

# UNA PERSPECTIVA INTERNACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MODELIZACIÓN MATEMÁTICA

## International perspectives on teaching and learning of mathematical modelling

Barquero, B.

Universitat de Barcelona

El ámbito de modelización matemática se ha convertido, en las últimas décadas, en un ámbito crucial en y para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. En la actualidad vivimos las consecuencias de una larga tradición y un consenso compartido por distintas comunidades, la de investigadores, la de profesores y la de políticos educativos, entre otras, sobre el importante papel que debe desempeñar la modelización en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Si nos centramos en los contextos e instituciones escolares, son claros y fácilmente contrastables los avances sucedidos en los últimos 30 años en lo que se refiere a la transposición de algunas de las conceptualizaciones y recomendaciones sobre la modelización matemática y su enseñanza, desarrolladas en el ámbito de la investigación, a las realidades escolares en los distintos niveles educativos. Este ha sido el caso, por ejemplo, de la caracterización de la competencia en modelización (Niss, 2002) que ha guiado -y sigue haciéndolo- las reformas curriculares en Dinamarca; los *Common Core State Standards for Mathematics* en Estados Unidos, que incluyen la modelización como uno de los dominios matemáticos a desarrollar; o su inclusión en el marco de evaluación de PISA (Rico, 2006; OECD, 2013, 2019) que ha orientado muchas de las reformas curriculares en Europa. Según Burkhardt (2018, p. 74) esto ha sucedido por varias razones que, según él mismo describe:

The importance of mathematical modelling in the school curriculum is clear. It both demonstrates the widespread applicability of mathematics and enhances mathematical understanding through inquiry. It serves as a powerful corrective to those who view mathematics as a set of discrete facts and procedures to be taught and learned.

No obstante, distintos autores siguen destacando una notable brecha entre los destacados avances de la investigación en modelización matemática, por un lado, y el impacto efectivo en las aulas, por otro lado (Burkhardt, 2018, o Blum, 2015, entre otros). Son diversas las cuestiones que siguen abiertas como, por ejemplo, las carencias de infraestructura matemático-didáctica para la enseñanza de la modelización, su (in-)compatibilidad con la evaluación o el análisis del impacto y/o posibilidades de difusión a través de la formación del profesorado (Carreira, Barquero, Kaiser y Cooper, 2019).

En lo relativo al ámbito de la investigación, durante las últimas décadas se han utilizado diversidad de marcos teóricos para abordar la problemática de enseñanza y aprendizaje de la modelización matemática. A menudo ha surgido interés en clarificar y conectar los distintos enfoques teóricos para describir, diseñar y analizar actividades de modelización (Cai et al., 2014; Kaiser y Sriraman, 2006). En otras ocasiones, se insiste en la necesidad de explicitar la forma en que se conceptualiza la modelización matemática en un marco de investigación determinado, y en cómo esta forma de entender la modelización impacta en el diseño de prácticas de aula y en el estudio de las condiciones que facilitan y de las restricciones que aparecen para la difusión y supervivencia a largo plazo de la modelización en las prácticas escolares. Es lo que, desde la teoría antropológica de lo didáctico, se denomina como la dimensión epistemológica y la dimensión ecológica del problema de la modelización matemática (Barquero, Bosch y Gascón, 2019) y se asume que su explicitación

puede ayudar a delimitar los distintos ámbitos de actuación y ayudar en la articulación de los resultados derivados de la investigación.

Tomando estas reflexiones como punto de partida, este Seminario quiere abrir el debate sobre algunos de los puntos previamente mencionados. Vamos a contar con tres ponencias que van a aportar distintos, aunque complementarios, puntos de vista. En primer lugar, contaremos con el investigador alemán Gilbert Greefrath, de la Universidad de Münster, quien ha desarrollado gran parte de su trayectoria investigadora en el ámbito de la modelización matemática, representante de la tradición alemana en modelización con gran impacto a nivel mundial, y quien ha sido en encargado de liderar el *Topic Survey* del ICME-13 sobre la corriente alemana en modelización (Greefrath y Vorhölter, 2016). En segundo lugar, la investigadora Irene Ferrando, de la Universitat de Valencia, quien ha participado en múltiples ocasiones en los grupos internacionales de discusión y, a nivel español, lleva años encargándose de las Jornadas de Modelización Matemática, celebradas desde el año 2005, y de la revista *Modelling in Science, Education and Learning*. En tercer lugar, la investigadora Susana Carreira, de la Universidad del Algarve, con quien he tenido el placer de liderar los grupos de trabajo de los últimos tres CERME (*Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*) y quien ha sido un puntal clave en la comunidad europea e internacional a la hora de buscar puntos de encuentro entre las distintas líneas de investigación. Cada uno de los ponentes aportará su visión sobre la evolución del ámbito de investigación y práctica escolar de la modelización matemática.

En particular, las dos primeras ponencias van a aportar su perspectiva nacional de la evolución de dicho ámbito de investigación en cada uno de los países representados, Alemania y España respectivamente. Para facilitar el debate se les plantearon las siguientes cuestiones:

- *Estado actual de la enseñanza y aprendizaje de la modelización en vuestro país:* ¿Qué papel tiene la modelización matemática en vuestro país? ¿Qué debate ha habido sobre qué es la modelización y sobre su enseñanza y aprendizaje? ¿Qué desarrollo se puede destacar sobre la conceptualización de la modelización y el impacto que ha tenido en las reformas curriculares?
- *Investigaciones sobre modelización matemática en vuestro país:* ¿Cuáles son los enfoques teóricos utilizados en la investigación sobre modelización? ¿Qué problemas de investigación se han abordado? ¿Qué realidades empíricas y metodologías se proponen? ¿Se pueden destacar desarrollos importantes a nivel teórico y/o metodológico en lo que se refiere a este ámbito de investigación?
- *Investigación llevada a la práctica:* ¿Qué ejemplos concretos muestran el diseño, implementación y análisis de actividades de modelización, fundamentados por la investigación, en contextos escolares? ¿Cuáles son las principales condiciones que se han creado y las limitaciones o restricciones que han aparecido?
- *Líneas de futuro desarrollo de la investigación sobre modelización en vuestro país:* ¿Cuáles son las líneas de futuro desarrollo de este ámbito de investigación?

Durante el Seminario vamos a poder escuchar las respuestas de dos de los conferenciantes. Por un lado, Gilbert Greefrath mostrará la importancia de la modelización matemática como campo de investigación en Alemania y su integración como una de las competencia clave en los estándares educativos de este país desde hace ya algunos años. Para mostrar algunos ejemplos concretos se va a apoyar en casos prácticos derivados de distintos proyectos de investigación sobre la medición de la competencia de modelización, el uso de herramientas digitales y de investigaciones sobre la formación del profesorado. Por otro lado, Irene Ferrando se encargará del caso de la comunidad investigadora en España. Mostrará la diversidad y riqueza de investigaciones que ha habido estos últimos años que abarcan desde la educación infantil hasta la formación de profesores, pasando por

la educación obligatoria y la universitaria. Dada la heterogeneidad de las temáticas y de los enfoques teóricos adoptados, el objetivo central de su ponencia es la de introducir un panorama de los avances realizados y del impacto de estos en la investigación del campo de la modelización a nivel internacional.

La ponencia de Susana Carreira va a centrarse en dar una visión europea e internacional sobre la evolución que ha tenido este ámbito de investigación en los últimos años. Para ello, se focalizará, en primer lugar, en las comunidades internacionales ICTMA e ICME, para centrarse entonces en la comunidad europea de investigadores que han participado en el grupo de trabajo temático sobre *Applications and modelling* del CERME en la última década. Este análisis nos muestra un buen resumen de las distintas tendencias y su evolución. Con ello, y a mi parecer personal, nos muestra la gran riqueza de esta comunidad que, adoptando distintos marcos teóricos y metodológicos, cada dos años ha tenido la oportunidad de priorizar la búsqueda de puntos comunes de discusión entre los cuales se vislumbra, cada vez con más claridad, nuevos frentes para un futuro de investigación prometedor.

Deseamos que este seminario sirva de estímulo para seguir profundizando en los diferentes temas abordados, y que abra nuevas cuestiones para seguir discutiendo a nivel nacional e internacional en un futuro próximo. Me resta agradecer a la Junta Directiva de la SEIEM la invitación a coordinar este seminario y al intenso trabajo y dedicación durante estos últimos meses con los compañeros, ponentes, que han hecho realidad este seminario.

## Referencias

- Barquero, B., Bosch, M. y Gascón, J. (2019). The unit of analysis in the formulation of research problems: the case of mathematical modelling at university level. *Research in Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1080/14794802.2019.1624602>
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? En S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education: Intellectual and attitudinal changes* (pp. 73–96). Cham, Suiza: Springer International Publishing.
- Burkhardt, H. (2018). Ways to teach modelling—a 50 year study. *ZDM*, 50(1-2), 61-75.
- Cai, J., Cirillo, M., Pelesko, J. A., Borromeo-Ferri, R., Borba, M., Geiger, V., ... y Kwon, O. N. (2014). Mathematical modeling in school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional, and teacher education perspectives. En P. Liljedahl, C. Nicol, S. Oesterle y D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education, Vol. 1* (pp. 145–172). Vancouver, Canadá: IGPME.
- Carreira, S., Barquero, B., Kaiser, G. y Cooper, J. (2019). Introducing CERME's Thematic Working Group 6 – Applications and Modelling. *Newsletter of the European Mathematical Society, Mathematics Education, ERME Column, 111*, 48-49.
- Greefrath, G. y Vorhölter, K. (2016). *Teaching and Learning Mathematical Modelling: Approaches and developments from German speaking countries. ICME-13 topical surveys*. Cham, Suiza: Springer International Publishing.
- Kaiser, G. y Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302–310.
- Niss, M. (2002). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: the Danish KOM Project*. Roskilde, Dinamarca: Roskilde University.
- OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. París, Francia: OECD Publishing.
- OECD (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. París, Francia: OECD Publishing.

Rico, L. (2006). Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas. *Revista de Educación, extraordinario 2006*, 275-294.