

Perspectivas Curriculares y Uso Didáctico de la Modelación en Educación Matemática

Víctor Martínez y José Ortiz

Universidad de la República de Uruguay, Universidad de Carabobo
Uruguay, Venezuela
victorml@fing.edu.uy, ortizjo@cantv.net
Pensamiento Matemático Avanzado – Nivel Superior

Introducción

En Relme 15, comienza a gestarse la realización de actividades de modelación lo cual se evidencia en hechos como el curso breve denominado “Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones” (Martínez Luaces, 2002). Algunos de los problemas considerados en dicho curso fueron: a) Cinética: Adsorción de CO_2 sobre superficie facetada de platino, b) Mezclas y tanques: Sistema con tres tanques interconectados, c) Transferencia de masa: Difusión de glucosa en una cereza y d) Transferencia de masa: Secado de un vegetal por las caras. Con el abordaje de cada situación se logró acercar a los docentes a los problemas de modelado vinculados a otras asignaturas o situaciones del mundo real. Aunque esto por si solo no garantiza cambios sustantivos en la práctica docente, ya que “modelar es un modo de vivir” Houston (2001). Esto significa que se requiere generar las condiciones para que el cambio sea posible. Y este grupo de trabajo pretende coadyuvar en tan impostergable tarea.

En la primera edición de este Grupo de Trabajo, en RELME 17, se trató la pertinencia de las actividades de modelado matemático en los diversos niveles educativos y la relación existente entre dichas actividades y la resolución de problemas o la Matemática en el contexto de las Ciencias (Martínez Luaces, Camarena y Sallet, 2003). Además, se consideraron cuestiones vinculadas a la Enseñanza de la Matemática como asignatura de servicio (Martínez Luaces, 2002) y se presentaron ejemplos concretos de actividades de modelado (Martínez Luaces, 2003). En esta oportunidad, es decir RELME 18, se partió de una presentación a manera introductoria seguida de unas preguntas que orientaron la discusión. Luego se hizo una presentación-discusión teórica relacionada con modelación y su uso en la enseñanza y posteriormente los participantes presentaron las respectivas respuestas a efectos de confrontarlas en el grupo. En total hubo doce participantes, todos mexicanos, principalmente profesores de matemáticas en secundaria y universidad, quienes manifestaron inquietud por actividades concretas de modelación para el trabajo práctico en el aula. En lo que sigue se presentarán los temas considerados en el grupo de trabajo.

Desarrollo

Para orientar la discusión en las sesiones se consideraron las interrogantes siguientes: 1. ¿Por qué incluir la modelación en las actividades didácticas a desarrollar en el aula? 2. ¿Qué competencias debe tener un profesor para incorporar la modelación en sus propuestas didácticas?, 3. ¿Es suficiente la formación inicial de los profesores de matemáticas para abordar la utilización de la modelación en su futuro trabajo docente? 4. Si el profesor en formación incorpora la modelación en su futuro trabajo profesional, ¿podría apoyarse en las nuevas

tecnologías? 5. ¿Se realizan actividades de modelado por igual en las distintas áreas de la Matemática? Por ejemplo: ¿es la misma situación en los cursos de Álgebra que en los de Ecuaciones Diferenciales?, 6. ¿Cuál es la situación del Modelado Matemático en las distintas carreras?. Para contextualizar y contribuir a unificar criterios se hicieron presentaciones teóricas relacionadas con un análisis conceptual de modelo y del proceso de modelación (Niss, Blum & Huntley, 1991; Ortiz, 2000), el uso del modelado como un organizador del currículo para diseñar actividades didácticas (Ortiz, 2000, 2002) y los modelos matemáticos en los cursos de perfeccionamiento para profesores (Martínez Luaces, 2004).

Aspectos generales

Existen referentes teóricos y conceptuales de interés para el abordaje de la modelación en educación matemática. La noción de modelo matemático se entiende como un constructo de carácter dinámico que resulta de la matematización de la realidad y que contribuye a la descripción, explicación y predicción de fenómenos o hechos del mundo real (Ortiz, 2000). El proceso de modelación matemática, se soporta en las propuestas de Blum (1991), Stewart y Pountney (1995), Ríos (1995), Ortiz (2000, 2002) y Martínez Luaces, Camarena & Salett (2004). En este sentido, se considera que la modelación matemática 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 el uso de técnicas de cálculo propias del modelo; para posteriormente pasar al análisis de los resultados y su contrastación con el problema propuesto inicialmente en el mundo real. En el paso del modelo matemático al análisis y contrastación de los resultados, también es posible construir un modelo recurriendo a las nuevas tecnologías (computadoras o calculadoras gráficas), las cuales permiten la simulación que ayudará a enriquecer y visualizar los resultados del problema original. El proceso de modelación tiene un carácter cíclico, lo cual le confiere una estructura dinámica y flexible que permite su permanente enriquecimiento e incorporación de nuevas interrogantes cada vez que se desea modelar una situación dada. De ahí se enfatiza que, en el contexto de la modelación, un modelo matemático es casi siempre un sistema de ecuaciones o inecuaciones algebraicas, diferenciales, integrales, entre otras; obtenidas a través del establecimiento de relaciones entre variables consideradas esenciales al fenómeno bajo análisis (Bassanezi, 1994).

La modelación en el currículo de matemáticas

Diferentes trabajos de investigación en educación matemática, tales como los presentados por Blum (1991), Bassanezi (1994) y Bair y Haesbroeck (1998) entre otros, centran su atención en la modelación como una estrategia de enseñanza y aprendizaje.

En términos de enseñanza, el uso de la modelación permite el aprendizaje de contenidos matemáticos conectados a otras formas de conocimientos. Su aplicación como una estrategia de enseñanza y aprendizaje es cada día más utilizada por los educadores matemáticos. Blum (1991) sostiene que hay consenso para que la modelación matemática sea incorporada en los currículos de todos los niveles escolares. Además, este autor plantea que con la modelación se logra comprender mejor el mundo a nuestro alrededor, a comprender con más profundidad los

conceptos matemáticos y a mejorar las actitudes hacia las matemáticas. Pero al respecto, el mismo autor sentencia que "...el factor más importante para el logro de los efectos citados es el profesor de matemáticas..." (p.27).

Stewart & Pountney (1995) sostienen que la modelación matemática podría ser un componente importante de varias carreras, como consecuencia de las deficiencias en resolución de problemas del mundo real, encontradas en los egresados; mientras que los mismos muestran alto grado de suficiencia en la resolución de problemas matemáticos sofisticados. En tal sentido, plantean estos autores, los politécnicos y universidades vincularían la modelación matemática con la resolución de problemas.

En educación matemática, cada día se incrementa la importancia de la modelación tanto en la docencia como en la investigación. En cuanto a la docencia se está llegando a considerar que la enseñanza debe hacerse tratando que los alumnos se esfuercen en la modelación matemática, como un poderoso instrumento de aprendizaje significativo (Castro y Castro, 1997).

Lo antes señalado pone en evidencia la importancia que ha cobrado en los últimos años la incorporación de la modelación en la enseñanza de las matemáticas, entendido esto como un proceso clave en la mejora de la apreciación y comprensión vinculada al entorno social, de una manera asequible al conocimiento que posee el estudiante.

La modelación en la formación del profesorado

La incorporación de la modelación en la enseñanza significa la adquisición de nuevas competencias didácticas por parte de los profesores.

En torno a la modelación, Ríos (1995) sostiene que la mayoría de los ejercicios y problemas de los libros de texto están alejados de las aplicaciones reales. Afirma que incluyen mucha teoría que está muy lejos de favorecer el conocimiento de quienes en su gran mayoría tendrán que aplicar las matemáticas a situaciones del mundo físico o social. Insiste Ríos que se debe enseñar a modelar situaciones en íntima conexión con la vida cotidiana y disciplinas profesionales, con la finalidad de potenciar nuevas habilidades y destrezas. Además, Ríos señala que la enseñanza de las matemáticas debe incorporar las nuevas tecnologías y utilizarlas en el proceso de modelación matemática.

Coxhead (1997), al referirse al desarrollo curricular y la evaluación, sostiene que los programas de estudio de las matemáticas podrían dar oportunidades para el desarrollo de habilidades en los alumnos relativas a la modelación matemática y aplicaciones, empezando en años tempranos de la escolaridad, con énfasis en la contextualización de las actividades matemáticas de los alumnos en situaciones de la vida real y en el uso de nuevas tecnologías. Sin embargo, la autora encontró que muchos profesores han encontrado dificultades al crear o concebir actividades de aprendizaje apropiadas para el desarrollo matemático de los alumnos y proporcionar oportunidades para la evaluación. En ese sentido, Coxhead (1997) considera que la formación inicial de los profesores de matemáticas es esencial para avanzar en los cambios necesarios que permitan la introducción de nuevos métodos de enseñanza. Estas consideraciones de Coxhead ayudan a reflexionar sobre la importancia de incluir, en la

formación inicial de profesores de matemáticas, actividades que promuevan en los profesores en formación una actitud favorable hacia el cambio y contribuyan a fortalecer sus niveles de competencia para su futuro desarrollo profesional.

Hodgson (1997), dictó un curso de modelación matemática, basado en situaciones abiertas del mundo real, a profesores de secundaria en ejercicio. El trabajo tuvo dos fases. En la primera fase se administró el curso y en la segunda fase los profesores fueron a sus lugares de trabajo a aplicar la modelación matemática con sus alumnos, haciendo énfasis en el planteamiento de situaciones abiertas del mundo real. Este autor encontró que el uso de las situaciones abiertas puede ayudar a facilitar el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas tales como la definición de los mismos y la investigación de la viabilidad de las suposiciones consideradas. Este trabajo de Hodgson contribuye a la comprensión de ciertos aspectos relacionados con las facilidades y dificultades que encuentran los profesores de matemáticas tanto en su fase formativa en modelación matemática como en la fase aplicada en su campo profesional.

La formación de los profesores de matemáticas debería contemplar experiencias en modelado matemático y resolución de problemas vinculados a la carrera considerada (Hernández, 1997). En ese sentido el NCTM plantea que se debe enseñar a los futuros profesores en forma similar a lo que será su práctica docente posterior. Esto implica que es necesario mejorar la situación actual, por ejemplo a través de cursos de modelado para profesores en actividad y más aún para aquellos que no tienen alguna formación en la especialidad donde ejercen.

La discusión del grupo

Una vez presentados los preliminares, relacionados con el tema, se procedió a discutir acerca de las respuestas dadas a las preguntas planteadas para orientar la discusión. En general, los participantes emitieron respuestas que fundamentalmente apuntaron a la necesidad de formar adecuadamente al docente de matemáticas desde sus aulas de formación inicial. Específicamente, con metodologías que consideren modelados concretos de fenómenos del mundo físico y social en diferentes contextos para que el futuro profesor se inicie en la planificación de actividades didácticas acudiendo a la modelación matemática como un organizador del currículo. Asimismo, surgió la importancia del uso de las nuevas tecnologías como recurso didáctico que potenciaría la modelación en el aula. Dicho recurso ayudaría a imprimirle agilidad al proceso de modelación y consolidaría en menos tiempo la resolución de los problemas planteados y el aprendizaje significativo de los conceptos y propiedades matemáticas que estarían involucrados en cada modelado.

Otra preocupación o respuesta surgida en el grupo fue la carencia actual de una formación inicial del profesor de matemáticas con pocas competencias didácticas que favorezcan el uso de la modelación en su trabajo profesional. En ese sentido, se planteó la necesidad de continuar haciendo investigación empírica que promueva las bondades y limitaciones de la modelación, de esa manera podría llegarse a su incorporación en los currículos de una manera más efectiva.

Respecto al modelado en las distintas áreas de las matemáticas, en el ámbito universitario, se comentó que principalmente se realiza en los cursos de las matemáticas aplicadas, tales como ecuaciones diferenciales o investigación de operaciones. Esto significa que, el modelado no

tiene tratamiento similar en las distintas carreras y además, por lo general, su tratamiento es muy escaso. Se hace patente la introducción de la modelación en las diferentes asignaturas que conforman el componente matemático en las distintas carreras.

Finalmente, los participantes plantearon la importancia de seguir contando, dentro de la RELME, con un grupo de trabajo estable y sólido que propicie la reflexión y contribuya al intercambio de experiencias entre pares para seguir fortaleciendo el campo de la modelación matemática en el ámbito latinoamericano.

Referencias Bibliográficas

- Bair, J. y Haesbroeck, G. (1998). Modélisation. Passage d'un problème réel à un problème mathématique. *Bulletin APMEP*, 418, 503-590.
- Bassanezi, R. (1994). Modelling as a Teaching-Learning Strategy. *For the Learning of Mathematics*, 14 (2), 31-35.
- Blum, W. (1991). Applications and Modelling in Mathematics Teaching. A Review of Arguments and Instructional Aspects. En M. Niss, W. Blum & I. Huntley (Eds.), *Teaching and Mathematical Modelling and Applications* (pp. 10-29). Chichester, UK: Ellis Horwood limited
- Coxhead, C. (1997). Curriculum Development and Assessment in Northern Ireland. En S. K. Houston, W. Blum, I. Huntley & N.T. Neill (Eds.), *Teaching and Learning Mathematical Modelling* (pp. 3-22). Chichester: Albion Mathematics and Applications Series.
- Hernández, M.R. (1997). Niveles epistemológicos en el aprendizaje de las matemáticas. *Educación Matemática*, 9(2), 43-52
- Hodgson, T. (1997). On the Use of Open-ended, Real-world Problems. En S.K. Houston, W. Blum, I. Huntley & N.T. Neill (Eds.), *Teaching and Learning Mathematical Modelling*. Chichester: Albion Mathematics and Applications Series.
- Houston, K. (2001). Teaching modelling as a way of life. *Quaestiones Mathematicae*, Suppl. 1, Supplement, 105-113
- Martínez Luaces, V. (2002, julio). *El Modelado en la Enseñanza de Matemática como asignatura de servicio*. Conferencia dictada en la VI Reunión de Didáctica de la Matemática del Cono Sur, Buenos Aires, Argentina.
- Martínez Luaces, V. (2003). Mass Transfer: the other half of Parabolic P.D.E. *New Zealand Journal of Mathematics*, Vol. 32, Supplementary Issue, 125-133.
- Martínez Luaces, V. (2004, Julio). *Teacher training for problem solving and modelling*. Ponencia presentada en el TSG-3, durante ICME-10, Dinamarca.
- Martínez Luaces, V. (2002). Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. 15(1), 49-54
- Martínez Luaces, V., Camarena, P. & Salett, M. (2004). Modelos Matemáticos. En L. Díaz (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*. México: Clame
- Niss, M., Blum, W. y Huntley, I. (Eds.) (1991). *Teaching and Mathematical Modelling and Applications*. Chichester (UK): Ellis Horwood limited
- Ortiz, J. (2000). *Modelización y Calculadora Gráfica en Formación Inicial de Profesores de Matemáticas*. Memoria de Tercer Ciclo. Granada: Universidad de Granada
- Ortiz, J. (2002). *Modelización y Calculadora Gráfica en la enseñanza del álgebra lineal. Estudio evaluativo de un programa de formación*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- Rios, S. (1995). *Modelización*. Madrid: Alianza

Stewart, M. y Pountney, D. (1995). *Learning Modelling with Derive*. London: Prentice Hall.