

La modelización matemática. Análisis de entrevistas a docentes y su material de clase

The mathematical modeling. Analysis of teacher interviews and their class material

María Cuenca(1), Lucía Palauro(2), Mercedes Astiz(3), Carolina Vivera(4)

Resumen

En este trabajo se presentan parte de los resultados obtenidos a través de un plan de trabajo en una beca de investigación de Alumno Avanzado de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El mismo tuvo por objetivo general analizar la utilización de la modelización matemática en la práctica docente de profesores de educación secundaria y estudiantes universitarios del profesorado. Se realizó un estudio de casos múltiples en el que los sujetos participantes fueron docentes de escuela secundaria, tanto de gestión pública como privada y estudiantes del profesorado en matemática que, al momento de la investigación, estaban realizando sus prácticas docentes finales. Se utilizaron estrategias metodológicas cualitativas como las observaciones, entrevistas y análisis de materiales de clase. Se describen los resultados del análisis de las entrevistas realizadas a los docentes en actividad, del material de clases utilizado y las conclusiones a las que se arribaron.

Summary

This paper presents part of the results obtained through a work plan in a research scholarship for Advanced Student of the National University of Mar del Plata. The general objective was to analyze the use of mathematical modeling in the teaching practice of secondary school teachers and university students of teachers. A multiple case study was conducted in which the participating subjects were secondary school teachers, both public and private management and students of mathematics teachers who, at the time of the research, were performing their final teaching practices. Qualitative methodological strategies were used, such as observations, interviews and analysis of class materials. The results of the analysis of the interviews carried out with the teachers in activity, the class material used and the conclusions reached are described.

Palabras claves: Modelización matemática; práctica docente; Enseñanza secundaria

Key Words: Mathematical modeling; teaching practice; Secondary education

Fecha de Recepción: 08/11/2018
Primera Evaluación: 17/12/2018
Segunda Evaluación: 20/01/2019
Fecha de Aceptación: 21/03/2019

Introducción

Según Quiroz Rivera et. al (2015: 45) citando a Brousseau, 1999; Niss, Blum y Galbraith, 2007; Santos, 1997, entre otros, “el problema en el aprendizaje de las matemáticas deriva de la incapacidad de la escuela para establecer un puente entre el conocimiento formal que desea transmitir y el conocimiento práctico al cual se enfrenta el alumno”. La modelación matemática es definida por autores como García (2005) y Trigueros (2006) como el proceso cíclico que consiste en 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. En el ámbito escolar tiene su génesis en el deseo de lograr la formación de alumnos capaces de aplicar las matemáticas y transferir los conocimientos en una variedad de contextos y situaciones fuera de la escuela (Alsina, 2007; Confrey, 2007). Muchas son las recomendaciones para la utilización de la modelización matemática en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, como las del Ministerio de Educación de la Nación en los NAP (2016), de la Dirección General de Escuelas de la Provincia de Buenos Aires en los Diseños Curriculares (2012), y de la National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) en los Estándares Curriculares (2000), entre otras, sin embargo como expresa Quiroz Rivera et. al (2015), las estrategias utilizadas actualmente por los docentes

en las aulas poco tienen que ver con ello. La enseñanza de la matemática, desde un enfoque basado en la modelización necesita, fundamentalmente, de un cambio del rol docente, que abandone la enseñanza tradicional y se acerque a modelos de enseñanza centrados en la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes (Burkhardt y Pollak, 2006; Søren, Haines, Højgaard y Niss, 2007, Doerr, 2007, Borromeo-Ferri y Blum, 2010; Leiß, D. & Wiegand, 2005).

García et al (2005) han propuesto que se describan los «procesos de modelización» —desde el enfoque de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD)— como procesos de reconstrucción y articulación de praxeologías de complejidad creciente que deben comenzar a generarse a partir del cuestionamiento sobre las razones de ser de las organizaciones matemáticas que se desean reconstruir y articular; de allí emergerán las cuestiones cruciales para los individuos de la institución en la que se desarrollará el proceso de estudio.

Según Sadovsky (2005), *modelizar* es un proceso que atraviesa diferentes instancias (recortar una problemática frente a cierta realidad, identificar las variables que intervienen en esta problemática, relacionar las variables consideradas, seleccionar una teoría para operar sobre ellas y producir un nuevo conocimiento sobre la problemática), relacionándolas e imprimiéndole a esta actividad condiciones análogas a las que la comunidad científica emplea cuando produce matemáticamente.

Desde el punto de vista educativo, Blomhj (2004:145) sostiene que la *modelización matemática* puede ser vista como una práctica de enseñanza que coloca la relación entre el mundo real y la matemática en el centro de la enseñanza y el aprendizaje. Además, añade que “las actividades de modelización pueden motivar el proceso de aprendizaje y ayudar al aprendiz a establecer raíces cognitivas sobre las cuales construir importantes conceptos matemáticos” (Blomhj, 2004:145).

Aquí es necesario definir el concepto de *modelo matemático* pues este tiene ciertas implicaciones didácticas. Por un lado, es una relación entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones, y por otro lado, una situación o fenómeno extra-matemático.

Desde el punto de vista del alumno, para experimentar con un modelo matemático y reflexionar sobre las relaciones que viven en él, es necesario que éste pueda percibir la situación o fenómeno modelado y la matemática en juego como dos objetos separados pero interrelacionados al mismo tiempo.

Detrás de todo modelo matemático existe un *proceso de modelización*, que consiste en los siguientes 6 subprocesos (Blomhj y Jensen, 2003):

a. Formulación del problema: formulación de una tarea (más o menos explícita) que guíe la identificación de las características de la realidad percibida que será modelizada.

b. Sistematización: selección de los objetos relevantes, relaciones, etc. del

dominio de investigación resultante e idealización de las mismas para hacer posible una representación matemática.

c. Matematización: traducción de esos objetos y relaciones al lenguaje matemático.

d. Análisis del sistema matemático: uso de métodos matemáticos para arribar a resultados matemáticos y conclusiones.

e. Interpretación/ evaluación: de los resultados y conclusiones considerando el dominio de investigación inicial.

f. Validación: evaluación de la validez del modelo por comparación con datos (observados o predichos) y/o con el conocimiento teórico o por experiencia personal o compartida.

El proceso de modelización, lejos de ser un proceso líneal, constituye un proceso cíclico donde las reflexiones sobre el modelo y la intención de uso de éste, conduce a una redefinición del modelo.

Al hablar de competencias en el proceso de modelización, Blomhj (2003:126) señala:

*“Por **competencia en modelización matemática** quiero decir ser capaz de llevar a cabo en forma autónoma y consciente todos los aspectos de un proceso de modelización en un contexto dado.”*

Las competencias en modelización, por definición, incluyen las competencias en resolución de problemas. Cabe destacar aquí la diferencia entre un *problema matemático* y la *modelización matemática*. La matematización

(c) y el análisis del modelo (d) se constituyen en un problema matemático y, en consecuencia, el modelizar matemáticamente incluye la resolución de problemas matemáticos.

Según los diseños curriculares de la Provincia de Buenos Aires, la resolución de problemas es un eje central en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. A los fines de esta investigación, es necesario definir una instancia intermedia entre la modelización matemática y la resolución de problemas situados, la cual llamaremos *pseudo-modelización*. Se encuentran presentes en esta instancia los siguientes subprocesos: sistematización (b), matematización (c), análisis del sistema matemático (d) e interpretación/ evaluación (e). Esta necesidad radica en que, comúnmente, los docentes suelen presentarles la formulación del problema a sus alumnos limitando así la dificultad del mismo y suelen omitir o quitar relevancia al subproceso de validación.

En el presente trabajo se describen los resultados generales de las entrevistas y del análisis del material de clases de los docentes participantes y las conclusiones a las que se arribaron.

Descripción de la investigación

La investigación tuvo una duración de 12 meses y fue desarrollada por dos becarias, alumnas avanzadas del Profesorado en Matemática. Se planteó el análisis de las praxeologías de modelización matemática en el

contexto nacional, ya que los trabajos referenciados, en su mayoría se han realizado en el exterior, en contextos educativos diferentes. Así se propuso como objetivo general “Analizar la utilización de la modelización matemática en la práctica de docentes secundarios y estudiantes universitarios de profesorado, caracterizándola según el género de tareas y los otros componentes praxeológicos (técnicas, tecnologías y teorías)”.

Por no tratarse de un proyecto de tipo experimental ni metodológicamente cuantitativo, en lugar de hipótesis de investigación, se planteó la siguiente pregunta de investigación: *¿Está presente la modelización matemática dentro de las prácticas de los docentes formados y en formación de la ciudad de Mar del Plata? Y si lo está ¿qué características tiene?*

Se propuso un estudio de casos múltiples, con estrategias metodológicas cualitativas, entre las que se incluyen: las producciones de los participantes (materiales de clase), observaciones de clases y entrevistas.

Los sujetos participantes fueron seleccionados atendiendo a las características particulares de cada uno y a la potencial información que puedan ofrecer, relevante para los objetivos de la investigación. Se seleccionaron, tal como lo proponía el plan, seis docentes en actividad, uno por cada uno de los años de educación secundaria, de distintas escuelas públicas y privadas de la ciudad de Mar del Plata y seis docentes en formación que estaban realizando sus

prácticas docentes y finalizando sus estudios de Profesorado en Matemática en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Para recolectar la información se diseñaron protocolos de entrevistas semi-estructuradas utilizados para conocer la definición de modelización matemática y su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y otros para el análisis de materiales de clases utilizados por los docentes formados y en formación (Libro de texto o Guías de Trabajos Prácticos). También se analizaron los libros de textos más utilizados de cada nivel.

Se exponen a continuación los resultados generales de las entrevistas y el material de clase de los docentes formados de cada uno de los niveles.

Resultados de las entrevistas a los docentes y el análisis del material de clases

Las entrevistas fueron grabadas con autorización de todos los docentes. Luego de la transcripción de las mismas se obtuvieron las siguientes conclusiones.

Docente de 1er. año: Pertenece a una institución de gestión privada, cuyo alumnado tiene un nivel socio-económico alto y cuenta con buenas instalaciones y recursos de todo tipo, incluídos los tecnológicos. Se observa un ambiente propicio para llevar adelante actividades de modelización matemática.

Material de clase: las guías son de su autoría, muy completas y están

de acuerdo con el nivel académico de la institución, pero la mayoría de las actividades son clásicas, con algunos problemas contextualizados y ninguna propuesta de modelización matemática.

Entrevista: la docente entrevistada no utiliza modelización matemática y manifiesta desconocer a qué se refiere el concepto. La resolución de problemas situados y no situados se encuentra muy presente en el desarrollo de sus clases y en todos los momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje, donde ella desempeña un rol de docente guía en la resolución de los mismos. Manifiesta que los problemas que propone no están planteados según los intereses de los alumnos, que propicia siempre una instancia de reflexión sobre los resultados obtenidos, y que los únicos recursos utilizados son “la tiza y el pizarrón”. Además agrega que “el alto nivel académico y la necesidad de ver todos los contenidos propuestos para ese año, trae aparejado la falta de tiempo para realizar actividades de larga duración”.

Docente de 2do. año: pertenece a un colegio nacional dependiente de la Universidad Nacional de Mar del Plata, que se rige por los NAP (Núcleos de Aprendizajes Prioritarios), el nivel académico es elevado y tiene como objetivo principal preparar a sus alumnos para un futuro ingreso en la Universidad. Cuenta con los recursos necesarios para llevar adelante actividades de modelización, como salas de computación y laboratorios.

Material de clase: las guías de actividades son las que se utilizan en todas las divisiones de segundo año. Las mismas han sido confeccionadas por todos los docentes del nivel hace algunos años y se le realizan mínimas actualizaciones anualmente. En general, se observan muchos problemas situados y no situados de diferente dificultad, en todo momento del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como también, muchos ejercicios que requieren para su resolución aplicar mecanismos repetitivos

Entrevista: Manifiesta trabajar con problemas situados, no situados de diferente dificultad y ejercicios rutinarios para afianzar mecanismos de cálculo. Afirmar actuar como guía durante la resolución de los problemas y que en su mayoría estos no están planteados de acuerdo a los intereses de los alumnos. Define la modelización matemática coherentemente y afirma que la utiliza como recurso en sus clases en la etapa de aplicación de los contenidos aprendidos. Sin embargo, al describir los procesos y las etapas de la misma, podemos observar que confunde los conceptos de modelización y resolución de problemas. Se observa que no utiliza en el desarrollo de sus clases los recursos que posee la escuela, solo trabaja con tiza, pizarrón y algún material concreto. Justifica la no utilización de la modelización matemática con, la necesidad de ver todos los contenidos propuestos por el alto nivel académico y las horas de contra turno que tienen los alumnos, afirma que éstos son factores

negativos que lo afectan a la hora de proponer actividades que requieran inversión de mayor tiempo.

Docente de 3er. año: La docente pertenece a una institución privada. Teniendo en cuenta los recursos tecnológicos con los que cuenta la institución y el nivel socio-económico y académico, es posible llevar a cabo alguna actividad de modelización.

Material de clase: Utiliza guías de trabajos prácticos de su autoría, el eje central de las actividades no está puesto en la resolución de problemas situados.

Entrevista: Según la docente, dependiendo del tema, se presentan problemas situados o no. Por ejemplo, en geometría hay mayor prevalencia de problemas que en el área del álgebra. Sin embargo, a la hora de analizar sus guías de trabajos, el eje central de las actividades no está puesto en la resolución de problemas situados. Expresa que actúa como guía durante la resolución de los problemas y que en su mayoría estos no están planteados de acuerdo a los intereses de los alumnos. Tiene una vaga idea del término modelización matemática, sin embargo, confunde este concepto con el de resolución de problemas. Esta confusión, lleva a la docente a creer que utiliza la modelización matemática como recurso, cuando en realidad, solo propone resolución de problemas situados. Si bien la institución cuenta con recursos y nivel académico surge como justificación que “no es posible realizar actividades de larga duración pues el

tiempo de clases debe ser invertido en tratar todos los contenidos propuestos para el curso por el alto nivel académico de la institución”.

Docente de 4to. año: pertenece a una institución pública provincial. La misma cuenta con un laboratorio de informática. Si bien los alumnos disponen además de las netbook del plan Conectar Igualdad, muchas de ellas están en desuso por roturas o extravíos. Los alumnos pertenecen, en general, a las inmediaciones de la escuela y tienen un nivel socio-económico medio-bajo.

Material de clase: Utiliza guías de trabajos prácticos de su autoría, el eje central de las actividades no está puesto en la resolución de problemas situados, sino en la de ejercicios rutinarios.

Entrevista: De las respuestas, y en concordancia con las guías de trabajos prácticos utilizadas, resulta que las actividades planteados son ejercicios rutinarios y aparecen pocos problemas situados, que se presentan en general, al inicio de un tema como problema disparador y, en algunos pocos casos como problemas de aplicación. Afirma actuar como guía en la resolución de problemas, dejando que los alumnos busquen sus propias estrategias y trabajen en grupo. Surge de la entrevista que, si bien la docente no utiliza como recurso la modelización matemática, tiene una idea certera de su definición. Afirma que a la hora de plantear problemas situados, la docente los formula sin tener en cuenta los intereses de los alumnos y argumenta que, según

su opinión, no existe una relación entre ellos y los problemas de la vida cotidiana de los alumnos.

Docente de 5er. año: pertenece a una institución pública provincial con orientación en arte. Los alumnos llegan distintos puntos de la ciudad y tienen un nivel socio-económico medio-bajo.

Material de clase: Utiliza el libro de texto de Effenberger, P. (2001), *Matemática 1 – Polimodal*, de Puerto de Palos. El mismo se divide en dos secciones. Por un lado, se proponen explicaciones teóricas, ejercicios de aplicación y problemas. Por otro, se relaciona la matemática con otras áreas como la física, geografía, economía, etc. a través de textos explicativos que culminan en preguntas de comprensión lectora, problemas, búsqueda de bibliografía, entre otros.

Entrevista: utiliza resolución de problemas en la instancia de revisión, estas actividades pertenecen al libro que solicita a sus alumnos para el trabajo en clase, no trabaja con guías de trabajos prácticos como recurso didáctico. Cumple un rol de docente guía en la resolución de problemas. Confunde los problemas de modelización con problemas situados. Aún así, no utiliza la “modelización” como recurso. Manifiesta no plantear demasiados problemas ya que necesita centrarse en el análisis matemático que los alumnos utilizan en otras materias de la especialidad técnica.

Docente de 6er. año: Desarrolla su actividad en una institución privada, cuyos alumnos poseen un nivel socio-

económico medio. Tiene acceso a recursos tecnológicos (notebooks, proyectores, etc.). Anualmente, la escuela realiza una feria de ciencias donde todas las asignaturas cooperan en su realización. Este evento es ideal para fomentar un proyecto de modelización matemática, ya que los resultados expuestos en esta feria se trabajan a lo largo de todo el año.

Material de clase: Utiliza guías de trabajos prácticos de su autoría donde, a excepción de la guía de trigonometría que contiene problemas situados, el eje central está puesto en la resolución de ejercicios rutinarios.

Entrevista: manifiesta que la resolución de problemas situados se encuentra presente en toda la planificación de la materia, afirma que siempre inicia un tema con un problema disparador y que intenta plantearlos teniendo en cuenta los intereses y necesidades de sus alumnos. Su rol docente en la resolución de problemas es de guía e intenta que sus alumnos pasen por todas las etapas que plantea Polya en la resolución de problemas. Confunde la definición de problema situado con la de modelización matemática. Sin embargo, aunque no conoce teóricamente el término modelización, en su práctica docente, la utiliza como recurso práctico (pseudomodelización). Evalúa estas actividades teniendo en cuenta los procesos del alumno.

Textualmente se transcriben a continuación las actividades

mencionadas por la docente:

1. “Yo me acuerdo una vez, había un curso, la primera vez que les di el número de oro. Justo en el colegio se había organizado una feria de ciencias. Entonces, con ese curso organizamos un stand donde los chicos prepararon un trabajo con el número de oro. Y cuando iban los padres a ver, les medían los dedos, las manos... no sabés la fascinación de esos chicos con eso, ¡les encantó! ¡Y no se lo olvidaron nunca! Hay chicos que egresaron y que, a veces, van al colegio y se acuerdan. Lo más importante es dejar algo así”.

2. “Este año, por ejemplo, en cuarto año tuve que empezar con teorema de Thales y semejanza. Había preparado toda una guía de semejanza, y estando en clase se me ocurrió, cuando los vi entusiasmados con la proporcionalidad, que cada uno de ellos hiciera un plano en detalle de su habitación. Y que dijeran en qué escala estaba hecho, que pusieran los adornos y todo lo que había dentro de ellas. Después, en grupos de cuatro o cinco, hicieran una maqueta de un ambiente de la casa de alguno de ellos que les gustara, del colegio, de lo que ellos quisieran. ¡No sabés las maquetas que hicieron! (entusiasmada) ¡Hermosísimas! Después se las regalaron a los nenes de jardín para que jueguen. ¡Les encanto el trabajo! Por supuesto, te encontraste con el que hizo una habitación así (hace gesto de algo pequeño) y una mesa que era, más o menos, media habitación. Acá falló la escala!... Y todo eso lo fuimos viendo. Lo evalué como bien, regular, más o menos, más conceptual que otra

cosa, porque me encantó que trabajaran con tanto entusiasmo. Pero sí, que ellos vieran que se habían equivocado en la escala.”

3. “Justamente, ahora en octubre, es el encuentro del medio ambiente que lo organiza todos los años la profesora de Ciencias Naturales donde hacen trabajos muy lindos, como es un colegio en Batán, están las canteras. Este año el tema es alimentación saludable. Todos los trabajos giran en torno a eso. Como los de cuarto trabajaron conmigo el trabajo escala, cuando ella vio las maquetas, dijo: ¿qué van a hacer ahora? Se separaron en grupos y tienen que hacer sistema respiratorio, circulatorio, digestivo y excretor en escala. Para que los más chiquitos vean cómo funciona, cómo va la sangre, y todo en escala que sea tipo juego para que ellos vean. Entonces, ahí tienen que ir viendo qué escala van usar, qué materiales. Y eso, lo tengo que ayudar yo, para que esté todo proporcionado. Una aplicación buenísima, para que las áreas estén interrelacionadas.”

Consideraciones Finales

Muchas investigaciones afirman que una de las principales dificultades en la enseñanza de la matemática se debe a la inexistencia de integración entre la matemática y las otras áreas del conocimiento, y que ésta es la causa de que los estudiantes no puedan desarrollar conocimientos en función del objetivo final perseguido (Hitt 1998; Caamaño 2001). Según Godino, J. et al.

(2002) si se quiere que los estudiantes adquieran competencia y comprensión, se debe planificar el acto de enseñar mostrándole a los estudiantes que los conceptos que se enseñan tienen significado, de este modo, los estudiantes aprenderán unas matemáticas distintas y adquirirán una visión diferente de las matemáticas. Autores como Jorba (1996) y Aravena (2001) afirman que la mayoría de los alumnos no reconocen lo que están aprendiendo, con qué objetivos, cómo se integra el contenido con otras áreas, siendo esto una de las principales causas del fracaso en matemática.

Sin duda, la modelización es un método que permite la articulación curricular y conceptual de distintas asignaturas como física, matemática, química, etc. y así los estudiantes puedan alcanzar conocimientos articulados y no fraccionados redundando esto en aprendizajes duraderos y significativos. Pero para llevar adelante esta metodología el docente tiene que proponer a sus alumnos situaciones de la vida diaria o que le sean familiares donde se pongan en juego conocimientos matemáticos, esto requiere de un enorme compromiso de su parte ya que debe asumir el reto de innovarse constantemente y enfrentarse a las dificultades del tiempo, un desempeño estudiantil variado, concentrarse en buscar un equilibrio entre los aspectos de la modelación que son importantes rescatar y los conceptos que se quieren enseñar. En esta parte de la investigación queda evidenciado que los docentes participantes no solo desconocen,

en su mayoría, la metodología si no también no se sienten preparados para abandonar las estructuras tradicionales de la enseñanza de la matemática.

Notas

(1) Profesora en Matemática (UNMDP). Becaria EVC-CIN-2017. Docente de nivel secundario. mlcuenca91@gmail.com

(2) Profesora en Matemática (UNMDP). Becaria de la UNMDP- 2017, categoría Alumno Avanzado. Docente de nivel secundario. luciapalauro@yahoo.com

(3) Magister en Informática Educativa (UNED). Profesora en Matemática (UNMDP). Profesora Adjunta con dedicación exclusiva del Dto. de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP. Directora del grupo de investigación "Investigación Educativa". mastiz@live.com.ar

(4) Profesora en Matemática (UNMDP). Jefe de Trabajos Prácticos con dedicación parcial del Dto. de Educación Científica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP. Integrante del grupo de investigación "Investigación Educativa". cvivera@mdp.edu.ar

Bibliografía

ALSINA, C. (2007), "Less chalk, less words, less symbols... more objects, more context, more actions", en W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn y M. Niss (eds.), *The 14th ictmi study: Modelling and Applications in Mathematics Education*, Berlín, Springer, pp. 35-55

ARAVENA, M. (2001). Evaluación de proyectos para un curso de álgebra universitaria. Un estudio basado en la modelización polinómica. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat de Barcelona, España.

BLOMHOJ, M. y HØJGAARD JENSEN, T. (2003), Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning, *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22(3), pp. 123-139.

BLOMHOJ, M. (2004). Mathematical modelling – A theory for practice. *Internacional Perspectives on Learning and Teaching Mathematics*. National Center for Mathematics Education. Suecia, p. 145-159.

BORRROMEO-FERRI, R. & BLUM, W. (2010). Insights into teachers' unconscious behaviour in modelling contexts. In R. Lesh, P. Galbraith, C. Haines y A. Hurford (Eds.), *Modelling students mathematical modelling competencies*, New York, USA: Springer, pp. 423–432.

BROUSSEAU, G. (1999), "Los obstáculos epistemológicos y los problemas en matemáticas", *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 4, núm. 2, pp. 165-198.

BURKHARDT, H. & POLLAK, H. (2006). Modelling in mathematics classrooms. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education* 38 (2), 178–195

CAAMAÑO, C. (2001). Tesis Doctoral: Bases para una formación integrada de álgebra y geometría en ingeniería. El caso de las cuádricas. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat de Barcelona. España.

CONFREY, J. (2007), "Epistemology and modelling-overview", en W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn y M. Niss (eds.), *The 14th ictmi study: Modelling and Applications in Mathematics Education*, Berlín, Springer, pp. 125-128.

- DISEÑOS CURRICULARES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES.* (sf). Dirección General de Cultura de la Pcia. de Buenos Aires. Disponible en <http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/>
- DOERR, H. (2007). What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling? In W. Blum, P. Galbraith, H–W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education*, New York, USA: Springer, pp. 69–78.
- GARCÍA, F. J. (2005), *La modelización como herramienta de articulación de la matemática escolar. De la proporcionalidad a las relaciones funcionales*, Tesis doctoral, Universidad de Jaén.
- GODINO, J.; BATANERO, C. & ROA, R. (2002) Proyecto Edumat-Maestros. Febrero. Recuperado de http://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/5_Medida.pdf
- HITT, F. (1998). Visualización matemática, representaciones, nuevas tecnologías y curriculum. En: Educación Matemática. Vol. 10: 23-45. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- JORBA, J. (1996). La atención a la Diversidad a través de la evaluación formativa y de la autorregulación de los aprendizajes. Departamento de Ciencias y Matemáticas de las Escuelas Municipales del Ayuntamiento de Barcelona. España.
- LEIB, D. & WIEGAND, B. (2005). A classification of teacher interventions in mathematics teaching. ZDM. *The International Journal on Mathematics Education* 37(3), 240–245.
- NAP, NUCLEOS DE APRENDIZAJES PRIORITARIOS (2006). Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología República Argentina Buenos Aires
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- NISS, M., W. BLUM Y P. GALBRAITH (2007), “Introduction”, en W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn y M. Niss (eds.), *The 14th ictmi study: Modelling and Applications in Mathematics Education*, Berlín, Springer, pp. 3-32.
- QUIROZ RIVERA, R. ; RODRIGUEZ GALLEGOS, R. (2015). Análisis de praxeologías de modelación matemática en libros de texto de educación primaria. *Educación Matemática*, 27 (3), pp. 45-79.
- REID, M. (2010). Modelización Matemática en el aula : Relato de una experiencia. *III REPEM - Memorias*, pp. 313-318.
- SANTOS, L. M. (1997), *Principios y métodos de la resolución de problemas en el aprendizaje de las matemáticas*, México, Grupo Editorial Iberoamérica.
- SØREN, A.; HAINES, C.; HØJGAARD, T. & NISS, M. (2007). Classroom activities and the teacher. In W. Blum, P. Galbraith, H–W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education*, New York, USA: Springer, pp. 295–308.
- TRIGUEROS, M., (2006) “Ideas acerca del movimiento del péndulo. Un estudio desde una perspectiva de modelación”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9(31), pp. 799-83.