

Original

¿Cómo cambiar las creencias y el pensamiento utilizando los contenidos de la modelación matemática en la formación de ingenieros?

How to change the beliefs and the thought using the contents of the mathematical modeling in the training of engineers?

MSc. Raúl Recio Avilés, Profesor Auxiliar, Universidad de Granma,
Cuba. rrecioa@udg.co.cu

Recibido: 20/6/2018 Aceptado: 4/11/2018

Resumen

Este trabajo describe un caso práctico de resolución de problemas de la producción de jamonada, que permite analizar cómo enseñar los contenidos de la modelación matemática aplicados a la solución de problemas, también es objeto de análisis algunas acciones que debe realizar el profesor para influir en el pensamiento matemático de los estudiantes y en sus creencias acerca de la importancia de la disciplina Matemática en su futura profesión.

Palabras clave: pensamiento matemático; modelos; problemas; estrategia.

Abstract

This work describes a practical case of Jamonada's production, that it allows examining how teaching the contents of the mathematical model applied to the problem solution, Also it is analysis object of professor actions to influence in the student mathematical thought in his beliefs about the importance of the mathematical discipline in his future profession.

Key word: mathematical thought; models; problems; strategy

Introducción

La profesión de ingeniero influye en la aplicación de la ciencia y la tecnología para el desarrollo de la producción y los servicios, para satisfacer las necesidades crecientes de la sociedad, para esto aplica conocimientos, ideas, recursos, medios y material humano para construir objetos que aplica para desarrollar o crear procesos tecnológicos que tienen el objetivo de mejorar la calidad de vida del ser humano (Melo, 2003), es esta la profesión donde los conocimientos matemáticos y de las ciencias obtenidos mediante el estudio, la experimentación o la práctica utiliza de formas racional los recursos materiales y humanos para beneficio de la sociedad.

Por la variedad y complejidad de su profesión no existe una única definición de ingeniería,

porque ella materializa una amplia diversidad de aplicaciones creativas de las ciencias, principalmente de la Matemática, como medio para el cumplimiento de sus funciones, que en los últimos tiempo se han orientado al desarrollo y aplicación de la tecnología para el beneficio social de la humanidad; logrando énfasis en la protección del medio ambiente, en el desarrollo cultural y otras actividades en virtud de los problemas que han surgido como consecuencia de su aplicación (Bucci y Terán, 2008). Se puede decir que la ingeniería comprende el estudio y aplicación de la tecnología, en un proceso que va desde el conocimiento hasta la obtención de los productos, desde lo cognitivo (teorías, técnicas, patentes y otros) a las actividades que se desarrollan para concebirlos y elaborarlos. (Cegarra, 2004; García Córdoba, 2005)

La Matemática y la tecnología se complementan en el tratamiento de los contenidos para explicar y transformar la realidad, lo que justifica la importancia de estos en las carreras de ingeniería, sobre esto Álvarez (1995), considera el contenido como el componente del proceso docente- educativo que determina lo que debe apropiarse el estudiante para lograr el objetivo, se selecciona de las ciencias, de las ramas del saber que existen, en fin, de la cultura que la humanidad ha desarrollado, y que mejor se adecua al fin que nos proponemos, como cultura, refleja el objeto de estudio y se puede agrupar en un conjunto de conocimientos, habilidades, que recogen el modo en que se relaciona el hombre con dicho objeto y los valores que es el tercer componente, y es la medida de la significación que poseen los conocimientos y las habilidades para los escolares. (Álvarez ,1995)

En el proceso docente educativo de carácter académico prima el contenido abstracto, modelado, simulado y el proceso docente se desarrolla fundamentalmente en forma de clases y por lo general, en una institución docente, en el proceso docente de carácter laboral el contenido se refiere a los objetos de la práctica social; en el proceso docente de carácter investigativo el contenido fundamental es el referido a la actividad científico-investigativa que se convierte en el instrumento fundamental para la solución de los problemas. (Álvarez ,1995)

El proceso docente educativo de carácter laboral, utiliza procesos que se presentan en la producción y prestación de servicio, en este los contenidos matemáticos son propios de la actividad y se desarrollan en aras de la solución de los problemas propios de esos contextos. El contenido del proceso docente académico es importante para profundizar en la esencia del objeto de estudio; el laboral e investigativo para integrar los contenidos y acercarlos a la solución de los problemas que se presentan en la futura actividad del egresado (Álvarez ,1995), lo que justifica su importancia en la ingeniería.

Las habilidades se clasifican en correspondencia con el grado de aproximación al objeto de estudio, en ese sentido hay habilidades particulares del objeto, las lógicas propias de todas las ciencias y las inherentes al proceso docente, estos tres tipos de habilidades aparecen como parte del contenido. Los valores presentes en el proceso docente son los universales, que se conocen como el conjunto de normas de convivencias válidas en un tiempo y época determinada, ante esto se debe comprender que no es un concepto sencillo y en ocasiones se confrontan valores importantes que entran en conflicto.

Los contenidos y otras categorías de la didáctica forman un sistema que se considera la medida eficaz y fiable para medir la calidad del proceso docente educativo, la derivación de los contenidos permite planificar las actividades docentes y es una condición didáctica indispensable para que se cumpla el carácter científico de la enseñanza.

Estas actividades deben estar contextualizadas a la futura actividad profesional de los estudiantes según lo analizado en la 46.a Conferencia Internacional de Educación de la UNESCO en el año 2011, que consideró en cuanto al aprendizaje de las ciencias, la premisa de que la ciencia es un factor determinante para el crecimiento económico y de desarrollo social que se ven influenciados por los resultados que se alcanzan en la disciplina Matemática.

Los resultados de estas actividades se afectan debido a que tradicionalmente la Matemática es de las disciplinas que menos entusiasma a los estudiantes, rechazándolas en la mayoría de los casos, al tildarlas de difíciles y carentes de uso posterior en la vida, reconociendo en todo momento su carácter abstracto (Camarena, 1987), esto se debe a una pobre relación de la Matemática con la realidad, con poca utilización de métodos de enseñanza que la vinculen con la resolución de problemas de la vida. Esto impide cumplir a cabalidad con el principio didáctico de la vinculación de la teoría con la práctica, esto hace imprescindible en la enseñanza su vínculo con la futura actividad profesional de los estudiantes, lo que se conoce como enseñanza contextualizada.

Realizar actividades contextualizadas facilita el uso que de ese contenido deben hacer la matemática y otras disciplinas, esto permite instruir mediante actividades llena de sentido para los estudiantes, vinculada al contexto de la vida del estudiante (Wells, 1999).

Estos fundamentos manifiestan impactos en el ámbito personal y social del estudiante, por ello se debe privilegiar la contextualización de la enseñanza de la Matemática como una necesidad para la motivación y el aprendizaje. Al respecto (Freudenthal, 1985,1991) expresó que la Matemática debe ser considerada como una actividad humana, por tanto, ésta debe ser enseñada en conexión con la realidad de los estudiantes.

Este tipo de enseñanza deber ser continua, sistemática y vigente, porque las persona aprenden los conocimientos que poseen sentido en su vida; por ello, las clases de Matemática deben ser funcionales, para que el conocimiento adquirido le permita a los miembros de la sociedad o integrantes de grupos su inserción en la sociedad, al respecto plantea Freudenthal (1985,1991) que más que pensar en la enseñarla como un sistema deductivo, se recomienda que el estudiante interactúe con la Matemática a través de experiencias de la vida; que le permitan ver a esta como una herramienta que le posibilita organizar y comprender la realidad presente, futura y poder expresarla mediante modelos matemáticos, que es la representación matemática de un objeto de la realidad o contexto profesional.

El fin de enseñar los contenidos es el aprendizaje, que se entiende como un proceso continuo que se da a lo largo de la vida, que guarda relación con la manera que un individuo se apropia de la cultura y del conocimiento de una sociedad, este proceso debe permitir un eficaz empleo de las herramientas intelectuales de orden cognitivo, procedimental y afectivo para ser del aprendizaje un aporte a la sociedad.

En este tipo de aprendizaje el contenido tiene una estructura lógica propia y con significación para el estudiante que lo interioriza, el primer sentido del término se denomina sentido lógico y es característico de los contenidos que no son arbitrarios, y son claros y verosímiles, es decir, el contenido es intrínsecamente organizado, lo que lo hace lógico y evidente. El segundo es el sentido psicológico y se relaciona con la comprensión que se alcance a partir del desarrollo psicológico del aprendiz y de sus experiencias previas.

Una de las vías para aprender estos contenidos es el razonamiento matemático que implica el desarrollo de la capacidad del pensamiento lógico y sistemático, que Incluye en el razonamiento intuitivo e inductivo, basado en patrones y regularidades que se pueden utilizar para llegar a soluciones para problemas habituales o no.

Estos problemas plantean exigencias cognitivas importantes para su solución, en este proceso el pensamiento reflexivo que tiene en la reflexión su actividad fundamental, es un acto en el que se presentan componentes o procesos intelectuales: uno de ellos es la meditación sobre sucesos recientes o una valoración posterior de la coherencia de las acciones seleccionadas en función de los objetivos pretendidos. (Medina y otros;2011)

Pero para aprender se necesita estar motivado y este es un proceso interno e individual que se puede observar por sus consecuencias en la conducta que manifiestan los estudiantes. Se puede decir que la motivación son los impulsos, deseos, anhelos y fuerzas que los mueven a satisfacer sus necesidades. Según Álvarez (1995) la motivación es la forma en que se expresa

en el estudiante la necesidad.

La propuesta de este trabajo consiste en describir una estrategia para enseñar a utilizar los contenidos matemáticos como herramienta de trabajo en la solución de problemas reales de la sociedad, contribuyendo al desarrollo del pensamiento matemático, valorando la importancia de la Matemática para resolver problemas de la futura actividad profesional de los ingenieros.

Población y muestra

Para analizar cómo se pueden alcanzar mejores resultados en el proceso docente educativo se utilizará un caso de estudio que analiza una forma sencilla de enseñar los contenidos matemáticos en carreras de ingeniería, aplicándolos a situaciones que se presentan en la realidad de la futura profesión de los estudiantes, para lograr mejoras en la calidad del pensamiento y el razonamiento matemático pero a la vez que comprendan que la Matemática es una disciplina importante que enseña a utilizar los contenidos para la resolución de problemas que benefician el bienestar de nuestra sociedad. Observen que la esencia no es solamente enseñar los contenidos, lo principal es enseñar a utilizarlos.

Para lograr esto, en la clase se debe aplicar el método del aprendizaje basado en problemas y una metodología que permita vincular el contexto y el problema con el aprendizaje de la Matemática de forma que se logre una contribución al desarrollo del pensamiento Matemático y a sus manifestaciones en el pensamiento lógico, el intuitivo y el inductivo; estos aprendizajes mantienen las expectativas clásicas en el aprendizaje de la Matemática a la vez que logra nuevos resultados que superan cualitativamente los resultados anteriores.

En los problemas que se resuelven con el uso de modelos matemáticos se utilizan varias metodologías, ellas deben organizar el pensamiento de los estudiantes, una de ellas se utiliza en este caso que contempla la realización de los siguientes pasos.

- 1) investigación del contexto
- 2) Formulación y definición del problema.
- 3) Construcción del modelo.
- 4) Solución del modelo.
- 5) Validación del modelo y Análisis de sensibilidad.
- 6) Implementación de los resultados.

Esta metodología puede ser utilizada en clases de cálculo en las que se consideren procesos de modelación, fundamentalmente en el cálculo de valores óptimos en una o varias variables.

1.- Investigación del contexto: Para la Investigación del contexto es fundamental la selección de un problema en una entidad determinada, de forma que los estudiantes puedan relacionarse

con ese, en este caso que se utilizará se encuentra situado en la UEB Cárnica de Bayamo que tiene como actividad fundamental la elaboración de productos derivados de la carne, en esta se realiza la producción de diversos tipos de embutidos, uno de ellos es la jamonada que se produce en cuatro variedades llamadas, Especial, cocida, Patio y la escolar.

Esta investigación facilita que el estudiante interprete con claridad el concepto de sistema en un contexto concreto dentro del objeto de investigación en el que se manifiesta un problema, para contribuir a su solución se analizan las partes fundamentales del proceso, los datos y las relaciones entre ellos, se aplican técnicas de captación de información como cuestionarios, revisión de documentos y de representación de la información como las tablas de relaciones, diagramas de flujo y mapas conceptuales.

En esta parte el profesor debe enseñar cómo se plantean los resultados obtenidos en tablas de relación y si es posible el uso de otras técnicas de representación de información que contribuyan al estudiante a reflexionar sobre estos aspectos, también se puede apoyar en la realización de preguntas y debates reflexivos. El profesor, (lo puede hacer un estudiante entrenado) aplica técnicas de búsqueda y representación de datos, como tablas, diagramas y otras técnicas, que las utiliza para fundamentar información sobre el proceso de producción de jamonada.

El proceso que se investiga tiene las siguientes direcciones:

- Posibilidades de los suministradores en función de las materias primas disponibles, fundamentalmente carnes de res y de cerdo.
- Necesidades alimentarias de sus principales clientes o usuarios.
- Disponibilidades para la producción. Este renglón no presenta dificultades, incluso en el estudio se pone de manifiesto posibilidades por encima de las planificadas, en esta influye las disponibilidades de los recursos cárnicos, carne de res y cerdo que limitan la producción y la oferta.

Estos conocimientos pueden ser generalizados utilizando formas del pensamiento intuitivo y métodos heurísticos o mediante la orientación del trabajo investigativo dirigido inicialmente por el profesor y luego en otro momento dejar al estudiante para un estudio independiente, de forma que este desarrolle habilidades en la búsqueda de información. En el caso de este trabajo se preparó una estudiante que realizó la mayor parte de toda la elaboración de este trabajo demostrando que estos pueden hacer muchas cosas debidamente preparados.

2.- Fundamentación y definición del problema; Esta parte del uso de la metodología tiene gran importancia, el profesor debe conducir a los estudiantes a realizar valoraciones y reflexiones

acerca de la importancia de la Matemática y sus posibilidades de aplicación como herramientas de trabajo, puede utilizar cualquier procedimiento que lleve a los estudiantes a comprender la fundamentación y definición del problema y que elementos del contexto están presentes en él, se debe precisar cómo se realiza la conexión del contexto con la Matemática, como un elemento importante para su aprendizaje. En este paso, se debe garantizar la debida motivación de las clases de forma que todo lo necesario queden claras para los estudiantes.

Los resultados obtenidos en el estudio del contexto indican las relaciones que se manifiestan en la UEB de la empresa cárnica de Granma, que produce y distribuye la producción anual del 2017 en cada uno de los meses, pretendiendo controlar los ingresos por cada uno de los tipos de Embutidos de jamonada, según se muestra en la tabla 3.1. En este caso de estudio, el problema consiste en modelar la producción de jamonada para el mes de octubre y noviembre del año 2017 que son similares, que comprende la producción de mostrada en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Plan de producción.

Productos	Producción Bruta (t)	Producción Bruta (t)	Meses
Jamonada	0.2	2.4	Enero-
Jamonada	2	24	Enero-
Jamonada	2.2	22	Menos Julio y
Jamonada	4	8	Octubre y
Total	8.4	56.4	

Para la tabla 3.1 se consideran los datos entregados por los suministradores según las necesidades de producción de estos tipos de productos, se realiza un balance y según los componentes de jamonadas y las necesidades de los clientes, se disponen de cantidades determinadas de recursos disponibles para ese período, cantidades que se muestran totalizadas en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Proporciones de los componentes por tipos de embutidos de jamonadas.

Productos	Carne de Cerdo Deshuesada	Carne de Res Deshuesada	Grasa	Agua	Sal común fina
Jamonada	0.65	0.2	0.05	0.05	0.025
Jamonada	0.563	0.1024	0.054	0.23	0.02
Jamonada	0.67			0.2012	0.018
Jamonada	0.5225	0.218	0.086	0.1261	0.023
Total	2.4055	0.5204	0.19	0.6073	0.086

Como se observa, se encuentran señalados los totales de las materias primas de la carne de cerdo deshuesada y la carne de res deshuesada, indicadores seleccionados por ser los principales componentes, los más costosos y que presentan una disponibilidad limitada.

El profesor para lograr la comprensión de esta información en los estudiantes, debe utilizar el método reflexivo de forma que precise los elementos del sistema que inciden en la planificación de la producción de los Embutidos de jamonadas.

Para el completamiento del estudio también fueron considerados los valores que se muestran en las tablas 3.3 y 3.4 que describen los ingresos mensuales estimados para una tonelada y los ingresos mensuales reales para el año 2017.

Tabla 3.3. Ingresos mensuales estimados para una tonelada.

Productos	Ingreso de (1t)
Jamonada Especial	41740
Jamonada Cocida	34490
Jamonada Escolar	37560
Jamonada Patio	42 390

Tabla 3.4. El plan de ingreso real de la producción previsto para el año 2017.

Productos	Ingreso (Real)
Jamonada Especial	8 348
Jamonada Cocida	68 980
Jamonada Escolar	82 632
Jamonada Patio	169 560

Para concebir el modelo que permita estimar los resultados productivos y los ingresos esperados optimizando los resultados con el uso de los escasos componentes disponibles, se deben satisfacer ciertos requisitos.

- 1) El modelo tiene que satisfacer las cantidades previstas en la Tabla 3.1 para los meses de octubre y noviembre.
- 2) y las proporciones de las cantidades de nutrientes por toneladas y las cantidades totales de estos nutrientes, según la tabla 3.2.
- 3) También debe permitir estimar cantidades por encima de las previstas en la tabla 3.3, según los criterios de optimización de las soluciones.

Los resultados obtenidos, deben servir a la administración para tomar decisiones que permitan organizar la producción con un uso más eficiente de los escasos recursos disponibles, en este caso de carne de res y de cerdo deshuesada. La producción mensual estimada es la mostrada en la tabla 3.4. Estos datos conforman los ingresos que espera obtener la empresa en los meses analizados y que conforman la planificación bruta de la producción (Tabla 3.1) y de los ingresos por las ventas de jamonada en esos meses (Tabla 3.4).

Con estos resultados se puede desarrollar los valores honestidad, responsabilidad, uso adecuado de los recursos y desarrollar trabajo político ideológico, elementos estos que favorecen la formación general de los estudiantes.

Para la comprensión del problema, es necesario que el profesor considere la información del contexto y realice preguntas para que los alumnos comprendan en que consiste el problema en estudio, relacionada con elementos de la información del contexto y como esta se utiliza para la construcción del modelo, que es uno de los momentos importantes y decisivos que tiene la solución de problemas de optimización aplicando técnicas de programación lineal.

Para lograr la comprensión de las relaciones entre la información de las variables, es necesario agotar todos los recursos disponibles para desarrollar el pensamiento lógico, el inductivo y el intuitivo, pudiera ser importante en algunas ocasiones trabajar el problema gráficamente, aunque se debe reconocer las insuficiencias que tienen con estas estructuras matemáticas que son un punto importante para la comprensión e interpretación de procesos.

3.-Construcción del modelo: Esta es una actividad importante y precisa de la clase, debe quedar claro el concepto de modelo como una creación que permite describir un contexto mediante funciones matemáticas, este concepto es amplio y puede tener diversas manifestaciones. También en este caso se puede expresar si no se hizo anteriormente la relación con las ecuaciones lineales y las inecuaciones y aspectos básicos de su utilización. Se pueden hacer actividades de motivación al uso de la modelación mediante la representación de problemas sencillos de la vida cotidiana. El profesor al plantear el modelo debe explicar sus partes principales, de forma que comprendan cada una de sus partes.

En la confección de los modelos matemáticos es fundamental el análisis de las variables de decisión que indican aquellas sobre las que recaen las decisiones a tomar. Para analizar esta parte del modelo la explicación se puede realizar de múltiples formas. En este caso, serán las siguientes.

X_1 : indica las toneladas de Jamonada Especial a producir.

X_2 : indica las toneladas de Jamonada Cocida a producir.

X_3 : indica las toneladas de Jamonada Escolar a producir.

X_4 : indica las toneladas de Jamonada Especial a producir.

	1	X2	X3	X4		RHS
Maximize	41.740.	34.490.	37.560.	42.390.		
Constraint 1	0.65	0.563	0.67	0.5225	<=	4.85
Constraint 2	0.2	0.1024	0.	0.218	<=	1.12
Constraint 3	1.	0.	0.	0.	>=	0.2
Constraint 4	0.	1.	0.	0.	>=	2.
Constraint 5	0.	0.	1.	0.	>=	2.2
Constraint 6	0.	0.	0.	1.	>=	4.
Solution->	0.2	2.	2.2333	4.0147		\$331.394.1

Imagen 1. Resultados del

tercer modelo.

En esta parte es fundamental que se comprenda la totalidad del modelo porque esto facilita la interpretación de los resultados que es el fin más importante del problema desde un punto de vista práctico para el ingeniero, Es necesario también crear momentos para la meditación y la reflexión sobre los procedimientos utilizados y los elementos que se han tenido en cuenta para llegar a esta situación de modelación. Que desde luego tiene en la inducción el método fundamental para plantear el modelo. La actividad de modelación es el arte de representar contexto mediante representaciones matemáticas.

Se debe hacer notar cómo el modelo representa matemáticamente las relaciones entre los componentes de la elaboración de cada tipo de jamonada. El profesor debe precisar que en el modelo están representadas las relaciones necesarias, también debe precisar que el proceso de aprendizaje se realiza desde el contexto a la Matemática.

En la imagen 1 se muestra la pantalla de resultados, las cinco primeras filas representan el modelo planteado, la primera representa la función objetivo que permite el cálculo de los valores obtenidos por cada variable de decisión y el total, luego le sigue la restricción referida a la carne de res y de cerdo respectivamente, las tres restricciones que siguen se refieren al manejo de las producciones y la última fila representan los resultados obtenidos por cada variable.

4.- Resolución del modelo: Los modelos se resuelven en este caso mediante el método simplex que es el más utilizado en la actualidad, si fuera posible por el tiempo se le puede dar al estudiante algunas ideas sobre cómo opera el método simplex. En el caso de los estudiantes de informática se pueden utilizar varias variantes para llegar a la comprensión del método simplex.

La búsqueda de la solución mediante el uso del software QM para Windows, Al usar un software profesional ya se está contribuyendo al cumplimiento de la estrategia curricular de utilización de la informática.

Al analizar los resultados de estas tablas es fundamental interpretar los de la fila 7, que debe ser comparada con los valores estimado de la tabla 3.1 observe que el importe de la producción asciende a 331.394,1.

El profesor en interacción con los estudiantes debe enseñar cómo se interpretan económicamente los resultados con lo que realiza una contribución al pensamiento económico de los estudiantes, pudiendo interactuar de la modelación matemática a la economía.

5) Validación del modelo y Análisis de sensibilidad: En esta etapa es importante que el profesor enseñe con claridad ¿cómo se comparan los resultados del modelo? con los datos tradicionales que se han obtenido para determinar la veracidad del mismo para representar el contexto en estudio. Aquí se debe apoyar con presuntas los procesos lógicos y reflexivos

6) Implementación de los resultados: La implementación de os resultados es un proceso lógico de asignación de los recursos necesarios para la producción modelada y que es necesario analizar para fundamentar la Matemática como una herramienta de apoyo a las decisiones, este es un elemento fundamental que no se debe perder de vista si se quiere realmente lograra que los estudiantes miren la Matemática como una herramienta importante para la solución d problemas de apoyo a las decisiones.

Conclusiones

1. En el problema y en su solución se aprecian aspectos que favorecen la comprensión de la utilidad del contenido y del pensamiento matemático para su aplicación que viabiliza la interdisciplinariedad, a la vez que se motivan cuando descubren la importancia de la Matemática para resolver problemas de su futura profesión.
2. Se muestran aspectos de su utilización para realizar investigaciones que permitan construir y perfeccionar procesos de producción para lograr una mayor eficiencia en la productividad y en el uso adecuado de los recursos, para que considere la Matemática como una herramienta poderosa para las decisiones administrativas.
3. Se analizan estrategias que pueden facilitar el mejoramiento del pensamiento matemático para aplicar la Matemática a otras disciplinas.
4. El proceso descrito analiza cuestiones importantes de la dialéctica del aprendizaje de la Matemática que favorece el aprendizaje de los contenidos y que se manifiesta en que el

aprendizaje se orienta desde el contexto hacia la Matemática, proceso inductivo que permite a los estudiantes interactuar con el contexto para obtener el modelo que contribuya a resolver el problema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. (1995). Una escuela para la excelencia. Centro de estudio para la educación Superior, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
- Bucci, N; Terán, A. (2008). Las nuevas responsabilidades de los Ingenieros. *Universidad, Ciencia y Tecnología*. Junio, 2008 (pp 6).
- Camarena, p (1987). *Diseño de un curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos*. Tesis de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México, 1987.
- Cegarra, J. (2004). Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, España. pp 1-37.
- Freudenthal, H. (1985). Mathematics starting and staying in reality en *Developments in School Mathematics Education Around the World*, texto compilado por Wirszup y Streit, Reston, VA: NCTM. (Traducido .Documento Interno del GPDM).
- García-Córdoba, F. (2005). La investigación tecnológica. Investigar, Idear e Innovar en Ingenierías y Ciencias Sociales. Ciudad de México: LIMUSA, México. pp 31-74.
- Medina y otros (2011). La enseñanza reflexiva en la educación superior. Ediciones octaedro, ISBN: 978-84-9921-137-4, Depósito legal: B. 23.096-2010. Institut de Ciències de l'Eduació, Universitat de Barcelona, España.
- Melo, M. (2003). Las Matemáticas en la ingeniería a través de la historia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 13.
- Villa, J; Ruiz, H. (2009). Modelación en educación matemática: una mirada desde los lineamientos y estándares curriculares colombianos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. No. 27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821. Colombia.
- Wells, G. (1999). *Dialogic Inquire. Toward a Sociocultural Practice and Theory of Education*. Cambridge, University Press. USA.