

Modelización matemática en educación secundaria. Una experiencia con estudiantes de 11 a 13 años

José Ortiz Buitrago¹ y Aldora Dos Santos²

¹Universidad de Carabobo, Campus La Morita. Maracay, Venezuela.

²Escuela Bolivariana "Monseñor Francisco Miguel Seijas". Tinaquillo, Venezuela.
ortizjo@cantv.net; aldoradss@cantv.net

Resumen

El propósito de este trabajo es estudiar el proceso de modelización matemática seguido en la solución de problemas del mundo físico y social. Los participantes son un grupo de cinco estudiantes del primer año de educación secundaria (11 a 13 años de edad), residenciados en Tinaquillo, Estado Cojedes, Venezuela. El estudio contempla los procesos seguidos y las representaciones utilizadas en la resolución de problemas. Esta investigación es un trabajo de campo enmarcado en un estudio de caso bajo un enfoque cualitativo. Los resultados revelan que los esquemas de modelización, encontrados en este estudio, se enmarcan en su mayoría en las propuestas actuales de la modelización matemática, al identificar la situación problema e interpretar la solución alcanzada en el marco de un contexto del mundo real. Asimismo, los estudiantes tienden a la estructuración de respuestas numéricas con las unidades de medidas y de representaciones verbales. Por otro lado, hay ausencia de representaciones gráficas en los procedimientos seguidos al resolver los problemas.

Palabras clave: Modelización matemática, educación media, representaciones.

Mathematical Modeling in Secondary Education. An Experience with 11 to 13 Year-Old Students

Abstract

The purpose of this paper is to study the mathematical modeling process in solving problems about the physical and social world. The participants are a group of five students in the first year of secondary school (11 to 13 years old) in Tinaquillo, State of Cojedes, Venezuela. The study contemplates the processes followed and the representations used in problem solving. This research is fieldwork framed in a case study, using a qualitative approach. Findings reveal that most of the modeling schemes found in this study are framed in current mathematical modeling proposals, identifying the problem situation and interpreting the solution reached in the context of the real world. Likewise, the students tend to structure numerical answers with units of measure and verbal representations. On the other hand, there is an absence of graphic representations in the problem-solving procedures.

Key words: mathematical modeling, high-school, representations.

1. Introducción

La modelización matemática ofrece una organizada y dinámica alternativa para disminuir la brecha entre las matemáticas y el mundo real. En este sentido, con el propósito de explorar estas bondades, el presente estudio se focaliza en el análisis de la modelización matemática y las representaciones utilizadas, por estudiantes del primer año de educación media, en la resolución de problemas del mundo físico, natural y social. Biembengut (2007) asume que el proceso de modelización matemática resulta favorecido con el uso del contexto donde viven los estudiantes, de esta manera, la práctica escolar se enriquece para el logro del aprendizaje del conocimiento matemático expresado por Bonotto (2007). Asimismo, el uso adecuado de diferentes sistemas de representaciones (Rico, 2009; Castro y Castro, 1997) contribuye a que los resolutores aumenten la comprensión de la situación problema y la realización de las distintas fases del proceso de modelización matemática (García y Ortiz, 2007); entendido, este último, como el proceso donde se establece un mapeo entre el mundo extra-matemático y las matemáticas, tal como lo proponen Niss, Blum y Galbraith (2007).

Se considera que dicho proceso empieza con un problema del mundo real, el cual es objeto de simplificación hasta la elaboración de un modelo real; luego, por medio de la

abstracción, se propone un modelo matemático que permite plantear interrogantes, a las cuales se intenta dar respuesta con herramientas matemáticas; para posteriormente pasar al análisis de los resultados y su contrastación con el problema del mundo real (García y Ortiz, 2007). Por otro lado, se considera que las representaciones constituyen el modo como los sujetos expresan sus conocimientos con notaciones simbólicas o mediante gráficos (Rico, 1997).

Se parte de la consideración que la escuela debería aportar elementos para que los estudiantes aumenten su comprensión del mundo. De ahí que, la aplicación de la modelización matemática, en educación secundaria, favorece este propósito en la medida que los estudiantes logren plantear y resolver situaciones problema con criterios de objetividad y en consonancia con su entorno social, cultural y con los avances científicos del momento. Desde esta perspectiva se reconoce la utilidad didáctica de estrategias que incluyan el contexto del estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje tal como lo establecen Kaiser y Schwarz (2006), Ortiz, Rico y Castro (2007).

Sin embargo, a pesar de las bondades demostradas por la modelización en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en el currículo venezolano no está contemplado el uso de la modelización matemática, aunque se recomienda trabajar con problemas de la vida cotidiana (Ortiz y Sánchez,

2002). Por otra parte, en sondeo efectuado a profesores de matemáticas en ejercicio se pudo observar que, en su mayoría, no tienen conocimiento acerca de la modelización; lo cual afecta la utilización de la misma como estrategia didáctica; tal como lo señalan Castro y Castro (1997), cuando afirman que "la modelización matemática es un poderoso instrumento de aprendizaje significativo, a tener en cuenta para trabajar en el aula" (p.110). Esta situación despertó el interés por estudiar la realidad presente en el aula de matemáticas. En consecuencia, se le propuso a un grupo de estudiantes la resolución de situaciones problemáticas, con la finalidad de analizar las respuestas y su posible vinculación con la modelización matemática. En atención a lo antes expuesto se formularon las siguientes cuestiones: ¿Cómo representan los estudiantes los problemas matemáticos relacionados con su entorno físico y social? ¿Qué esquemas de modelización utilizan los estudiantes al resolver problemas del mundo real? ¿Qué respuestas dan los estudiantes a los problemas que se les propone dentro de un contexto de modelización matemática?

2. Metodología

El estudio se desarrolló bajo la modalidad de estudio de caso avalado por Yin (2003). En el mismo, participaron de forma voluntaria un grupo de cinco estudiantes cursantes del primer año, de escuela secundaria, en el Liceo Bolivariano "Francisco Miguel Seijas" de la localidad de Tinaquillo, Estado Cojedes, del año escolar 2007-2008, a quienes se les aplicó un grupo de cinco problemas diseñados para tal fin. No se implementó ningún tipo de inducción o taller previo a la resolución de las situaciones problema. El único requisito exigido a los estudiantes fue el de estar cursando matemáticas en el primer año de secundaria (11 a 13 años de edad). Como instrumentos se utilizaron un cuestionario de problemas y un guión de entrevista. En el análisis de datos se consideraron las respuestas y aportes cognitivos que los estudiantes generaron al momento de la interacción estudiante-situación problema; tomando en cuenta las representaciones puestas en juego y los posibles esquemas de modelización utilizados. A efectos del análisis se consideró el ciclo de modelización utilizado por Blum y Leiß (2007), el cual estructura siete pasos, a saber: 1) construyendo, 2) simplificando/estructurando, 3) matematizando, 4) trabajando matemáticamente, 5) interpretando, 6) validando y 7) exponiendo. Estos pasos se dan siguiendo la trayectoria: situación real y problema → modelo de la situación → modelo real y problema → modelo matemático y problema → resultados matemáticos → resultados reales → modelo de la situación.

Para la selección y formulación de los problemas, incluidos en el cuestionario, se tomó en cuenta: 1. Apertura de abordaje, 2. Contenido Matemático para estudiantes del primer año (números enteros, criterios de divisibilidad, mínimo común múltiplo, máximo común divisor, porcentaje, capacidad y volumen), 3. Contextualización con la realidad de los estudiantes participantes en el estudio, y, 4. Aplicabilidad de la modelización matemática y los sistemas de representación. Los problemas seleccionados fueron expuestos, discutidos y validados en reuniones de grupo de expertos.

Se recopiló todo el material escrito por los estudiantes en los momentos del proceso de modelización matemática, es decir, en la resolución de problemas del mundo físico y social propuestos; considerando los heurísticos, las representaciones utilizadas, los esquemas de modelización puestos en juego, y además, las respuestas dadas por cada uno de ellos. El análisis se enfocó en las respuestas, soluciones y representaciones, opiniones y afirmaciones de los estudiantes, a fin de constatar qué esquemas de modelización matemática utilizan, si el modelo seguido es conocido o ideado por algún autor en particular, o si por el contrario, el modelo que presentan es el producto de sus propias convicciones estructuradas y concebidas, mediante sus propios esquemas de vida.

A cada estudiante se le dejó libertad para desarrollar su propio estilo de trabajo a la hora de abordar el problema. Ninguno de los estudiantes que participaron en el estudio era alumno de los investigadores; es decir, no se sentían evaluados por sus docentes al momento de resolver los problemas. Al inicio de la actividad, se les informó que no tenían tiempo límite para resolver los cinco problemas propuestos, y que contaban con la autorización de la institución para desarrollar esa actividad.

Los problemas planteados a los estudiantes fueron los siguientes:

P1.- En la Iglesia de Nuestra Señora del Socorro en Tinaquillo, hay tres campanas. Una campana suena con 10 seg. de intervalo entre dos repiques, otra con 20, y otra con 24 seg. de intervalo. Ahora, si dan el primer golpe simultáneamente a los 120 seg. ¿Cuántos repiques da cada campana?

P2.- Un tanque residencial de agua potable, ubicado en la Urbanización Tamanaco de Tinaquillo, tiene una capacidad de 2000 litros de agua necesarios para surtirle a la familia Sánchez. El planteamiento es el siguiente: a) Una de las llaves que surte de 10 litros de agua por minuto, al tanque, ha estado abierta durante 1 hora, b) Otra llave que surte de 20 litros de agua por minuto, ha estado abierta durante 5 minutos. ¿Cuántos litros de agua faltan para llenar el tanque de agua?

P3.- En la Librería La Plaza de Tinaquillo, decidieron que cada último de mes ofrecerían un descuento en la compra de cualquier texto educativo, donde por cada 100 Bs. que gaste el comprador, éste ganará 20 Bs. El día designado para la Oferta se acercó Miguel Reyes y al finalizar su compra se dio cuenta que al comprar el libro se ahorró 1800 Bs. ¿Cuánto costaba el libro? Mientras que, en la Librería La Esperanza, por cada 100 Bs. que el comprador gastara, éste tendría una ganancia de 30 Bs. ¿Cuánto se ahorraría Miguel Reyes si su libro lo hubiera comprado en la Librería La Esperanza?

P4.- Un mayorista oriental, en su mayor de víveres, ofrece a los comerciantes de Tinaquillo una curiosa mezcla de café a sus clientes, realizada de la siguiente manera: mezcló 100 kg de café de precio 8000 Bs el kg, con 60 kg de café de precio 4400 Bs el kg, con 40 kg de café de precio 10800 Bs el kilo. ¿Cuánto costará entonces 20 kg de esta mezcla de café?

P5.- Se seleccionaron al azar 12 odontólogos de la localidad de Tinaquillo. Cada odontólogo atiende, por lo menos, a 2 estudiantes de un aula del Liceo Bolivariano "Monseñor Francisco Miguel Seijas", que tiene 29 alumnos. ¿Cuántos alumnos puede atender cada odontólogo?

Para las entrevistas, se seleccionaron 2 estudiantes de los 5 participantes. El criterio utilizado para su selección fue el tipo de respuestas dadas a los problemas formulados. Con la entrevista se persiguió ahondar más en la manera de abordar los problemas; es decir, indagar acerca de los procedimientos seguidos en la búsqueda de soluciones a las preguntas planteadas en cada situación problema. Se participó a los estudiantes que la entrevista se realizaría en la biblioteca del centro educativo y que sería grabada en un cassette. Dichas entrevistas se efectuaron por separado a cada estudiante seleccionado (S1 y S2). Para esta técnica de investigación, se diseñó un guión de entrevista semi-estructurada, de preguntas abiertas, tales como, "¿Modificarías alguno de los problemas? ¿por qué?", que se refería al grupo de problemas propuestos. Asimismo, se formularon interrogantes que estaban relacionadas con los esquemas seguidos en las respuestas dadas en cada uno de los problemas; por ejemplo, la pregunta "qué pasaría si el tanque del problema 2, no estuviese vacío, al empezar el llenado?", estaba relacionada con la asunción considerada en la solución de P2.

3. Resultados y discusión

Al momento de la resolución de los problemas, unos estudiantes fueron cautelosos, mientras que otros actuaron de forma rápida y decidida a la hora de responder. Se ob-

servó que al momento de resolver los problemas (P1, P2, P3, P4, P5), los estudiantes (S1, S2, S3, S4, S5) resolvieron los problemas de formas diversas; es decir, en algunos casos (S1 y S2) expusieron argumentos y procedimientos para explicar sus respuestas. Mientras que, en otros casos (S3, S4 y S5) no se observaron respuestas bien argumentadas, ni fueron suficientemente explícitos en la justificación de resultados.

En el primer problema (P1), los estudiantes presentaron respuestas numéricas con explicaciones verbales. Por ejemplo, S1 divide la situación problema en tres "fases": a) Considera que "la primera campana suena con 10 segundos entre dos repiques, ahora sonará 24 repiques en 120 segundos". Para resolver P1, escribe en forma de columnas (representación numérica) su interpretación del fenómeno, comenzando desde el número 10 hasta llegar a 120 (Tabla 1). Se observa que S1 interpreta que cada 10 segundos la campana da dos repiques, por lo que va sumando de dos en dos los repiques, como se muestra en la Tabla 1, lo cual no se corresponde con las condiciones asumidas por el estudiante. Esta argumentación errónea podría haberla captado el estudiante S1 si hubiera acudido a otras representaciones o si hubiera tenido la oportunidad de discutir los resultados con otros compañeros para los contrastes pertinentes con la realidad de donde surge P1.

En las fases b) y c) incurre en el mismo error de argumentación que en la fase a). En b), S1 sostiene que "la segunda campana suena con 20 segundos de intervalo entre dos repiques, ahora sonará 22 repiques en 120 seg". Igualmente, escribe en forma de columnas, ahora comenzando el conteo desde el número 20, de 10 en 10 hasta llegar a 120. En c), S1 afirma que "la tercera campana suena 24 seg de intervalo entre dos repiques, ahora sonará 50 repiques en 120 seg". Por otro lado, S2 y S3 plantean y resuelven utilizando la división de 120 entre 10, 20 y 24 y concluyen que las tres campanas dan 12, 6 y 5 repiques respectivamente. Es decir que, estos estudiantes muestran competencia para usar el conocimiento matemático para resolver el problema (Maaß, 2006). Los estudiantes S4 y S5, parece que no comprendieron la situación ya que dieron respuestas erróneas, sin relación con las condiciones del enunciado y sin argumentar los pasos dados.

En el abordaje de la situación P2, los alumnos asumieron que el tanque estaba vacío inicialmente cuando se abrieron las llaves, lo cual se corresponde con la comprensión del fenómeno y la simplificación de la situación para estructurar el modelo real (Blum y Leiß, 2007). Luego S1, S2 y S3 resolvieron y obtuvieron que las dos llaves aportan 700 litros de agua, con lo cual faltan 1300 litros para llenar el tanque.

Tabla 1. Primera fase de S1 para resolver P1.

10:2	50:10	90:18
20:4	60:12	100:20
30:6	70:14	110:22
40:8	80:16	120:24

En la situación P3 el estudiante S1 acude a una representación numérica (tabla de porcentajes) para comprender lo que estaba ocurriendo con los descuentos dados por cada librería. Finalmente encuentra que Miguel Reyes hubiera ahorrado 2700 Bs si compra el libro en la librería La Esperanza. El estudiante S2 acude a conocimientos de aritmética y también resolvió el problema. S3 y S4 intentaron acercarse a P3 pero no concretaron resultados. El estudiante S5 no dio muestras de resolver la situación. El trabajo, sin resultados, de los estudiantes S3, S4 y S5 pudo estar ocasionado por deficiencias conceptuales de conocimientos de porcentajes; asimismo, podría ser consecuencia del casi nulo entrenamiento en resolución de problemas de modelización, durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

El problema P4, pareciera que lo abordaron los estudiantes con poca comprensión de la situación planteada. Por ejemplo, S1 busca el costo de 20 Kg de cada tipo de café, con la finalidad de obtener el costo de los 20 Kg de la mezcla, lo cual resulta erróneo. Por otro lado, se notó poco dominio de operaciones aritméticas, específicamente en la multiplicación por la unidad seguida de ceros, pues cometió errores en los cálculos realizados. Este problema P4 resultó ser el de mayor dificultad para los cinco estudiantes, por tener cantidades de café diferentes y con precios diferentes por Kg. Esta información fue ratificada en las entrevistas realizadas, cuando los estudiantes expresaron: "el problema más difícil fue el cuatro... me hubiera gustado que todos los precios fueran iguales" (S1) y "el problema más difícil, el del café... hubiera preferido que de cada uno se hubiera tomado la misma cantidad de café" (S2).

En relación con P5, los estudiantes S1, S2 y S3 asumieron que todos los alumnos son atendidos a la vez, ya que solo afirmaron que "7 odontólogos atienden 2 alumnos cada uno y 5 odontólogos atienden 3 alumnos cada uno". Además, en sus resultados no mostraron otras agrupaciones de trabajo para los odontólogos. El estudiante S4 asumió que no necesariamente todos los alumnos se atienden a la vez; en ese sentido respondió solamente que "cada odontólogo atiende 2 alumnos". En el estudiante S5 no se evidenció comprensión del problema, esto quedó expresado cuando afirmó que "cada odontólogo puede atender 14

alumnos", lo cual no concuerda con las condiciones dadas en el enunciado. En general, en la resolución de P5, los estudiantes no mostraron competencia en la contrastación de los resultados obtenidos con la realidad planteada (Kaiser, 2007); aunque se observa un intento intuitivo de abordar P5 con cierta sistematicidad.

Las respuestas dadas por los estudiantes develan la falta de experiencia en resolver problemas, lo cual quedó evidenciado en las entrevistas cuando afirmaron que: "En la escuela, pocas veces resolvemos problemas como estos" (S1, S2).

En la Tabla 2 se muestra una síntesis de las respuestas dadas por los estudiantes a cada una de las situaciones problema que se les presentaron. Se puede observar en esa tabla que los estudiantes, a pesar que no tienen una formación en modelización matemática, parecen tener una idea intuitiva que les ayuda a resolver las situaciones planteadas, siguiendo la tendencia, aunque parcial e ingenua, hacia esquemas de modelización equivalentes a los clásicos, tales como Blum & Leiß (2007). En esta Tabla 2, se registra que los estudiantes S1 y S2 son los que comprenden, simplifican, matematizan, realizan procedimientos matemáticos, interpretan soluciones pero no validan ni explican los resultados obtenidos. El estudiante S3, solo da muestras de comprender y simplificar. Los estudiantes S4 y S5 intentan comprender las situaciones pero no logran avanzar en el proceso de modelización. En cuanto a las representaciones utilizadas, sólo acudieron a las tablas numéricas. Esto revela que los estudiantes requieren de una enseñanza que priorice los múltiples sistemas de representación en la resolución de problemas. En líneas generales, las respuestas dadas por los estudiantes a cada uno de los problemas del cuestionario, refuerzan las opiniones de investigadores acerca de la urgencia de incorporar la modelización en la formación de profesores y más aún en la práctica escolar cotidiana del aula de matemáticas (Maaß, 2006; Lingefjärd, 2006).

4. Reflexiones finales

En cuanto a las representaciones se encontró que, los estudiantes utilizaron representaciones numéricas, con o sin unidades de medida. Asimismo, expresaron sus respuestas de manera verbal sin acudir a representaciones gráficas. Esto podría indicar que, en el aula, los docentes no recurren a diversos sistemas de representación a los que el estudiante pudiera utilizar al momento de resolver problemas; para lo cual es necesario que "... los estudiantes sean instruidos y educados en su uso y comprensión" (Castro y Castro, 1997:104).

Tabla 2. Resumen de las respuestas dadas por los estudiantes.

	P1	P2	P3	P4	P5
S1	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la situación • Construye modelo • Elige contenidos matemáticos • No hace validación 	<ul style="list-style-type: none"> • Construye el modelo y resuelve 	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza identificación del problema • Usa métodos matemáticos • Interpreta conclusiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Después de resolver hace validación del modelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Adopta un modelo conveniente y hace representaciones numéricas
S2	<ul style="list-style-type: none"> • Construye un modelo y resuelve. • Fue el problema que más le gustó 	<ul style="list-style-type: none"> • Construye el modelo y resuelve 	<ul style="list-style-type: none"> • Construye el modelo y resuelve • Interpreta la solución • Realiza validación 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la situación problema • Construye el modelo • Elige contenidos matemáticos • Interpreta las conclusiones obtenidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Construye el modelo y resuelve • Interpreta la solución • Valida el modelo • Explica sus argumentos
S3	<ul style="list-style-type: none"> • Construye un modelo y resuelve • No interpreta las soluciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Resuelve y no interpreta soluciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la situación problema pero no avanza 	<ul style="list-style-type: none"> • No supera la duda en la interpretación de la variable “precio del producto” 	<ul style="list-style-type: none"> • Explica muy poco, aunque lo hace con lógica.
S4	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede seguir el esquema utilizado • Responde sin procedimientos ni análisis escrito. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede seguir el esquema utilizado 	<ul style="list-style-type: none"> • No identifica la situación problema 	<ul style="list-style-type: none"> • No supera la duda en la interpretación de la variable “precio del producto” 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede seguir el esquema utilizado • Da respuesta errada y sin argumentos
S5	<ul style="list-style-type: none"> • Construye un modelo • Presenta errores en la resolución matemática 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede seguir el esquema utilizado 	<ul style="list-style-type: none"> • No responde • Se percibe falta de análisis 	<ul style="list-style-type: none"> • No supera la duda en la interpretación de la variable “precio del producto” 	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede seguir el esquema utilizado • Da respuesta errada y sin argumentos

Por otra parte, los esquemas de modelización matemática, que emergieron de las respuestas de los estudiantes, pueden ser enmarcadas parcialmente en la propuesta de Blum y Leiß (2007); es decir, los estudiantes buscaron comprender, simplificar, matematizar, resolver matemáticamente e interpretar, aunque no validaron ni realizaron explicación de los resultados obtenidos en cada problema. Para el caso de la comprensión del problema los estudiantes mostraron competencia para discernir entre datos relevantes e irrelevantes (Maaß, 2006). Asimismo, dieron muestras de acudir a representaciones numéricas, usar conocimientos matemáticos para resolver los problemas. Aunque en este último se observó falta de destreza para realizar cálculos aritméticos. Sin embargo, no se debe perder de vista que, en su formación académica, los estudiantes, no han recibido entrenamiento en este tipo de problemas. Esto podría significar que los participantes tienen un sentido intuitivo de la modelización el cual podría potenciarse con un profesor que posea una preparación adecuada y que utilice estrategias de modelización en el aula de matemáticas. Otro aspecto importante a considerar, es que los participantes vislumbraron siempre una sola respuesta, y no más de una. Esto podría ser consecuencia, de

los “viejos esquemas” utilizados en las aulas de clase, en donde muchos docentes dictaminan como un “error” el que un problema proporcione más de una respuesta.

Respecto a las limitaciones de los estudiantes para resolver las situaciones problema, vinculadas con el contexto podrían estar asociadas a que en el aula de matemáticas de secundaria aun prevalecen esquemas tradicionales de enseñanza. En ese sentido, Ikeda (2007), señala que la formación del profesor es uno de los aspectos reconocidos para atender en el futuro, de manera que se tienda a la utilización adecuada de la modelización matemática en las aulas de matemáticas. Esto se podría traducir en alumnos competentes para abordar y resolver situaciones problema. De ahí que, en el caso de Venezuela, tendría que comenzar un proceso de divulgación de la modelización matemática entre los docentes y paralelamente su incorporación en los planes de formación de los docentes de matemática, tal como lo proponen Niss, Blum y Galbraith (2007).

Finalmente, la incorporación adecuada de la modelización matemática en el aula, genera una actividad que motiva y abre posibilidades para el aprendizaje y la enseñanza de la matemática en los niveles de la educación media. Es

un organizador curricular, en el sentido propuesto por Rico (1997), donde se considera el contexto físico, natural y social, para proponer situaciones reales y cercanas al estudiante. Esto podría contribuir a que los estudiantes comprendan y valoren críticamente su entorno a efectos de posibles mejoras y conservación, así como la importancia de las matemáticas para acercarse a ese contexto. En ese sentido, se debería incorporar la planificación de actividades didácticas, en la formación de profesores de matemática; a partir del análisis didáctico del contenido matemático, donde se consideren los organizadores propuestos por Rico (1997), entre los que se encuentran la modelización, las representaciones y la resolución de problemas.

Referencias

- BIEMBENGUT, Maria Salett (2007). Modelling and Applications in Primary Education. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn y M. Niss (Eds.), **Modelling and applications in Mathematics Education** (The 14th ICMI Study, pp. 451-456). Nueva York: Springer.
- BLUM, Werner y LEIß, Dominik (2007). How do Students and Teachers deal with Modelling Problems?. En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), **Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics** (pp. 222-231). Chichester, Reino Unido: Horwood Publishing.
- BONOTTO, Cinzia (2007). How to Replace Word Problems with Activities of Realistic Mathematical Modelling. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn y M. Niss (Eds.), **Modelling and applications in Mathematics Education** (The 14th ICMI Study, pp. 185-192). Nueva York: Springer.
- CASTRO, Enrique y CASTRO, Encarnación (1997). Representaciones y modelización. En L. Rico (Ed.), **La educación matemática en la enseñanza secundaria** (pp. 95-124). Barcelona, España: Horsori.
- GARCIA, Roberto y ORTIZ, José (2007). Representaciones y Modelización Matemática en la Resolución de Problemas. En E. Castro y J. L. Lupiañez, (Eds.), **Investigación en Educación Matemática: Pensamiento numérico**. (Libro homenaje a Jorge Cázares Solórzano. pp. 283-302). Granada, España: Universidad de Granada
- IKEDA, Toshikazu (2007). Possibilities for, and Obstacles to Teaching Applications and Modelling in the Lower Secondary Levels. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn y M. Niss (Eds.), **Modelling and applications in Mathematics Education** (The 14th ICMI Study, pp. 457-462). Nueva York: Springer.
- KAISER, Gabriele. (2007). Modelling and Modelling Competencies in School. En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), **Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics** (pp. 110-119). Chichester, Reino Unido: Horwood Publishing.
- KAISER, Gabriele. y SCHWARZ, Björn (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. En: **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, Vol 38 Nº 2: 196-208.
- LINGEFJÄRD, Thomas (2006). Faces of Mathematical Modelling. En: **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, Vol 38 Nº 2: 96-112.
- MAAß, Katja. (2006). What are Modelling Competencies? En: **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, Vol 38 Nº 2: 113-142.
- NISS, Mogens; BLUM, Werner; GALBRAITH, Peter. (2007). Introducción. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn y M. Niss (Eds.), **Modelling and Applications in mathematics Education** (The 14th ICMI Study, pp. 3-32). Nueva York: Springer.
- ORTIZ, José y SÁNCHEZ, Ligia (2002). La Educación Básica en Venezuela. Consideraciones sobre el Currículo de Matemática en la Tercera Etapa (13-15 años). En A. Maz, M. Torralbo y C. Abaira (Eds.), **Currículo y Matemáticas en la Enseñanza Secundaria en Iberoamérica**. (pp. 283-302). Córdoba, España: Universidad de Córdoba.
- ORTIZ, José; RICO, Luis y CASTRO, Enrique (2007). Mathematical Modelling: A Teachers' Training Study. En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum y S. Khan (Eds.), **Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics** (pp. 241-249). Chichester, Reino Unido: Horwood Publishing.
- RICO, Luis (1997). Los Organizadores del Currículo de Matemáticas. En L. Rico (Ed.), **La educación matemática en la enseñanza secundaria** (pp. 39-59). Barcelona, España: Horsori.
- RICO, Luis (2009). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática. En: **PNA**, Vol 4 Nº 1: 1-14.
- YIN, Robert (2003). **Case Study Research. Design and Methods** (Third Edition, Applied Social Research Methods Series, Vol. 5). Beverly Hills, California: Sage.