



Presente y futuro de la investigación en modelación en educación matemática en Colombia

Jhony Alexander Villa Ochoa

Red colombiana de modelación en Educación Matemática- www.recomem.com

Grupo de investigación en Educación Matemática e Historia (UdeA-Eafit)

javo@une.net.co

Resumen

Con el documento de los Lineamientos Curriculares de Matemática publicados en 1998 por parte del Ministerio de Educación Nacional-MEN se propuso la implementación de la modelación matemática como proceso que al incorporarse en el aula de clase, promueve la construcción de conceptos de forma significativa. En este documento me propongo señalar tres factores que han limitado la implementación de la modelación como proceso en el aula de matemáticas. Finalmente, presento algunas perspectivas para el trabajo futuro en nuestro país.

Palabras clave: Modelación en Educación Matemática, creencias, Sentido de Realidad, Recomem.

Introducción

La modelación matemática viene desarrollándose como un campo de investigación con alto grado de consolidación al interior de la Educación Matemática; como prueba de ello, podemos encontrar a nivel internacional, gran cantidad de artículos, eventos académicos, revistas con números dedicados al tema de la modelación, libros, redes y asociaciones dedicados a discutir el tema de la modelación y las aplicaciones en la Educación Matemática. En Colombia, se sugiere oficialmente la implementación de la modelación como proceso en el aula de matemáticas a partir de la publicación de los *Lineamientos Curriculares-Área de Matemáticas* (MEN, 1998) y se ratifica dicha propuesta con los *Estándares Básicos de Competencias* (MEN, 2006). Sin embargo, algunas investigaciones muestran que dichos elementos no han sido lo suficientemente discutidos e incorporados en la cotidianidad de las aulas de matemáticas (Agudelo-Valderrama, 2006; Villa-Ochoa, Berrio, Bustamante, Osorio, & Ocampo, 2009b).

En este documento presento algunos factores, que desde la investigación, se han mostrado como limitaciones para que la modelación matemática sea ampliamente implementada en el aula de clase. Los elementos que aquí presento hacen parte de la investigación “El proceso de modelación en las aulas escolares del suroeste antioqueño”, desarrollada en la Universidad de Antioquia y financiada por el Comité para el Desarrollo de la Investigación-CODI y la Dirección de Regionalización de la misma Universidad.

Modelos y modelación: Algunas nociones

Existe en la literatura múltiples acepciones y enfoques de los términos modelo y modelación. Blum, Galbraith, Henn, & Niss (2007) por ejemplo, plantean que es necesario distinguir el uso estos tér-



minos en la Educación Matemática de los demás usos presentados en otras áreas. Por ejemplo en la educación en general, leemos con frecuencia “el profesor modelo”, “la modelación de las buenas prácticas docentes”, “el modelo de la comprensión del estudiante o de la interacción en el aula”, etc. Sin embargo, el significado de los términos *modelo matemático* y *modelación matemática*, tienen un significado que difiere de las anteriores interpretaciones. Algunas de las aproximaciones más conocidas a estos dos últimos conceptos en el campo de la Educación Matemática fueron presentadas por Posada y Villa (2006) y Villa (2007), ellas son:

- Modelo Matemático es un sistema axiomático constituido por términos indefinidos que son obtenidos por la abstracción y cualificación de ideas del mundo real. (Maki e Thompsom, 1973, p. 14, Gazzetta citado por Leal ¹, 1999).
- Un Modelo Matemático de un fenómeno o situación problema es un conjunto de símbolos y de relaciones matemáticas que representa, de alguna manera, el fenómeno en cuestión. (Biembenhut, M., Hein, N., 2004, p. 106)
- Se define como Modelo Matemático de un sistema prototipo S (físico, biológico, social, químico, etc.) a un completo y consistente sistema de ecuaciones matemáticas Σ , que es formulado para expresar las leyes de S y su solución intenta representar algún aspecto de su comportamiento. (Rutherford, 1978, p. 5)
- Un modelo puede entenderse como un sistema figurativo mental, gráfico o tridimensional que reproduce o representa la realidad en forma esquemática para hacerla más comprensible. Es una construcción o artefacto material o mental, un sistema – a veces se dice también “una estructura” – que puede usarse como referencia para lo que se trata de comprender; una imagen analógica que permite volver cercana y concreta una idea o un concepto para su apropiación y manejo (MEN, 2006, p.52)

En cada una de las anteriores definiciones, podemos reconocer ciertos vínculos entre un modelo matemático y la “*realidad*” que intenta modelar. En este sentido, una comprensión del término *modelo matemático*, no puede escapar al tema de los *sistemas de representación matemática*. Sin embargo, la relación entre estos dos temas requiere de un estudio más profundo lo cual escapa a los intereses de este documento. Para observar algunas reflexiones sobre el papel de las representaciones y la modelación remito al lector al trabajo de Swan, Turner, Yoon & Muller (2007).

Una de las definiciones más abarcadoras del concepto de modelo, la presenta Giordano, Weir, Fox (1997) proponiendo un Modelo Matemático como una construcción matemática dirigida a estudiar un sistema o fenómeno particular del “mundo-real”. En este sentido, una construcción matemática, es un concepto más amplio que incluir gráficas, símbolos, simulaciones y construcciones experimentales; y no sólo una construcción algebraica como lo plantean otros autores.

Por otro lado, el término *modelación matemática* se asocia generalmente al proceso involucrado en la obtención de modelos matemáticos. Lo más importante de considerarse como un proceso, es que como tal, no se agota en la obtención del modelo matemático, y que al contrario es un proceso cíclico que parte de un problema o fenómeno del *mundo real* para ir al campo de las matemáticas, y una vez allí se construye el modelo para volver al fenómeno que le dio origen. Villa (2007) y Blum, et, al (2007) presentan en mayor detalle las fases o momentos de dicho proceso, así:

El proceso de modelación se inicia con la identificación de un fenómeno, situación o problema del mundo extra-matemático; a partir de allí se implican actividades de simplificación, estructuración

¹ Este documento es una tesis de Maestría en Ingeniería de Producción a la cual el lector puede acceder en <http://www.eps.ufsc.br/disserta99/leal/> . consultado el 1 de febrero de 2007

buscando una delimitación y precisión de la situación. Con la recolección de datos, se provee más información sobre la situación y se sugiere el tipo de modelo matemático que puede ser apropiado para direccionar el problema del mundo real. A través de un proceso de matematización, los objetos relevantes, los datos, las relaciones, condiciones e hipótesis del dominio extra-matemático se trasladan hacia las matemáticas resultando así un modelo matemático a través del cual se direcciona el problema identificado. Para Blum y sus colaboradores, el proceso de modelación no finaliza con la obtención del modelo, sino que por el contrario, se hace necesario usar los métodos y procedimientos matemáticos (hipótesis matemáticas, resultados teóricos, solución de ecuaciones, estimaciones numéricas, pruebas estadísticas, simulaciones, etc) para derivar resultados matemáticos pertinentes con las preguntas derivadas de la traslación del problema del mundo real.

Blum y sus colaboradores (2007), establecen que dichos resultados matemáticos deben ser traducidos nuevamente al contexto extra-matemático de donde fueron derivados para realizar un proceso de interpretación. Finalmente el *solucionador de problemas*, valida el modelo mediante la comprobación de los resultados matemáticos y su interpretación como razonables y compatibles en términos de la información dada en el problema original. Cuando el proceso de validación arroje resultados no satisfactorios, todo el proceso debe repetirse con una modificación o un modelo totalmente diferente. Por último (si se logra) la solución del problema original del mundo real se dice, y cuando proceda, comunicará a los demás.

Algunos factores que han influenciado en la implementación de la modelación en el interior de las aulas escolares

Factor 1. Los Lineamientos Curriculares.

Tal y como se presentó en Villa-Ochoa y Ruiz (2009), la modelación se fundamenta en los Lineamientos Curriculares de matemáticas desde al menos tres acepciones:

1. La modelación como una necesidad generada por los desarrollos de la tecnología que permean la sociedad. En este sentido puede inferirse que la modelación responde a los requerimientos del individuo para enfrentarse al mundo de la producción.
2. La modelación como una forma de describir las interrelaciones entre el “mundo real” y las matemáticas. De esta forma se presenta la modelación como un proceso en estrecha conexión con la solución de problemas. Sin embargo, no se hacen explícitos los elementos que caracterizan dicha relación y sus diferencias o similitudes con el proceso de resolver problemas.
3. Como una actividad involucrada en la “solución de problemas reales” que implica procesos de simplificación, idealización y estructuración de las “situaciones reales”, que luego de ser matematizadas arrojan como resultado la construcción de un modelo matemático. El análisis del modelo arroja ciertas conclusiones que se validan cuando son interpretadas a la luz de la situación original y cuando se justifica su uso en coherencia con el propósito con el que fue construido.

A pesar de la coherencia entre los fundamentos presentados por el MEN (1998) y la literatura internacional a cerca de la modelación, es necesario hacer una revisión de los Lineamientos Curriculares, particularmente, de los ejemplos que propone, ya que no son coherentes con los elementos teóricos que plantea. En este sentido, se deben diseñar estrategias que les permitan a los docentes apropiarse de los elementos conceptuales a cerca de la modelación, pero también, construir reflexiones que les permita tomar decisiones a cerca de los *contextos reales* pertinentes a la realidad escolar en la cual están inmersos los estudiantes. Como discutiré más adelante, los contextos *socio-cul-*



turales, juegan un papel clave dicha toma de decisiones. En este sentido, es necesario responder la pregunta, ¿Cuáles son los elementos necesarios que permiten una incorporación de la modelación matemática con autonomía en los currículos institucionales, en un país con tanta diversidad social y cultural?

Factor 2. Sentido de realidad y modelación matemática

En Villa-Ochoa, et al (2009a) se reporta el caso de un profesor en el cual evidencian una sólidas actitudes favorables al cambio (Agudelo-Valderrama, Clarke, & Bishop, 2007), ya que se muestra como un profesor reflexivo, con alto grado de responsabilidad en la tarea de enseñanza de las matemáticas, convencido de la importancia de las matemáticas y su relación con la naturaleza. Este profesor, es consciente de la influencia de sus estrategias de enseñanza en las actitudes positivas o negativas de sus estudiantes hacia las matemáticas. En este sentido, siempre va en búsqueda de nuevas estrategias que le permitan hacer evidente la importancia de las matemáticas a los escolares. Dicho profesor está convencido que la carencia de argumentos frente a los cuales se puedan establecer relaciones entre las matemáticas y la realidad, representan una causa de la apatía de los estudiantes frente a las matemáticas y se siente en gran medida responsable por este hecho.

Para el profesor en mención, las situaciones reales abordadas en el aula de clase, deberían ir más allá de una re-vestidura de conceptos en un contexto artificial, en el mismo sentido, muchas de las situaciones presentadas a partir de los libros de texto, intentan aproximarse a la realidad, pero en la mayoría de los casos, son demasiado simplificadas lo cual poco permite al profesor y a los estudiantes verdaderos procesos de indagación en la búsqueda de datos, en la determinación y simplificación de variables y regularidades. Para dicho profesor, “*la realidad*” es una característica que deben tener las situaciones de manera tal, que tengan significado para los estudiantes, convirtiéndose así en una herramienta que al implementarse en el aula de clase, permite fundamentarle a los estudiantes la importancia de las matemáticas y una forma de responder a la pregunta cotidiana ¿Para qué sirven las matemáticas? Sin embargo la inclusión de dicha realidad a través de situaciones en el aula de clase, es un sueño que para el mencionado profesor es aún difícil de alcanzar.

Por tal razón Villa-Ochoa, et al. (2009a, 2009b) introdujeron el concepto de “**Sentido de realidad**”, el cual se entiende como la *sensibilidad que un profesor debe tener frente a la realidad, que además incluye la intuición y la capacidad de detectar las situaciones y oportunidades del contexto sociocultural frente a las cuales se pueda movilizar el conocimiento de los estudiantes, dicho sentido incluye una buena dosis de imaginación y creatividad.*

El estudio de este caso, mostró que aunque existen profesores con una fuerte convicción positiva del trabajo del aula y con sólidas actitudes favorables al cambio, es necesario el desarrollo de un *sentido de realidad* lo cual posibilita al profesor una manera de establecer relaciones entre el contexto sociocultural y las matemáticas escolares. Por tanto “reflexionar sobre lo que sucede en el aula y prestar atención a las necesidades de todos los alumnos” son condiciones necesarias dentro del proceso de formación de algunos maestros; sin embargo, en el caso de la modelación y las aplicaciones como una componente próxima al contexto sociocultural, no son condiciones suficientes

Con base en los elementos expuestos anteriormente, es importante considerar que el papel de *la modelación* en el aula de clase debe permear la visión que los profesores tienen de la realidad social y cultural de su entorno; este hecho depende, en gran medida, de la capacidad de los docentes para la identificación de contextos reales para su abordaje. Así por ejemplo, al identificar *una empresa de la región* como una realidad objetiva (tiene oficinas, insumos, personas, ofrece servicios, etc) es necesario considerar las diferentes formas de aproximación de los individuos (estudiantes y profesores) a dicha realidad. En otras a palabras, dicha empresa también es una *realidad subjetiva* que

involucra diversas realidades, es decir, los profesores y estudiantes al igual que las demás personas del medio, presentan diversas formas de interacción y por tanto construyen significados distintos a partir de experiencias únicas.

Ante la necesidad de desarrollar en los profesores un *sentido de realidad* propongo nuevas preguntas para la investigación: ¿cuáles son los elementos que deben tenerse en cuenta para desarrollar dicho *sentido de realidad*? ¿Cómo pueden incorporarse estos elementos en los programas de formación inicial y continuada de profesores?

Factor 3. Creencias de los profesores a cerca de algunos elementos de la modelación matemática.

En los últimos años se han desarrollado gran cantidad de investigaciones que abordan el estudio de las concepciones, creencias, actitudes, y conocimiento del profesor de matemáticas. Gil y Rico (2003) resaltan la importancia de este tipo de estudios pues son muchas las situaciones en las cuales se hace necesario conocer dichas creencias, concepciones, actitudes y conocimiento; por ejemplo, para implicar a los profesores en procesos de cambio.

Basados en la literatura Gil y Rico (2003) afirman que:

la investigación educativa ha centrado uno de sus focos de interés en el pensamiento del profesor y, más concretamente, en la investigación sobre el conocimiento, las concepciones y las creencias de los profesores como factores determinantes de su práctica profesional y de sus acciones en el aula (p. 29)

Conscientes de este hecho, en Villa-Ochoa, et al. (2009c) se presentaron algunas creencias que los profesores tienen acerca de algunos factores asociados a la modelación matemática. A continuación presento otros detalles de dichas creencias:

1. La realidad se refleja en un conjunto de problemas que incorporen palabras del contexto de los estudiantes.

Tanto en Blum, et al, (2007) como en las definiciones de modelos presentadas en el segundo apartado de este documento, se establece una relación directa entre lo que significa un modelo y la realidad que se modela. Cuando un profesor asume la realidad en términos de problemas de palabras o problemas cercanos a las realidades *inventadas, falseadas, inusuales, caducadas, lejanas...* (ver, Alsina, 2007) podría asumir la resolución de estos problemas como un proceso de modelación. Una de las características de los problemas asociados a las realidades antes mencionadas, es su carácter simplificado, que no promueve que el estudiante asuma una actitud activa frente al problema, pues no se ve sometido a procesos de experimentación, abstracción determinación de variables y simplificación, las cuales son propias de verdaderos procesos de modelación matemática (Bassanezi, 2002).

2. El proceso de modelación se considera como la construcción de una representación (generalmente simbólica o gráfica) de un problema.

En el segundo apartado de este artículo, describí brevemente las fases inmersas en el proceso de modelación y resalté que la construcción de un modelo no finaliza con la determinación del mismo. En complemento con ello, se debe hacer una resolución en términos matemáticos para posteriormente interpretar y validar el modelo a la luz del fenómeno o problema real del cual surgió. Cuando un maestro se limita a sólo construir ecuaciones, tablas o gráficos de un problema, está restringiendo el proceso a la obtención del modelo, lo cual agotaría la riqueza conceptual que se encuentra inmersa en las interpretaciones, y validación del mismo.

3. En las matemáticas escolares primero se debe “enseñar la teoría” para buscarles la aplicación.
-



Esta parece ser una creencia muy generalizada entre los profesores de matemática, quizás derivada de estrategias de tipo expositivos que aun prevalecen en los programas de formación inicial de profesores.

Para Blum, et al (2007) cuando se utilizan las matemáticas para resolver problemas del mundo real, en un sentido amplio esto se llama a menudo (*applying mathematics*)² aplicación de las matemáticas, y al problema del mundo real que se ha abordado a través de la matemática se le llama una aplicación (*applications*). Blum y colaboradores afirman que en algunas ocasiones hay quienes establecen diferencias entre la modelación y las aplicaciones, siendo la primera un proceso de la “realidad → matemáticas” mientras que el segundo asume el sentido contrario, es decir, “matemáticas → realidad”.

Sea o no pertinente hacer esta distinción entre modelación y aplicaciones, lo que queda claro es que cuando sometemos a los estudiantes a asumir conceptos teóricos para después buscarles aplicación, los estamos comprometiendo con *papel pasivo* de las matemáticas en el cual el estudiante no *construye* matemática sino que sólo las ejecuta. A través de la implementación de la modelación, los estudiantes pueden abordar situaciones de su contexto socio-cultural, y de otras ciencias, permitiendo que el papel de la modelación y las aplicaciones en las matemáticas escolares supere la visión de ser sólo “información o datos” modelados por “otros”, para ubicarse en un papel más significativo donde el estudiante hace parte de la construcción de dicho conocimiento.

Perspectivas a futuro

Pese a que hayan pocas evidencias que nos permitan concluir una amplia implementación de la modelación en las aulas de escolares y que la investigación en este campo en Colombia aun se encuentra en ciernes, el panorama para nuestro país es alentador.

En la última *International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (ICTMA 14) celebrada en Hamburgo-Alemania, se hizo evidente el alto grado de desarrollo que este campo tiene en países como Brasil, Alemania, Australia, USA, Francia, entre otros. Sin embargo, pese a dichos desarrollos investigativos, permanece una problemática más profunda que radica en la poca influencia que los elementos teóricos de la investigación han tenido en la práctica y en la realidad escolar. Se observa que al igual que en Colombia, sigue existiendo una *brecha* entre la investigación y la realidad escolar. En este sentido, es necesario comenzar con espacios en los cuales los profesores, quienes son los directamente implicados en el trabajo escolar, asuman un rol activo de las discusiones e investigaciones, de tal manera que construyan reflexiones que les permitan “*movilizar*” sus creencias y establecer relaciones directas entre el mundo real y las matemáticas.

En este sentido definiendo en este artículo la importancia de considerar el *mundo real* como un aspecto cercano a los *contextos reales de los estudiantes* los cuales considero como aquellos contextos cotidianos, sociales, culturales, de consumo o de otras ciencias; en los cuales los estudiantes se ven enfrentados a la identificación y manipulación de datos, a la simplificación y abstracción de cantidades y variables con miras a la construcción del modelo para su resolución.

En la búsqueda los espacios para la reflexión y discusión entre los profesores e investigadores, un grupo de colegas y yo venimos conformando la Red Colombiana de Modelación en Educación Matemática (www.recomem.com), que intentamos consolidar como un espacio abierto y libre en el

² Se observa que para Blum, et al (2007) el término *applying mathematics*, hace referencia al proceso de aplicación de las matemáticas, mientras que el término *applications* hace referencia al tema o fenómenos en el cual se aplica.

cual los profesores e investigadores encuentren recursos como: actividades de clase, foros de discusión, artículos científicos, entre otros, que les permitan interactuar y construir lazos de comunidad académica.

Por otro lado queda el camino abierto para que las universidades que tienen a su cargo programas de formación inicial de profesores de matemáticas, generen procesos de reflexión que procure la incorporación de *espacios propios* para la modelación matemática que desarrollen una visión de las matemáticas y la *realidad* con la cual se desarrolla la *sensibilidad* a que hace alusión en *sentido de realidad* presentado anteriormente.

Finalmente, son los grupos de investigación quienes están llamados a diseñar en conjunto con los profesores los programas de formación continuada de profesores en los cuales se incorporen aspectos como:

- Las formas como el profesor interpreta la realidad.
- Las formas como el profesor piensa que una situación “armoniza” el contexto escolar.
- La forma como el profesor considera que una situación se “acomoda” o se ajusta hacia la realidad escolar.
- El nivel de comodidad y apropiación que el profesor tenga sobre el contexto sociocultural.
- La “racionalidad” que el profesor le imprima al fenómeno en relación con el concepto a construir.
- El nivel de “entrenamiento” que el profesor posea frente al proceso de modelación.

Como intento mostrar, existe un camino amplio de investigación aplicada a la realidad escolar que al desarrollarse colocaría a nuestro país al frente de los países avanzados en investigaciones sobre el campo de la modelación y las aplicaciones.

Agradecimientos

A los colegas Mario Berrío Arboleda y Carlos Alberto Bustamante Quintero por su apoyo incondicional en la creación de la RECOMEM. Al Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación-Colciencias, por el apoyo prestado a esta investigación mediante la Beca, Créditos condonables COLCIENCIAS-ICETEX 2007, al grupo FORDAD por su apoyo en la realización de este proyecto de investigación y finalmente a la Doctora Diana Jaramiilo y demás colegas de Asocolme, por posibilitarme el espacio para discutir los elementos aquí expuestos.

Bibliografía

- Agudelo-Valderrama, C. (2006). The growing gap between colombian education policy, official claims and classroom realities: Insights from mathematics teachers' conceptions of beginning algebra and its teaching purpose. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 513-544.
 - Agudelo-Valderrama, C., Clarke, B., & Bishop, A. (2007). Explanations of attitudes to change: Colombian mathematics teachers' conceptions of the crucial determinants of their teaching practices of beginning algebra. *Journal of Mathematics Teacher Education* (10), 69-93.
 - Alsina, C. (2007). Si Enrique VIII tuvo 6 esposas, ¿cuántas tuvo Enrique IV? *Revista Iberoamericana de Educación* (43), 85-101.
 - Bassanezi, R. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto.
 - Biembengut, M., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16 (002), 105-125.
-



- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (Eds.). (2007). *Modelling and applications in mathematics education*. The 14th ICMI Study. New York: Springer.
 - Gil, F., & Rico, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), 27-47.
 - Giordano, F., Weir, M., & Fox, W. (1997). *A first Course in Mathematical Modelling*. Brooks/Cole Publishing Company.
 - Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias*. Bogotá: Magisterio.
 - Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares: Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.
 - Posada, F., & Villa, J. A. (2006). *Propuesta didáctica de aproximación al concepto de función lineal desde una perspectiva variacional*. Tesis de Maestría no publicada. Medellín: Universidad de Antioquia.
 - Rutherford, A. (1978). *Mathematical Modelling Techniques*. New York: Dover Publications, INC.
 - Swan, E., Turner, R., Yoon, C. & Muller, E. (2007). The roles of modelling in the learning mathematics. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss, *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (pp. 267-274). New York: Springer.
 - Villa-Ochoa, J. A. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas. Un marco de referencia y un ejemplo. *Tecno Lógicas*, 19, p. 51-81.
 - Villa-Ochoa, J. A., & Ruiz, M. (2009). Modelación en Educación Matemática. Una mirada desde los Lineamientos y Estándares Curriculares Colombianos. *Revista Virtual-Universidad Católica del Norte* (27), 1-21.
 - Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C. A., Berrio, M., Osorio, J. A., & Ocampo, D. A. (2009a). Sentido de realidad y modelación matemática. El caso de Alberto. *ALEXANDRIA. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2 (2), 159-180.
 - Villa-Ochoa, J. A., Berrio, M., Bustamante, C., Osorio, A., & Ocampo, D. (2009b). El proceso de modelación matemática. Una mirada a la práctica del maestro. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 22, pp. 1443-1452. Mexico: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
 - Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C. A., Berrio, M., Osorio, J. A., & Ocampo, D. A. (2009c). Algunas concepciones de los profesores acerca de la modelación como proceso en el aula. *Revista de educación en ciencias/Journal of science education*, 10 (especial), 198-198.
-