

MODELO PARA EL ANÁLISIS DE CONCEPCIONES DE MODELACIÓN MATEMÁTICA DE DOCENTES EN FORMACIÓN

Samantha Quiroz Rivera, Ruth Rodríguez Gallegos

samanthaq.rivera@gmail.com, ruthrdz@itesm.mx

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey

Avance de Investigación

Profesionalización docente en matemáticas / Modelación y aplicaciones y matemática en contexto

Básico

RESUMEN

En el currículo de las escuelas primarias de México, se reconoce la importancia de las matemáticas en la medida en que ésta sea utilizada como una herramienta flexible para la resolución de problemas de la vida cotidiana por los alumnos. Ésta vinculación entre realidad y matemática escolar es precisamente el objetivo de la modelación matemática como estrategia didáctica. Vista desde esta perspectiva, son los docentes los agentes claves para el desarrollo de clases que utilicen tal estrategia en sus lecciones. Sin embargo, la modelación matemática no está comprendida en el currículo básico de la formación inicial de docentes. La presente investigación tiene como objetivo el estudio del aprendizaje del concepto de Modelación Matemática en docentes en formación, mediante el estudio de sus concepciones, así como de la posible evolución en ambientes de colaboración.

PALABRAS CLAVE: Modelación matemática, Formación docente, Concepciones, Educación primaria.

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones nacionales e internacionales muestran resultados desalentadores en el aprendizaje de las matemáticas en nuestro país. México ocupa el último lugar en la prueba PISA (Programa Nacional para la Evaluación de Estudiantes) aplicada por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2010) en esta asignatura, y a su vez, EXCALE (Exámenes de la Calidad y el Logro Educativos) reporta 51% de alumnos reprobados en el nivel primaria (Vidal, 2009).

Estos resultados son reflejo de la enseñanza de unas matemáticas que parecen estar en total desvinculación con la realidad que viven los alumnos diariamente. Los docentes, parecen olvidar el fin último de la enseñanza de esta asignatura: su uso flexible como una herramienta que le permita al alumno resolver situaciones de la vida cotidiana.

Las nuevas reformas señalan como prioritario la implementación de clases que vinculen las matemáticas escolares con las matemáticas de la vida cotidiana, promoviendo oportunidades para el desarrollo de competencias de modelación matemática dentro de los textos escolares. Sin embargo, las intenciones de Secretaría de Educación Pública parecen quedarse en el papel.

Un estudio anterior, consistente en un análisis de libros de texto escolares de matemáticas en los seis grados de la educación primaria, evidenció que en la mayoría de las lecciones no son promovidas actividades que lleven a los alumnos a modelar situaciones, sino que mayormente promueven la resolución de algoritmos aislados donde las matemáticas son utilizadas mecánicamente y sin contexto alguno (Quiroz y Rodríguez, 2013).

La presente investigación defiende el importante papel de los maestros como agentes de cambio en la puesta en dicha problemática. Con libros de textos que parecen no promover actividades para el uso de las matemáticas en situaciones comunes, es el docente, a través de su planeación diaria, quien tiene la responsabilidad de diseñar situaciones para tal fin. Sin embargo, la ausencia de la modelación matemática como estrategia didáctica en el currículo de las escuelas normales salta a la vista. Es por ello, que la presente investigación, cuestiona la manera en que los docentes de escuelas primarias están siendo formados para la enseñanza de las matemáticas y propone elementos que apoyen el aprendizaje de la modelación matemática como estrategia didáctica para su implementación en el aula de clases. Para ello, se proponen dos preguntas de investigación ¿Qué concepciones tienen los futuros docentes respecto a la modelación matemática en el último semestre de su licenciatura? y ¿Cómo evolucionan las concepciones de los futuros docentes a través de un ambiente de colaboración?

MARCO TEÓRICO

Los referentes básicos sobre modelación matemática se retoman de los estudios de Blum y Niss (1990) y Niss, Blum, y Galbraith (2007) que la definen como la relación entre las matemáticas y los contextos extra-matemáticos. Para la descripción de la Modelación Matemática se utiliza el modelo de Rodríguez (2007, 2010) donde a través de ocho etapas que transitan entre tres dominios diferentes es posible explicar el paso de los alumnos a través del ciclo de modelación.

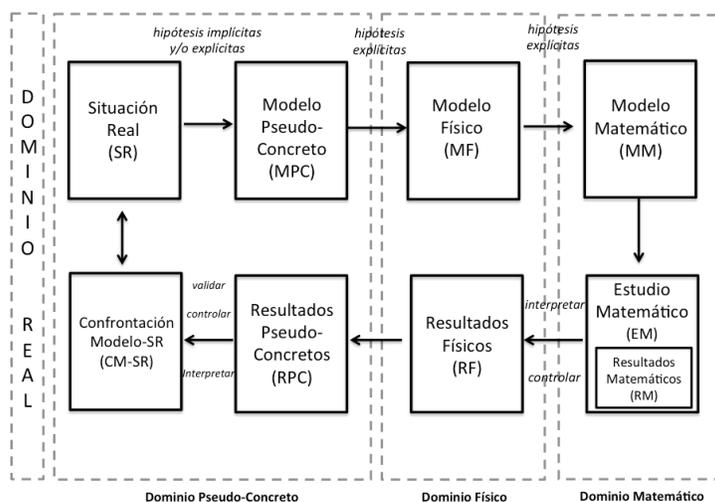


Figura 1. Ciclo de modelación de Rodríguez (2007, 2010)

La modelación matemática han reportado resultados alentadores en los niveles básicos (primaria y secundaria) cuando es incluida dicha estrategia en la enseñanza de las matemáticas, como el desarrollo de competencias matemáticas, una mejor comprensión de las relaciones entre las

matemáticas y la realidad, mayor colaboración, entre otros aspectos (Castañeda, 2010; Quiroz, 2011).

Es por ello, que parece sorprendente que en el currículo de la formación de docentes no esté presente la modelación matemática. Los docentes de primaria en México, formados en Escuelas Normales, tienen en su plan de estudios dos materias relativas a la enseñanza de las matemáticas impartidas en el segundo y tercer semestre de su licenciatura. En dichas materias se pueden ver, elementos de la didáctica de las matemáticas que no se encuentran tan separados de la modelación, pero que no son suficientes para el desarrollo de habilidades para su uso en diversos planes de clase.

A pesar de que el problema pareciera ser simple, la reducción de su solución a la incorporación de la modelación matemática en el currículo parece ser simplista y no suficiente. Se considera, que proporcionar a los docentes una definición de modelación matemática no conllevaría a un verdadero aprendizaje de ella, ni por consecuencia a su puesta en marcha en las aulas de clase de las escuelas primarias (Vergnaud, 1990).

Como apoyo a lo anterior, el presente investigación se centra específicamente dentro de una perspectiva cognitiva, que se vale de la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) para el estudio del desarrollo y aprendizaje del concepto Modelación Matemática en futuros profesores. Para ello, nos apoyamos en la noción de concepción utilizada por Balacheff y Gaudin (2002) como la suma del conjunto de situaciones que le dan sentido al concepto (Situaciones), el conjunto de esquemas que describen la acción del sujeto (Esquemas), el conjunto de significantes asociados (Representaciones simbólicas), así como el conjunto de acciones que permiten juzgar la validez de las decisiones de los individuos en situaciones problemas (Estructura de control).

Reconociendo que la mayoría de los estudios de concepciones que utilizan la TCC están asociados a un concepto matemático, comenzando por los mismos análisis hechos por Vergnaud (1990) respecto a las estructuras aditivas y multiplicativas, en el estudio se propone un modelo para el análisis de las concepciones de modelación matemática, como un objeto no matemático, a la luz de esta teoría.

El modelo está basado en la búsqueda de los esquemas (invariantes operatorios) referentes a modelación matemática que utilizan los docentes en formación en la resolución de una situación específica planteada por el investigador, a través de sus diversas representaciones simbólicas, donde además, se pongan en evidencia las maneras en que se juzgan la validez de sus acciones. Se presentan a continuación con más detalle cada aspecto referido:

a) Situación:

De acuerdo con la TCC, los procesos cognitivos y las respuestas del sujeto son función de las situaciones a las que se les confronta. Por ello, las situaciones han de ser escenas interesantes y ricas que pongan en práctica el concepto de modelación matemática, apoyándose en el conocimiento de la dificultad relativa de las tareas cognitivas, los obstáculos que se encuentran y el repertorio de procedimientos disponibles y representaciones posibles (Vergnaud, 1990).

Por lo anterior, las situaciones elegidas como más adecuadas para encontrar la operación del concepto Modelación Matemática en los docentes en formación son la planeación e impartición de clases de matemáticas en un contenido específico. Las situaciones serán puestas en marcha de la siguiente manera:

9. Profesionalización docente en matemáticas

- Situación 1. Planeación e implementación de una clase de matemáticas. Planeación de manera conjunta por cinco docentes en formación, quienes trabajando colaborativamente generarán un plan de clase “idóneo” para un contenido matemático elegido. Posterior a ello, implementación por uno de los docentes en su grupo de clases en la escuela primaria, mientras que las otras 4 docentes observan sus acciones.
- Situación 2. Discusión y mejoras al plan de clase ya elaborado, así como su nueva implementación. En la segunda situación, los docentes en formación se reunirán a discutir lo observado en la implementación del plan de clase elaborado. Se propondrán mejoras a las actividades que se consideren pertinentes. Un segundo sujeto implementará el plan de clase elaborado en otra escuela primaria mientras las otras 4 docentes observan. En esta situación el investigador brindará lecturas pertinentes que pretendan a una evolución en las concepciones de los docentes sobre Modelación Matemática y que serán discutidas en por el grupo de docentes.
- Situación 3. El mismo procedimiento que la situación 2, pero con un tercer docente.
- Situación 4. El mismo procedimiento que la situación 3, pero con un cuarto docente.
- Situación 5. El mismo procedimiento que la situación 4, pero con un quinto y último maestro.

b) Esquema:

El estudio tendrá una referencia importante que buscar ser una guía en el camino hacia la definición de los esquemas relacionadas específicamente con Modelación Matemática. Esta referencia es el diagrama del ciclo de modelación matemática presentado por Rodríguez (2007, 2010). El diagrama por etapas que presenta la autora, brinda un detalle importante sobre las acciones que los alumnos realizan al modelar situaciones matemáticamente por lo que se considera que estas acciones deben provenir precisamente de actividades diseñadas por anterioridad por el docente en el momento de su planeación. Las etapas que presenta el ciclo de modelación matemática de Rodríguez (año) son:

- Situación Real
- Modelo *pseudo-concreto*
- Modelo Matemático
- Trabajo/Resultado matemático
- Resultado *pseudo-concreto*
- Resultado Real

Los esquemas de modelación matemática que un docente debiera poseer al planear una clase de matemáticas deberían llevar al alumno a través de dicho ciclo. El estudio de las concepciones de los docentes busca a su vez realizar una contribución al diagrama presentado por la autora analizando su estudio pero desde el punto de vista del docente.

c) Representaciones simbólicas:

9. Profesionalización docente en matemáticas

Las representaciones simbólicas son definidas como el conjunto de formas lingüísticas y no lingüísticas que permiten representar simbólicamente el concepto, sus propiedades, las situaciones y los procedimientos de tratamiento (Vergnaud, 1990). Es por tanto, que en la aplicación de las situaciones a los futuros docentes, se realizaron videgrabaciones con el propósito de analizar las formas lingüísticas (expresiones, discusiones, argumentos) y no lingüísticas (anotaciones, dibujos, diagramas) que utilizan los docentes al resolver la situación.

Específicamente, se cuenta con el siguiente material, que brindará apoyo para la triangulación de los resultados y su validación;

- Grabaciones de las sesiones de planeación de cada situación.
- Grabaciones en las escuelas primaria durante la aplicación.
- Anotaciones de los sujetos en las planeaciones
- Anotaciones de los sujetos en la implementación
- Planes de clase generados para cada situación
- Materiales didácticos diseñados por los sujetos para su implementación en el aula.

d) Estructura de control:

Este cuarto elemento, introducido por primera vez por Balacheff en 2003, tiene como propósito no dejar de lado el juicio de los sujetos cuando, al enfrentarse a las situaciones, les permiten decidir qué acciones realizar y a su vez comprender su validez. Es mediante esta estructura de control por medio del cual los sujetos pueden estimar la plausibilidad de sus hipótesis al utilizar ciertos esquemas, o decidir modificarlos.

En la investigación, se buscarán los momentos en los que los docentes en formación expresen por medio de argumentos si los esquemas que están poniendo en marcha son eficaces o es necesario el cambiarlos. Esto, se buscará más específicamente en las Situaciones 2, 3, 4 y 5, donde, a través de discusiones entre ellos mismos, reiteren las actividades seleccionadas al planear la clase de matemáticas o las critiquen y modifiquen.

MÉTODO

La investigación presentada está inserta en un enfoque cualitativo, ya que la principal tarea es entender el mundo complejo desde el punto de vista de quienes lo experimentan. Específicamente se selecciona el Estudio de casos múltiples, puesto que se investiga un acontecimiento explorado a través de algunos casos dentro de su contexto y a través de múltiples fuentes de información (Creswell, 2007). El proceso de recolección de datos se llevó a cabo en una Escuela Normal pública con una muestra de 5 docentes en formación del octavo semestre durante el período enero-mayo de 2014.

El diseño de investigación fue el Estudio de Lecciones, consistente en un proceso mediante el cual los profesores trabajan en común para mejorar progresivamente sus métodos pedagógicos examinándose y orientándose mutuamente las técnicas de enseñanza y que contiene 3 fases (Mena, 2007):

1. Planeación: Diseño por un grupo de profesores de una lección.
2. Implementación: Implementación de la lección llenando un registro de lo ocurrido.

3. Revisión y discusión de los registros y recuerdos de lo ocurrido con el objetivo de mejorar la lección y derivar en recomendaciones para su reestructuración y nueva implementación (Ver Figura 2)

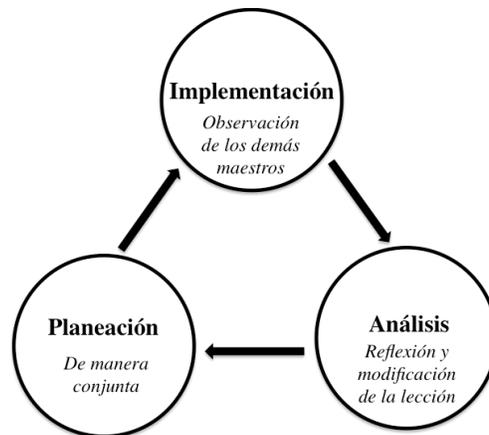


Figura 2. Diseño de investigación Estudio de Lecciones

REFLEXIONES Y CONCLUSIONES

La Modelación Matemática como estrategia didáctica es un contenido que debiera aparecer en el currículo de la formación de profesores de educación primaria. El aprendizaje de dicha estrategia no estriba solamente en la definición de ella en las clases de Matemáticas de las escuelas normales, es necesario un análisis profundo respecto al desarrollo de este concepto en los jóvenes estudiantes.

La presente investigación pretende proponer un modelo para el análisis de las concepciones de Modelación Matemática y su evolución en ambientes de colaboración entre futuros docentes. A través de un enfoque cognitivo, se presentó la manera en que serán estudiados los elementos de una concepción y la metodología que se seguirá para la recolección de los datos.

Actualmente, los datos han sido recolectados y los resultados generados están siendo analizados a la luz de los referentes teóricos expuestos en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balacheff, N., y Gaudin, N. (2002). Students conceptions: an introduction to a formal characterization, *Cahier Leibniz*, 65 (1), 1–21.
- Blum, W., y Niss, M. (1990). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects. State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37–68.
- Castañeda, E. (2010). *La modelación como estrategia didáctica para la resolución de problemas en educación secundaria haciendo uso de un recurso educativo abierto*. Tecnológico de Monterrey.
- Creswell, J. (2007). *Qualitative Inquiry and Research Design* (p. 414). California: Sage.

9. Profesionalización docente en matemáticas

- Mena, A. (2007). Proemio. In *El Estudio de Clases Japonés en Matemáticas, Su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global* (p. 341). Valparaíso: Pontificia universidad Católica de Valparaíso.
- Niss, M., Blum, W., y Galbraith, P. (2007). Introduction. *Modelling and Applications in Mathematics Education, The 14th ICMI Study*, 10(1), 3–32. doi:10.1007/9780387298221
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010). *PISA 2009 Results : What Students Know and Can Do. Science* (1º ed., Vol. I, p. 272). OCDE Publishing.
- Quiroz, S. (2011). *El desarrollo de competencias de modelación matemática en el cálculo de volumen de prismas en un grupo de sexto grado utilizando las webquest como tecnología de apoyo*. Tecnológico de Monterrey.
- Quiroz, S., y Rodríguez, R. (2013). Análisis de concepciones sobre modelación matemática en docentes en formación de educación básica. In *Memorias de la XVI Escuela de Invierno de Matemática Educativa*, Chiapas, México, 2-9.
- 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.
- Vergnaud, G. (1990). La 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.