceptos en un contexto real y que además requieren el uso de calculadoras o computadores. Lo que lleva al autor a no descartar la necesidad del uso de la *tecnología* en las aulas de clase.

De lo expresado por el autor en el prefacio, reconocemos dos cosas fundamentales, una, la intención de hacer un libro pensando en las necesidades y nivel de los estudiantes, y otra, la importancia del uso de los recursos tecnológicos, lo que va acorde con el desarrollo de las nuevas tecnologías, en este sentido va dirigido tanto a que los estudiantes incorporen los sistemas de cómputo para desarrollar ejercicios complementando sus conceptos, así como una invitación a los docentes a «modernizar» sus clases, usando los recursos multimedia, presentaciones en PowerPoint, uso de bancos de preguntas, entre otros.

Perspectiva del estudiante: encontramos en las diferentes secciones, ejercicios tanto algorítmicos como de análisis, incluyendo también gráficas para reforzar el concepto de la derivada como función. La presentación de los temas no pierde el rigor matemático, se encuentran ejemplos y las ilustraciones ayudan a entender mejor lo que se está explicando. El autor le ha dado mucha importancia a la representación gráfica para afianzar y relacionar los conceptos estudiados, lo que le permite a los estudiantes tener diferentes interpretaciones de los temas trabajados, así mismo, incluye, para el desarrollo de varios temas, ejercicios que requieren del uso de medios de computación o calculadoras para resolverlos, y sugiere preguntas al estudiante, lo que es bastante positivo porque este tiene la posibilidad de profundizar en los conceptos, permitiendo la interpretación más que la memorización o desarrollo de algoritmos.

Perspectiva del profesor: aunque en las secciones de los diferentes capítulos no encontramos muchos problemas de aplicación, al finalizar cada capítulo el autor incluye el título: *ejercicios adicionales y avanzados*, en este apartado, se plantean problemas que requieren la aplicación de los temas vistos. Encontramos las secciones 4.5 y 4.7 dedicadas exclusivamente al planteamiento y solución de problemas. Así como el capítulo 6: aplicaciones de las integrales definidas. Incluye, el autor, una forma de resolver problemas en varios pasos y desarrolla los ejemplos de esta forma.

Es muy interesante la inclusión de actividades avanzadas y de los proyectos propuestos aplicando la tecnología, sin embargo, el que sean hasta el finalizar el capítulo, no le permite al estudiante ser consciente de la aplicación que tienen los conceptos matemáticos en su campo de estudio. En este mismo sentido, estos son problemas de mayor complejidad que requieren del estudiante habilidades en el manejo de los conceptos estudiados, sin embargo, no se presentan ejemplos de cómo a través de la modelación matemática se pueden resolver, en nuestro caso particular, en la ingeniería. No se trata solamente de hacer modelos en estos campos específicos pero sí de mostrarle al estudiante como se construye algún modelo, para que se motive e intente crear uno según sus intereses.

Cálculo (Ron Larson y Bruce H. Edwards)

Perspectiva del autor del libro: los autores en esta última edición, toman en cuenta las sugerencias presentadas por los usuarios y se proponen como objetivo «escribir con precisión y de manera legible conceptos fundamentales del cálculo, claramente definidos y demostrados» (Larson, 2010, p. xi). Sin embargo, al escribir el libro, no dejan de lado los beneficios tanto para estudiantes como para profesores; a los primeros les ofrecen material para que desarrollen sus habilidades independientes de la carrera que estudien, y para los segundos, técnicas pedagógicas pertinentes para que el libro sea un buen instrumento de enseñanza. Cabe resaltar que para la elaboración y posterior mejoramiento de su libro, los autores han tenido en cuenta la pedagogía, que como aseguran ha sido probada en el tiempo, y que al final permitirá un mejor uso del libro.

Para lograr sus objetivos, los autores exponen como características de su libro: *Las herramientas pedagógicas*, estas incluyen, una nueva incorporación titulada «para discusión», que son ejercicios que aparecen en cada sección, por un lado, permiten sintetizar

conceptos y por otro muestra cómo se pueden relacionar diversos temas, ayudas de estudio (indican errores y confusiones comunes), ejemplos con procedimientos y explicación paso a paso, ejercicios de diferentes tipos y grados de complejidad, aplicaciones tomadas de fuentes reales, ejercicios de repaso y solución de problemas. Una segunda característica hace referencia a los *cálculos clásicos*, en este apartado aparecen teoremas, definiciones, procedimientos y notas. Lo más relevante es la precisión y claridad de las explicaciones que se les brinda a los estudiantes. Como tercera característica se tiene, *ampliar la experiencia del cálculo*, allí encontramos, la motivación al iniciar cada capítulo, que lleva implícita la aplicación del tema al mundo real, aparecen exploraciones que permiten ampliar la visión del estudiante, desafíos para el examen de Putman, notas históricas, biografías y proyectos de aplicación. Como última característica aparece *la tecnología integrada al mundo actual*, los autores ofrecen una amplia gama de actividades y ejercicios que vinculan las calculadoras graficadoras y los computadores a la resolución de problemas y que se convierten en una herramienta para mejorar la comprensión de los estudiantes.

De lo expresado por los autores, encontramos un especial interés por brindar herramientas pedagógicas para el aprendizaje de los estudiantes, apoyando la enseñanza del cálculo e incluyendo la tecnología y resolución de problemas para complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Perspectiva del estudiante: encontramos en las diferentes secciones, una combinación entre ejercicios y problemas, dándole prioridad a los problemas de aplicación, análisis de gráficas, problemas que involucran tablas y uso de calculadoras, más que a ejercicios que desarrollan habilidades estrictamente algebraicas. Este enfoque es interesante y apunta al análisis más que a la memorización de los teoremas o fórmulas vistas a lo largo de cada sección. La presentación de los temas no pierde el rigor matemático y la forma como se introducen los conceptos es bastante amigable para el estudiante, usan diferentes colores, explican con gráficas cuando es posible, y en muchas ocasiones explican los ejemplos aclarando el procedimiento de cada uno de los pasos utilizados en la resolución del ejemplo.

Finalmente, en este libro los autores se han interesado por mostrar a los estudiantes muchas de las aplicaciones del cálculo, proponiendo ejercicios y problemas que les permitirán el desarrollo de mayores habilidades, no solo algorítmicas, sino de razonamiento, análisis y conexión de conceptos. Así mismo, es fundamental que propongan ejercicios que permiten el uso de los medios graficadores, esto manifiesta la relevancia y concordancia de los temas explicados con el contexto real de los estudiantes.

Perspectiva del profesor: si bien la modelación no es el propósito fundamental de este libro, sí encontramos en los ejercicios propuestos de algunas secciones el título: *Modelado matemático*, de esta forma se le propone al estudiante una situación para que la pueda modelar usando los conceptos trabajados en la clase. Al finalizar cada capítulo encontramos un apartado de solución de problemas, aunque muchos de ellos son estrictamente matemáticos.

En algunas secciones (2.6 y 3.7) los autores proponen estrategias para el planteamiento de problemas, así mismo, encontramos que en el capítulo 7 se desarrollan varios problemas de aplicación. En todos los capítulos se proponen *proyectos de trabajo* en los

que los estudiantes se enfrentan a situaciones reales y pueden modelar la mencionada situación y luego verificar su modelo respondiendo algunas preguntas propuestas por los autores, sin embargo, no se explica a los estudiantes cómo llegar a modelar situaciones.

Rescatamos la intención de los autores por introducir, aunque sea levemente, a los estudiantes en la modelación matemática como herramienta para mejorar su comprensión de las matemáticas. Cálculo. Conceptos y contextos (James Stewart).

Perspectiva del autor del libro: el autor desde las primeras líneas de su prefacio, aclara la importancia de su libro como complemento de las tendencias reformadoras y las tradicionalistas, para llegar a un objetivo común: «hacer posible que el estudiante entienda y aprecie el cálculo» (Stewart, 2010, p. xiii), por lo tanto, define esta cuarta edición como más moderna, dándole menos despliegue a las demostraciones e introduciendo más problemas de aplicación.

A continuación, el autor expone las características de su libro: en primer término se han planteado diversos tipos de problemas, así como la verificación de la comprensión de los conceptos por medio de ejercicio propuestos en los que se requieren interpretaciones gráficas, verbales, algebraicas o tablas. Otra característica tiene que ver con la complejidad gradual de los ejercicios, incluyendo problemas y en algunos casos demostraciones, así como ejercicios que tienen datos reales tomados de Internet, de empresas y oficinas del Gobierno. Una tercera característica incluye proyectos de aplicación para que los estudiantes trabajen en grupo, despierten su creatividad e involucren la tecnología en su resolución. Caracteriza al libro un menor rigor en las demostraciones, sin descuidar la necesidad de despertar el pensamiento argumentativo en el estudiante. Una quinta característica es el enfoque de resolución de problemas, bajo los cuatro pasos de Polya, lo que es apenas una indicación porque no hay un procedimiento definido para la resolución de problemas. Otra característica es la inclusión de la tecnología, el uso de herramientas computacionales para la comprensión y desarrollo de algunos ejercicios, así como ayudas virtuales para estudiantes y profesores. Finalmente, el autor incluye una página llamada «Al estudiante» (xxiii) en la que les comenta la intención y objetivos del libro y se les sugieren estrategias para la comprensión de los conceptos propios del cálculo. Así mismo se les explican los diferentes íconos que aparecen al lado de algunos ejercicios, bien sea, para el uso de calculadoras graficadoras, para el uso de recursos tecnológicos o uno que indica que puede estar cometiendo un error.

Podemos concluir que el autor está interesado en brindar apoyo a los estudiantes en su proceso de aprendizaje convirtiendo al libro en una herramienta para acercarlos a los conceptos propios del cálculo, lo que lo lleva a vincular en las clases la tecnología, la resolución y el modelamiento de situaciones reales para hacer más contextualizado y moderno el aprendizaje del cálculo.

Perspectiva del estudiante: en la mayoría de las secciones se proponen problemas de aplicación en contextos reales, de los conceptos trabajados y se han incluido secciones exclusivas para las aplicaciones, en las que se desarrollan paso a paso diferentes modelos de problemas y se dan algunas estrategias para indicarle a los estudiantes cómo pueden resolver problemas.

Los ejercicios planteados no son solo algebraicos o algorítmicos, sino que aparecen algunos que requieren interpretación de tablas y gráficas y algunas demostraciones interesantes, lo que es interesante porque se apunta al análisis más que a la memorización de los teoremas o fórmulas vistas a lo largo de cada sección.

La presentación de los temas no pierde el rigor matemático y la forma como se introducen los conceptos es bastante amigable para el estudiante, usan diferentes colores, explican con gráficas cuando es posible, y en muchas ocasiones explican los ejemplos aclarando el procedimiento de cada uno de los pasos utilizados en la resolución del mismo.

La inclusión de ejercicios que requieren el uso de herramientas tecnológicas le brinda al estudiante nuevas posibilidades para enriquecer su proceso de enseñanza y aprendizaje. En este mismo sentido, se rescata que el autor, además de los ejercicios haya incluido tres secciones dedicadas a este fin (1.4, 4.4 y 5.8).

Perspectiva del profesor: es clara la intención del autor por el planteamiento y desarrollo de situaciones contextualizadas. Por tanto, a lo largo del libro se encuentran situaciones denominadas por él como «proyectos de aplicación». Así mismo, al finalizar cada capítulo se propone una sección de «Principios de resolución de problemas». Por otro lado, encontramos la sección 1.2, en la que se mencionan los modelos matemáticos y algunas secciones de aplicaciones en las que se considera a las funciones como modelos para la resolución de problemas reales.

Si bien es cierto, que el enfoque del libro no es eminentemente de modelación matemática, sí debe rescatarse la intención del autor por introducir, aunque sea levemente, a los estudiantes en la modelación matemática como herramienta para mejorar su comprensión de las matemáticas. Finalmente, el manejo de las situaciones contextualizadas usando recursos tecnológicos hace aún más real para el estudiante su proceso de aprendizaje.

5. Conclusiones

Luego de la revisión de los textos a la luz de nuestro interés que es la modelación matemática, centrado en *el contenido didáctico*, encontramos que de los libros que están en el mercado y que son utilizados por las diferentes universidades, el libro de James Stewart, es una buena herramienta para orientar los cursos de cálculo diferencial e integral de los estudiantes de ingeniería. Lo anterior es sustentado en la importancia que se da en este libro a la modelación matemática y que se evidencia en los proyectos que le presentan a los estudiantes y el énfasis que hace en la modelación de situaciones a través de herramientas propias del cálculo. Por otro lado, se incluye el uso de calculadoras y software, que le brindan al docente la oportunidad de profundizar los conceptos estudiados, que involucran cálculos complejos.

Si bien es cierto que el libro no es el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, sí es bastante útil como apoyo para docentes y estudiantes. El proyecto desarrollado busca que los ejercicios y problemas propuestos en el libro, complementen los modelos planteados por los docentes a los estudiantes de los cursos de cálculo diferencial e integral.

Fundamentalmente se espera que el estudiante desarrolle paralelamente las actividades donde es evidente la modelación matemática, lo que le permite el uso en contexto de la ingeniería de los conceptos vistos en clase.

Consideramos, que si bien deberían usarse como base los textos del ciclo básico y de aplicación de ingeniería como lo explica la doctora Camarena, la falta de apropiación tanto de estudiantes como de profesores a la modelación matemática, hace que no sea tan sencillo el uso de estos libros de texto, así mismo, porque es necesaria la base teórica de las ciencias básicas y no solamente las aplicaciones de los conceptos, en este sentido el docente debe establecer vínculos entre los cursos de ingeniería y las matemáticas (P. Camarena, 2005). En este sentido, encontramos que el libro de *Cálculo. Conceptos y contextos*, proporciona, por un lado el tratamiento riguroso de los diferentes temas, y de los conceptos, y por otro, involucra aplicaciones para la ingeniería, a través de secciones dedicadas a la modelación matemática y modelos propuestos a los estudiantes, lo ideal sería un libro propuesto por los docentes, pero falta mucha orientación para llevar a cabo este fin.

Finalmente, el planteamiento de proyectos encaminados al mejoramiento de las prácticas educativas, en este caso, centrado en el análisis de textos, concuerda con las indicaciones de Acofi, en el sentido de apoyar a los docentes para reinventar su trabajo asumiendo nuevas responsabilidades «que los obligan a comportarse como verdaderos orientadores, dejando atrás modelos transmisionistas, para dar paso a nuevos modelos en los que los estudiantes sean los encargados de descubrir los conceptos científicos y técnicos que deben comprender» (Acofi, 2007, p. 257) y la elección de un buen libro, se convierte en una herramienta fundamental para tal fin.

Referencias bibliográficas

- [1] Acofi. (2007). *El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación*.
- [2] P.Azcárate, & Serradó, A. (2006). Tendencias didácticas en los libros de texto de matemáticas para la ESO. *Revista de Educación*. Retrieved from www.revistaeducacion.mepsyd.es/re340/re340_13.pdf
- [3] M.Biembengut, & N.Hein, (1997). Modelo, Modelacion y modelaje: metodos de enseñanza-aprendizaje de Matematicas. Retrieved from matesup.utralca.cl/modelos/articulos/modelacion_mate2.pdf
- [4] M.S.Biembengut, & N.Hein, (2007). *Mathematical Modelling. Mathematical Modelling*. Elsevier. <http://doi.org/10.1533/9780857099419.7.415>
- [5] P.Camarena, (2005). Matematicas en contexto . Entrevista con Patricia Camarena Gallardo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7, 0-12.
- [6] P.Camarena, (2012). Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. Retrieved from repensarlasmatematicas.files.wordpress.com/2012/09/metodologc3ada-curricular-camarena.pdf
- [7] R.Larson, (2010). *Cálculo* (Novena).
- [8] J.M orales, & L.Peña, (2013). Propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo en ingeniería, basada en la modelación matemática (pp. 577-587). Retrieved from <http://cibem.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/942.pdf>
- [9] M.Ocelli, N.& Valeiras, (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación : una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(31), 133-152.
- [10] J. Stewart, (2010). *Cálculo. Conceptos y contextos* (4.ª edición). Cengage Learning.
- [11] G. J.Stylianides, (2014). Textbook Analyses on Reasoning-and-proving: Significance and Methodological Challenges. *International Journal of Educational Research*, 64, 63–70. <http://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.01.002>
- [12] E. Swokowski, (1998). *Cálculo con geometría analítica* (2.ª edición). Mexico: Grupo Editorial Iberoamérica.
- [13] G.Thomas (2010). *Cálculo. Una variable* (decimosegundo). México, 2010. Grupo Editorial Pearson Educación.