

## **Problemas de Fermi: retos y oportunidades para introducir la modelización matemática en la educación primaria y secundaria**

Carlos Segura, Departamento de Didáctica de la Matemática, Universitat de València

La competencia matemática se puede definir como la habilidad para comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de situaciones en las que las matemáticas juegan o pueden jugar un papel (Niss, 2003). La resolución de problemas matemáticos conectados con la realidad es uno de los pilares de este enfoque, cuyo objetivo último es formar una ciudadanía crítica y preparada para comprender el mundo. En particular, los problemas de modelización son aquellos que implican tránsitos de ida y vuelta entre la realidad y las matemáticas (Niss y Blum, 2020). Estos tránsitos requieren completar el ciclo de modelización, esto es: saber simplificar, estructurar y cuantificar el contexto real (ida), pero también interpretar el resultado obtenido mediante procedimientos matemáticos y validarlo en su contexto (vuelta).

Pese a su relevancia en los programas educativos de muchos países del mundo (Cevikbas et al., 2022), los problemas de modelización siguen teniendo escasa presencia en las aulas de educación secundaria, y aún menos en las de primaria. Gran parte de los docentes declaran tener dificultades para seleccionarlos, implementarlos y evaluarlos. Además, aunque existen autores que señalan que los contextos reales son motivadores para los estudiantes (Boaler, 1993), muchos docentes piensan que su dificultad podría desanimarles. El primer objetivo de esta conferencia es mostrar y discutir una caracterización y clasificación de los problemas de modelización que dote al profesorado de instrumentos para su selección y formulación (Maaß, 2010). Además, se explicarán algunos resultados de investigaciones empíricas recientes que proporcionan evidencias sobre el impacto de distintos tipos de problemas de modelización en el rendimiento y en aspectos motivacionales (interés, confianza, valor, etc.) de los estudiantes (García-Cerdá et al., 2024). Por ejemplo, la cantidad de información de los problemas (problemas con exceso de datos frente a problemas sin datos) parece ser una variable importante.

En este sentido, los problemas de Fermi, que presentan una situación real sin datos en la que deben realizarse suposiciones, estimaciones parciales razonadas y cálculos simples para obtener la estimación de una magnitud inalcanzable de manera directa, ofrecen una oportunidad para introducir la modelización en educación primaria y secundaria (Segura et al., 2025). El segundo gran objetivo de esta conferencia es ofrecer un panorama sobre el uso de estos problemas en educación matemática, abordando los siguientes aspectos:

- Mostraremos distintos ejemplos y haremos énfasis en que se trata de problemas con múltiples estrategias de resolución (Segura y Ferrando, 2023).
- Fundamentaremos la relevancia de trabajar los problemas de Fermi en secuencias en lugar de manera aislada, pues permiten desarrollar distintas competencias de los estudiantes. Por ejemplo, se pueden introducir secuencias en las que el contexto real promueve la flexibilidad de los estudiantes (Segura y Ferrando,

2023), es decir, la capacidad de usar distintas estrategias cambiando de un problema a otro para adaptarlas a sus características contextuales. Esto es relevante porque la flexibilidad es una habilidad esencial de la competencia matemática (Heinze et al., 2009).

- Explicaremos una clasificación de tipos de error cometidos en estos problemas (Segura y Ferrando, 2021) que permite medir el rendimiento de los estudiantes. Muchos de estos errores están vinculados con carencias en el conocimiento previo de medida y estimación de magnitudes, por lo que discutiremos algunos resultados recientes sobre el efecto de este conocimiento previo y de la flexibilidad en el rendimiento cuando se resuelven problemas de Fermi (Segura et al., 2025).
- Fundamentaremos el uso de otro tipo de secuencias (upscaling) en las que se busca que los estudiantes desarrollen estrategias cada vez más complejas (Albarracín et al., 2022). Mostraremos algunos estudios recientes sobre el impacto del entorno de resolución en el rendimiento y aspectos motivacionales de los resolutores (Gallart et al., 2025). Así, destacaremos la importancia de que los estudiantes experimenten en la localización real de los problemas, a modo de ruta matemática, en lugar de evocarlos desde el aula. Y también discutiremos el papel de la IA como soporte en su resolución.

Con este panorama sobre los problemas de Fermi esperamos abrir vías para seleccionar e implementar problemas de modelización en educación primaria y secundaria de manera efectiva, con un conocimiento específico de su impacto en determinados aspectos cognitivos y afectivos vinculados al desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes.

## Referencias

- Albarracín, L., Segura, C., Ferrando, I., & Gorgorió, N. (2022). Supporting mathematical modelling by upscaling real context in a sequence of tasks. *Teaching Mathematics and its Applications*, 41(3), 183-197.
- Boaler, J. (1993). The role of contexts in the mathematics classroom: Do they make mathematics more “real”? *For the Learning of Mathematics*, 13(2), 12–17.
- Cevikbas, M., Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2022). A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: State-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 205–236.
- Gallart, C., Segura, C. & Albarracín, L. (2025). Impacto del entorno de resolución de problemas de Fermi en la complejidad y flexibilidad de las estrategias de maestros en formación. *Contextos educativos*, 35.
- García-Cerdá, C., Segura, C., & Ferrando, I. (2024). Influence of the Type of Mathematical Problems on Students’ and Pre-service Teachers’ Interest and Performance. A Replication and Elaboration Study. *Implementation and Replication Studies in Mathematics Education*, 4(1), 125-159.

- Heinze, A., Star, J. R., & Verschaffel, L. (2009). Flexible and adaptive use of strategies and representations in mathematics education. *ZDM the International Journal on Mathematics Education*, 41, 535–540.
- Maaß, K. (2010). Classification scheme for modelling tasks. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31 (2), 285-311.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. En G. Papastavridis (Ed.), *3rd Mediterranean conference on mathematical education* (pp. 115-124). The Hellenic Mathematical Society.
- Niss, M., & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modelling*. Routledge.
- Segura, C., & Ferrando, I. (2021). Classification and analysis of pre-service teachers' errors in solving Fermi problems. *Education Sciences*, 11(8), 451.
- Segura, C., & Ferrando, I. (2023). Pre-service teachers' flexibility and performance in solving Fermi problems. *Educational Studies in Mathematics*, 113(2), 207-227.
- Segura, C., Gallart, C., & Ferrando, I. (2025). Influence of pre-service primary school teachers' prior knowledge of measurement and measurement estimation in solving modelling problems. *Journal of Mathematics Teacher Education*.