

MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA FORMACIÓN DOCENTE DE EDUCACIÓN BÁSICA



Samantha Analuz Quiroz Rivera, Ruth Rodríguez Gallegos
samanthaq.rivera@gmail.com, ruthrdz@itesm.mx
Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey
Avance de investigación
Básico

Resumen

La modelación matemática en tanto estrategia didáctica ha mostrado numerosos beneficios en todos los niveles educativos, lo cual se ve plasmado en la incorporación de dicho término en el currículo de la educación primaria. Para su correcta implementación en el aula es importante que esta estrategia sea estudiada por los docentes de este nivel educativo que se encuentran en formación. Sin embargo, el plan de estudios oficial actual a nivel nacional para la enseñanza de las matemáticas no lo contempla. Para su incorporación, es necesaria una reflexión respecto a los propios actores del proceso, quienes poseen concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. El presente escrito tiene como objetivo presentar los antecedentes de esta problemática así como esbozos del marco teórico y metodológico de un estudio cuyo tema es el estudio de concepciones los docentes en formación respecto a la modelación matemática.

Palabras Clave: *Modelación matemática, docente, concepciones, primaria.*

1. INTRODUCCIÓN

Las matemáticas tienen un papel importante en el currículo de la educación básica para el desarrollo de aprendizajes de los alumnos. Sin embargo, existe una problemática que se ve reflejada en las evaluaciones externas que han puesto en manifiesto una falta de competencia de los alumnos para la resolución de problemas en situaciones familiares (Frade, 2009).

Por ejemplo, la prueba EXCALE (Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos), que se realiza para conocer el desempeño de los estudiantes mexicanos respecto al currículo mediante diversas muestras (Vidal, 2009) reporta un nivel de logro del 51% en la asignatura de matemáticas. Por su parte, la evaluación ENLACE 2011 (Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares) que valora el rendimiento académico de las asignaturas evaluadas, entre ellas las matemáticas, muestra que un 63% de los alumnos del país se ubican en los niveles Insuficiente y Elemental en la asignatura de Matemáticas. Otro indicador lo otorga PISA (Programa Nacional para la Evaluación de Estudiantes) que en el año 2009 muestra que México ocupa el último lugar en cuanto al puntaje obtenido en la asignatura de Matemáticas con 419 puntos, a más de 100 puntos del país mas alto (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2010).

La problemática parece radicar en la vinculación de las matemáticas escolares con las matemáticas en situaciones fuera del aula, también llamadas de la vida diaria o de lo cotidiano. Ante este panorama, la Secretaría de Educación Pública (SEP) inicia en el 2004 la implementación de una Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) en la que se pretende mejorar e innovar las prácticas y propuestas pedagógicas en las aulas del país para buscar fortalecer el desarrollo de competencias para formar ciudadanos íntegros capaces de desarrollar todo su potencial de acuerdo a las necesidades de México en el siglo XXI (Secretaría de Educación Pública, 2011).

En la RIEB, la asignatura de matemáticas sufre cambios metodológicos teniendo ahora una base el desarrollo de competencias para su aplicación en la vida cotidiana. Destaca entre los medios que se proponen para el desarrollo de dichas competencias, la importancia de la modelación matemática de situaciones mediante el lenguaje aritmético. En específico, se establece la importancia de que los alumnos “tengan oportunidades de modelizar situaciones y resolverlas, es decir de expresarlas en lenguaje matemático ,efectuar los cálculos necesarios y obtener un resultado que cumpla con las condiciones establecidas” (Secretaría de Educación Pública, 2011).

Para el logro de dichos objetivos, el rol del docente de matemáticas se constituye en una parte esencial al ser el profesor quien puede tomar la decisión de elegir a la modelación matemática como el medio para que los alumnos aprendan matemáticas de la manera en que está planteada en los programas. Es en la formación inicial docente cuando los futuros maestros debieran tener oportunidad de conocer y dominar los enfoques, formas y procedimientos didácticos para implementar en sus clases de matemáticas la modelación matemática con sus alumnos.

La presente investigación plantea el voltear la mirada hacia la formación de docentes respecto al tema de la modelación matemática. Con lo anteriormente expuesto, no se pretende solo evidenciar la ausencia de la modelación matemática en el currículo actual de los programas de formación docente, sino además se quiere reconocer y valorar el hecho de que los futuros docentes traen consigo concepciones previas respecto a la manera en que se aprende y se enseñan las matemáticas entre otras cuestiones, y que en base a un análisis de dichas concepciones es que eventualmente sería posible preguntarse como éstas pueden ser modificadas para avanzar hacia la incorporación e implementación de la modelación matemática como estrategia didáctica en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en general y en particular en la educación básica.

Las preguntas de investigación que guían el estudio son las siguientes:

- ¿De qué manera la modelación matemática o algunos aspectos de ella viven en los libros de texto oficiales de educación primaria?
- ¿Qué elementos debe considerar una propuesta de capacitación en modelación matemática para docentes en formación de educación básica?
- ¿Qué concepciones tienen los futuros docentes respecto a la modelación matemática en el último semestre de su licenciatura antes y después de haber sido capacitados sobre el tema?

El propósito del presente documento no solo es exponer las razones por las cuales se decide centrar el estudio en esta problemática, sino presentar una síntesis de la revisión de la literatura ya realizada y precisar tres constructos principales que delimitan el tema de la investigación, para finalmente proporcionar elementos para el marco teórico y metodológico que sustentarán a futuro la presente investigación.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En la presente sección se revisa el estado del arte existente dividido en tres grandes constructos que se han identificado como principales en el estudio: modelación matemática, formación de profesores y concepciones (en particular de los docentes).

a) *Modelación matemática*

Una de las razones principales por las que se enseña matemáticas en los niveles básicos es el formar alumnos capaces de aplicar las matemáticas fuera de la escuela en una variedad de contextos y situaciones (Alsina, 2007; Niss, Blum, & Galbraith, 2007).

Es precisamente si se tiene este objetivo que la modelación matemática se convertiría en la estrategia adecuada puesto que nace con el propósito de crear un vínculo entre la matemática escolar y la experiencia de vida de los estudiantes.

En el presente estudio se hablará de modelación matemática como una estrategia didáctica que permitirá dar un contexto a las matemáticas que se enseñan en la escuela. A pesar que ha habido múltiples autores que definen de manera diversa a la modelación, se retoma en particular a Trigueros (2006) quien detalla la modelación como un proceso cíclico, y no algo unidireccional que consiste en como proporcionar problemas abiertos y complejos en los que se puedan poner en juego conocimientos previos y habilidades creativas para sugerir hipótesis y plantear modelos que expliquen el comportamiento del fenómeno en términos matemáticos.

El proceso de modelación también puede ser representado a través de representaciones gráficas que, a lo largo de los años han ido incorporando nuevos elementos para un mejor entendimiento de las etapas por las que el alumno atraviesa. Entre los principales aportes se encuentran las investigaciones de Niss *et al* (2007), Alsina, (2007a), Blomhoj & Hojgaard Jensen (2007), Lesh & Yoon (2007), Blum (2002) y Rodríguez (2007, 2010).

En particular Rodríguez (2007, 2010) incluye dos dominios adicionales al “real” (*reality*) y el matemático (Ver figura 1). Esta inclusión se debe a que si bien se ha definido al mundo real como todo lo que tiene que ver con la naturaleza, la sociedad o la cultura (todo lo que no es matemáticas), incluyendo la vida diaria, se reconoce un dominio intermedio entre el real y el matemático, y a este se le denomina Dominio Pseudo-Concreto (*real model*). Por otro lado, dado que el esquema es planteado para la modelación en un nivel medio superior y superior, se tiene la necesidad de incluir además un dominio Físico (aunque en realidad este correspondería al dominio en el cual técnicamente se modela; físico, químico, biológico u otro. Es por esto que se identifican claramente estos 4 dominios en un esquema de modelación más global.

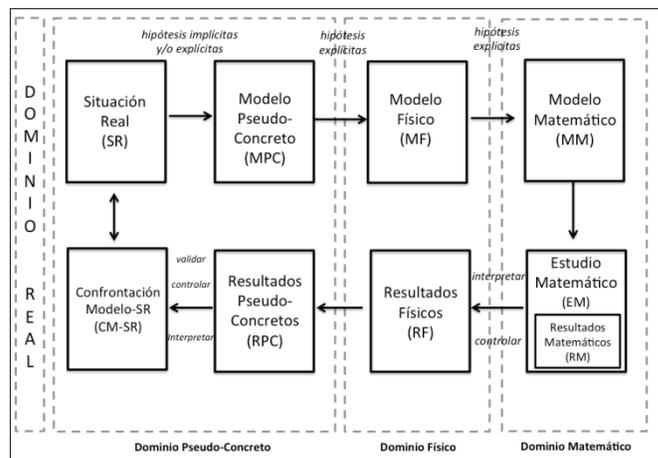


Figura 1. Descripción del proceso de modelación (Rodríguez, 2007, 2010).

La literatura muestra que existen múltiples estudios sobre las repercusiones de la modelación matemática en su aplicación con alumnos de diversos niveles educativos. Entre algunas de estas consecuencias positivas se encuentran el logro de conexiones entre las matemáticas escolares y situaciones de su vida diaria; la reducción de la ansiedad hacia las matemáticas; la promoción de la comunicación entre estudiantes y el trabajo colaborativo; el aumento de la motivación por aprender; y el apoyo del desarrollo de competencias matemáticas (Aravena & Caamaño, 2009; Maaß, 2006).

Para el logro de tales beneficios, es necesaria una implementación correcta de la modelación matemática en las aulas de clase, lo que sin duda demanda un profesor preparado en el uso de esta estrategia didáctica. Rodríguez (2007) y Doerr (2007) sugieren poner ahora especial atención al rol de los docentes en modelación y la manera en que debieran ser preparados para realizar esta labor. Se argumenta que la formación de docentes debe proveer experiencias donde se les presenten diversos contextos en la resolución de problemas y herramientas que permitan llevar a los estudiantes a un análisis meta cognitivo de la modelación matemática. Lo anterior sugiere lo conveniente de realizar un análisis de lo que sucede en la formación de docentes de matemáticas en niveles básicos, específicamente en México.

b) Formación docente

Un asunto central para la mejora de la educación es sin duda la formación de los maestros puesto que los nuevos maestros se constituyen como la vía por la que el sistema renueva sus prácticas, cuestiona sus tradiciones, acepta nuevas visiones teóricas, se abre al conocimiento y se revitalizan (Latapí, 2003).

Específicamente en la asignatura de matemáticas, se ha evidenciado que asignar a los estudiantes docentes de calidad, que sea agentes reflexivos de su práctica y tengan gran conocimiento sobre las teorías educativas matemáticas, tendrán incidencias en el aprovechamiento de los alumnos y se mejorará la calidad de su educación (Garduño, Carrasco, & Raccanello, 2010).

Investigaciones como la de Bonotto (2007) y Galbraith (2007b) muestran que la implementación de la modelación matemática en el currículo de la formación docente puede afectar positivamente, puesto que no solo produce impactos en el modo de ver el mundo matemático y problemas de modelación específicos, sino que provoca cambios en las concepciones de los alumnos así como el desarrollo de una disposición hacia las matemáticas.

En México, los docentes de educación básica se forman en Escuelas Normales. El programa de la licenciatura tiene destinadas dos asignaturas principalmente que llevan por nombre: Matemáticas y su Enseñanza I y II que se cursan en el segundo y tercer semestre de la licenciatura. El programa indica que el propósito específico de estas materias es que los alumnos consoliden y amplíen sus conocimientos sobre los contenidos matemáticos que el maestro de educación primaria requiera dominar y comprendan en que consiste el enfoque para la enseñanza de la disciplina (Secretaría de Educación Pública, 2001).

Es claro que no se contempla la modelación como estrategia de enseñanza de las matemáticas, existen rasgos del enfoque metodológico constructivista que la vinculan con la estrategia mencionada, puesto que retoma elementos que enfatizan a la resolución de problemas como medio principal para la construcción de conocimientos, además priorizan la importancia de

reconocer los procedimientos informales de los alumnos, la confrontación de procedimientos, el trabajo en equipo, y otorga al alumno el rol primordial en la construcción de su aprendizaje.

Sin embargo, a pesar de que estos elementos no contradicen a la modelación matemática, no es suficiente con ello para establecer que el docente conoce sobre la temática, puesto que ni siquiera se menciona explícitamente la palabra. Esto contrasta con el Plan de Estudios de Educación Primaria donde, como se mencionó en el apartado anterior, se establece como uno de los objetivos principales para la asignatura de matemática el que el alumno sepa modelar problemas de la vida cotidiana.

A pesar de que lo anterior sustenta el hecho de la necesidad de incorporar la modelación matemática en el currículo de la formación de docentes de educación básica, es claro que esta incorporación debe estar sujeta a una extensa revisión respecto a los principales actores del proceso de aprendizaje: los alumnos, en este caso los estudiantes de las escuelas normales y futuros docentes.

Se ha puesto en evidencia que los futuros docentes traen consigo concepciones previas respecto a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, fruto de sus experiencias anteriores, y es por ello que conocerlas, podría apoyar el mejor entendimiento de su proceso de aprendizaje y con ello permitir incorporar a la modelación matemática como una estrategia para sus futuros alumnos. Por lo anteriormente expuesto, se retoma como importante el estudio de las concepciones docentes que se presenta a continuación.

c) Concepciones docentes

El proceso de implementación de algún contenido en el currículo educativo de los docentes en formación no debe ser un proceso fortuito ni apresurado. Es necesario, además del análisis de los temas de matemática educativa que están dentro de las asignaturas de las Escuelas Normales, una reflexión profunda sobre los jóvenes que deciden entrar en el proceso de formación docente.

No debe bastar con asumir que los futuros docentes saben o no saben, sino que es necesario que se comprenda que ellos traen consigo concepciones que en ocasiones son ideas espontáneas que no deben ser llamados errores, sino *preconcepciones* o *misconceptions* (Redish, 1994).

El estudio de las concepciones inicia con la incorporación de la Teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990). En él se explica que las concepciones previas de los alumnos han sido consideradas como errores o concepciones ingenuas o alternativas en relación con las concepciones científicas, sin embargo, es necesario el reconocimiento del sujeto como un sistema dinámico con mecanismos regulatorios capaces de asegurar su proceso cognitivo (Vergnaud, 1990). De acuerdo a esta teoría las concepciones previas de los alumnos contienen teoremas y conceptos en acción que no son verdaderos teoremas y conceptos científicos pero que pueden evolucionar hacia ellos. En ocasiones tales concepciones deben ser consideradas como precursoras de los conceptos científicos a adquirir, y en algunas otras han de ser construidas nuevas concepciones científicas solamente abandonando las concepciones previas.

De allí, la necesidad de reconocer que los docentes en formación traen consigo una serie de concepciones previas las cuales son fruto de su experiencia e influyen su manera de enseñar y aprender matemáticas (Thompson, 1992). Ellas, moldean la metodología y presentación del contenido matemático en maneras que se cree que los estudiantes comprenderán la materia. Por

tanto, para una comprensión de la pedagogía que eligen los docentes es imprescindible la comprensión de las concepciones (Nyaumwe, 2004).

El término concepción ha sido definido por múltiples autores, que han intentado diferenciarlo del término creencia o conjuntarlos. Así en la presente investigación se retoma la definición de concepción dada por Thompson (1984) quien afirma que una concepción docente de la naturaleza matemática puede ser vista como las creencias, conceptos, significados, reglas, imágenes mentales y preferencias respecto a la disciplina de matemáticas que los docentes poseen consciente o subconscientemente.

Si bien el estudio de las concepciones previas de los docentes de matemáticas es un tema importante para el entendimiento de las situaciones que se viven en el salón de clases, es necesario ahora poner énfasis en la reflexión de cómo, a las instituciones formadoras de docentes pudieran serles útiles tal conocimiento para lograr que dichas ideas sobre las matemáticas y su enseñanza, frutos de experiencias vividas, puedan ser aprovechadas pero modificadas en los cursos que se desarrollan para esta asignatura en especial.

3. ESBOZO DEL MARCO METODOLÓGICO

En la presente sección se pretende esbozar a grandes rasgos la metodología que se tiene vislumbrado a utilizar. Se ha considerado en la utilidad de una metodología mixta, de acuerdo al tema planteado, puesto que retomaría bondades de ambos enfoques: el cualitativo y el cuantitativo (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003). Se planea el trabajo en 3 fases, las primeras dos en un corte cualitativo y la tercera de manera cuantitativa.

La primera fase constaría en el realizar un análisis praxeológico de programas oficiales y libros de texto de matemáticas de educación primaria (Chevallard, 1999; Artaud, 2007; Rodríguez, 2007 y 2010). Dicho análisis permitiría conocer el rol de la modelación matemática en la panorámica de temáticas de la asignatura de matemáticas de la educación primaria y con ello la selección sobre cuál tema y/o grado resultaría importante indagar más al precisar en qué hábitat la modelación *vive* con más amplitud.

En la segunda fase se buscará la indagación de las concepciones de los docentes en formación respecto a la modelación matemática. Esto mediante observaciones en clases tanto en la escuela normal, como en sus escuelas primarias.

En una tercera fase mediante el uso de un cuestionario de concepciones en modelación matemática se pretende, mediante un análisis cuantitativo, poder medir el cambio en las concepciones luego de haber implementado un curso de modelación.

Se ha considerado además que la población esté configurada por alumnos de séptimo y octavo semestre de la Licenciatura en Educación Primaria de una Escuela Normal, puesto que poseen la dualidad de ser alumnos de la Escuela Normal y a su vez tener un grupo de educación primaria a cargo en su servicio social. La muestra sería inicialmente por voluntarios.

4. REFLEXIONES FINALES

Es cierto que existe una gran área de oportunidad respecto a la enseñanza de las matemáticas en nuestro país. La investigación ha promovido un gran trabajo al buscar la manera en que los alumnos de los diversos niveles educativos logren ver a las matemáticas como una herramienta útil en sus vidas diarias dentro de las diferentes situaciones que se les presenten. Para ello, la modelación matemática ha mostrado que es una estrategia que puede apoyar a los alumnos a encontrar dicha utilidad en la asignatura.

La revisión de la literatura deja claro que son múltiples las investigaciones que coinciden en su elección, recientemente habiendo una preocupación mayor por los niveles básicos, donde los alumnos deben cimentar las bases para sus futuros aprendizajes desarrollando nociones matemáticas primordiales. Es por ello que se encuentra necesaria una revisión de la manera en que los docentes están siendo formados. El presente se suma a esta preocupación apuntando la mirada hacia el análisis de las concepciones que los docentes en formación poseen respecto a la modelación matemática, ya que se considera al docente como un actor decisivo en la correcta implementación de la modelación matemática para el logro del aprendizaje de los alumnos.

5. REFERENCIAS

- Alsina, C. (2007). Less chalk, less words, less symbols... more objects, more context, more actions. (W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss, Eds.) *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(21), 35–44. doi:10.1007/97803872982212
- Aravena, M. D., & Caamaño, C. E. (2009). Mathematical models in the secondary Chilean education. In M. Blomhoj & S. Carreira (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics* (pp. 159–176). Dinamarca: Roskilde University.
- Artaud, M. (2007). Some conditions for modelling to exist in mathematics classrooms. *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(3.6.1), 371–378.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. (2007). What's all the fuss about competencies? *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(22), 45–56. doi:10.1007/97803872982213
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education – Discussion Document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1), 149–171. doi:10.1023/A:1022435827400
- Chevallard, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221–266.
- Doerr, H. M. (2007). A theory of mathematical modelling in technological settings. *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(24), 69–78. doi:10.1007/97803872982214
- Frade, L. (2009). *Desarrollo de competencias en educación: desde preescolar hasta el bachillerato*. D.F., México: Inteligencia Educativa.
- Galbraith, P. (2007). Beyond the low hanging fruit. *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(25), 79–88. doi:10.1007/97803872982216
- Garduño, L., Carrasco, M., & Raccanello, K. (2010). Los formadores de docentes y la autoeficacia para la enseñanza en una muestra de escuelas normales en el estado de Puebla. *Perfiles Educativos*, 32(127), 85–104.

- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2003). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Latapí, P. (2003). *¿Cómo aprenden los maestros?* D.F., México: Secretaría de Educación Pública.
- Lesh, R., y Yoon, C. (2007). What is the distinctive in (our views about) models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching? *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(31), 161–170. doi:10.1007/978038729822115
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies ? *ZDM*, 38(2), 113–142.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(1), 3–32. doi:10.1007/9780387298221
- Nyaumwe, L. (2004). The impact of full time student teaching on preservice teachers ' conceptions of mathematics teaching and learning. *Mathematics Teacher Education and Development*, 6(1), 19–30.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010). *PISA 2009 Results : What Students Know and Can Do. Science* (1° ed., Vol. I, p. 272). OCDE Publishing.
- Redish, E. F. (1994). Implications of cognitive studies for teaching physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796. doi:10.1119/1.17461
- Rodríguez, R. (2007). *Les équations différentielles comme outil de modélisation mathématique en Classe de Physique et de Mathématiques au lycée : une étude de manuels et de processus de modélisation d ' élèves en Terminale S. Sciences-New York*. Joseph Fourier Grenoble I.
- Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(4-1), 191–210.
- Secretaría de Educación Pública. (2001). *Matemáticas y su Enseñanza I*. D.F., México: Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Plan de Estudios 2011* (1° ed., p. 92). México.
- Thompson, A. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15(2), 105–127. doi:10.1007/BF00305892
- Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: a synthesis of the research. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Nueva York, Estados Unidos de América: Macmillan.
- Trigueros, M. (2006). Ideas acerca del movimiento del péndulo: un estudio desde una perspectiva de modelación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(031), 1207–1240.
- Vergnaud, G. (1990). Teoría de los campos conceptuales. *Reserches en Didáctique des Mathématiques*, 10(2), 133–170.
- Vidal, R. (2009). *¿Enlace, Exani, Excale o PISA? Director*. D.F., México: Ceneval.