

## Desafíos actuales para la Didáctica de las Matemáticas


### Current Challenges in Mathematics Education

### Desafios atuais para a Didática da Matemática

Ángel Gutiérrez

Universidad de Valencia  
Valencia, España

angel.gutierrez@uv.es

 <http://orcid.org/0000-0001-7187-6788>

Adela Jaime

Universidad de Valencia  
Valencia, España

adela.jaime@uv.es

 <https://orcid.org/0000-0003-3839-1476>

Recibido - Received - Recebido: 25 / 03 / 2021    Aceptado - Accepted - Aprovado: 30 / 04 / 2021

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v23i34.3515>

URL: <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/innovaciones/article/view/3515>

**Resumen:** La didáctica de las matemáticas, como área científica que se ocupa de analizar y mejorar la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina, aborda una diversidad de cuestiones, problemas y obstáculos referentes a la enseñanza y el aprendizaje, a profesores y estudiantes, a los entornos sociocultural, político y económico, entre muchos otros. En su búsqueda de soluciones y respuestas, profesores e investigadores se enfrentan a diversos desafíos para implementar acciones de innovación e investigación, las cuales redunden en la mejora del aprendizaje de las matemáticas para los estudiantes. En este artículo reflexionamos brevemente sobre tres desafíos actuales, que se relacionan con el uso de tecnología, la atención a los estudiantes con alta capacidad matemática y la formación del profesorado. Planteamos algunos aspectos de cada desafío y aportamos algunas referencias que sirvan para profundizar en ellos.

**Palabras Clave:** Enseñanza de las matemáticas, Formación de docentes, Talento matemático, Tecnología educativa, matemáticas

**Summary:** Mathematics Education, as a scientific field, analyzes and improves this discipline's teaching and learning, tackling a variety of issues, problems, and obstacles concerning teaching and learning, teachers and learners, as well as its socio-cultural, political, and economical contexts, among many others. In their quest for solutions and answers, teachers and researchers face different challenges to implement research and innovation actions that will improve Math learning in students. In this article, we briefly reflect on three of the current challenges, related to the use of technology, attention to mathematically gifted students, and teacher training. We discuss some aspects of each challenge, and we also provide references for further reflection on the topic.

**Keywords:** teaching of Mathematics, teacher training, Math talent, educational technology, Mathematics

**Resumo:** A didática da matemática, como área científica que lida com a análise e melhoria do ensino e aprendizagem desta disciplina, aborda uma variedade de questões, problemas e obstáculos relacionados ao ensino e aprendizagem, professores e estudantes, ambientes socioculturais, políticos e econômicos, entre muitos outros. Em sua busca por soluções e respostas, professores e pesquisadores enfrentam vários desafios para implementar ações de inovação e pesquisa que resultam em um melhor aprendizado da matemática para os estudantes. Neste artigo, refletimos brevemente sobre três desafios atuais, que estão relacionados ao uso da tecnologia, atenção aos estudantes com alta capacidade matemática e treinamento de professores. Levantamos alguns aspectos de cada desafio e fornecemos algumas referências que servem para aprofundá-los.

**Palavras chave:** Ensino de matemática, Formação de professores, Talento matemático, Tecnologia educacional, Matemática

## INTRODUCCIÓN

El objetivo último de la didáctica de las matemáticas (educación matemática) es ayudar a mejorar la formación matemática de los estudiantes de los diferentes niveles educativos, para contribuir al orden científico y humano de los ciudadanos y mejorar a la sociedad del futuro. Este objetivo formal puede parecer simple, sin embargo, al reflexionar sobre cómo ponerlo en práctica, se aprecia la amplitud y la complejidad de la tarea y los desafíos que supone. Hemos elegido tres desafíos para comentarlos y para ello se enfatizará en algunos aspectos que consideramos cruciales. No son, ni mucho menos, los únicos desafíos a los cuales se enfrenta la didáctica de las matemáticas, ni pretendemos que sean los más importantes. Los hemos elegido porque la comunidad internacional de profesores y didactas está trabajando en ellos con intensidad y nuestra experiencia docente e investigadora se relaciona con ellos.

Evidentemente, en nuestro mundo el papel que la tecnología juega es relevante, pues se está desarrollando a velocidad vertiginosa y permea todos los ámbitos. Por ello, no podemos dejar de lado su potencial para ayudar a mejorar la enseñanza de las matemáticas.

La sociedad actual tiene retos que requieren individuos con una formación científica sólida y, en particular, no puede permitirse el lujo de no aprovechar al máximo a los estudiantes con más talento matemático, quienes pueden llegar a ser motores de innovación y aportar soluciones eficaces y de calidad. Aunque el talento matemático sea innato, resulta imprescindible ayudar a que se desarrolle, por lo tanto, un desafío para el sistema educativo, a través de los profesores principalmente –no en forma exclusiva–, es lograr que los estudiantes con talento matemático desarrollen su potencial y sientan interés por seguir aprendiendo matemáticas.

Para abordar los dos desafíos anteriores y otros muchos, los profesores juegan un papel crucial, pues ellos son los mediadores y los artífices del aprendizaje en las clases de matemáticas. Esto genera que la formación inicial y continua del profesorado sea, en sí misma, otro desafío de máxima importancia, pues difícilmente se podrá mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas sin un profesorado bien formado y con conocimientos actualizados.

## INTEGRACIÓN DE LAS TIC'S EN LAS CLASES DE MATEMÁTICAS

Las TIC's han entrado en las clases de matemáticas, principalmente en forma de ordenadores, calculadoras, tabletas y celulares que, mediante programas informáticos, permiten manejar grandes cantidades de información, organizarla, realizar gráficas, representar objetos matemáticos e interactuar con ellos, entre otros. La situación especial que estamos viviendo durante el último año, provocada por la pandemia de la COVID-19, de una manera dramática e indiscutible, ha mostrado la necesidad de realizar acciones para la integración real de las TIC's en la actividad ordinaria de profesores y estudiantes de matemáticas.

La literatura de investigación didáctica muestra que un buen uso de las TIC's facilita que los estudiantes descubran, conjeturen, comprueben o demuestren relaciones y propiedades matemáticas y amplíen el significado de conceptos matemáticos (p. ej., los de polígonos convexo-cóncavo, simple-cruzado-estrellado) y existen numerosas posibilidades (Borba et al., 2016).

Los programas de geometría dinámica, probablemente el tipo de software más usado, facilitan la visualización de conceptos geométricos, algebraicos y funcionales, permiten modificarlos y relacionarlos para descubrir sus propiedades, etc., todo lo cual ayuda a comprender mejor y usar con eficacia esos contenidos matemáticos.

En contra de lo que creen algunos profesores, introducir las TIC's en las clases no obliga a abandonar el papel, el lápiz, la pizarra y los manipulativos, pues no se trata de medios incompatibles, sino complementarios. Hay investigaciones que muestran beneficios del uso conjunto de materiales manipulativos y medios tecnológicos (Faggiano et al., 2018). El desafío para los profesores es combinar los diferentes entornos, para aprovechar lo mejor de cada uno y lograr que sus alumnos estén motivados para estudiar y aprender.

Existen excelentes aplicaciones para la enseñanza de contenidos matemáticos específicos de aritmética elemental, iniciación al álgebra, geometría plana y espacial, funciones, probabilidad, entre muchos otros. Además de las famosas *GeoGebra*, *Dragon Box*, *Scratch*, *MatLab*, etc., hay otras aplicaciones igual de interesantes y útiles (p. ej., NCTM, 2021).

El desafío para los profesores es múltiple: aprender ellos mismos a usar eficientemente las aplicaciones, lograr que sus alumnos aprendan a usarlas, para que sean una ayuda y no un obstáculo, así como diseñar problemas para que sus alumnos aprovechen lo mejor de las aplicaciones. Desde la óptica investigadora, la teoría de la génesis instrumental ayuda a analizar estos procesos específicos de aprendizaje tecnológico (Bozkurt y Uygan, 2020). También hay juegos de ordenador o móvil, creados para entretener, los cuales se pueden usar en clase de matemáticas. Por ejemplo, en los últimos años se han divulgado experiencias de uso de *Minecraft* en clases de matemáticas.

Otra herramienta que ha entrado con fuerza en las aulas son los videos. Durante el cierre de los centros educativos, muchos profesores están creando grabaciones en video de sus explicaciones, como si las estuvieran impartiendo en sus clases reales, aunque esto se hace también, desde hace bastantes años, en clases ordinarias. YouTube tiene muchos canales dedicados a la enseñanza de las matemáticas que se pueden usar en cualquier momento. Pero, si un profesor no encuentra ningún video que se ajuste a lo que quiere, puede crear sus propios videos, basta tener una videocámara o, como mínimo, un celular para grabar las sesiones, aunque existen aplicaciones para crear fácilmente videos más sofisticados (Ribera, Rotger, 2019). Los retos para los profesores son: controlar la duración del video (¿cuánto tiempo permanecen atentos sus estudiantes antes de aburrirse?) y organizar la actividad posterior con sus estudiantes.

## ATENCIÓN A LOS ESTUDIANTES CON ALTA CAPACIDAD MATEMÁTICA EN LAS CLASES ORDINARIAS

Actualmente, los sistemas educativos de la mayoría de los países contemplan la atención al talento, si bien es el gran descuidado, por el falso mito de que los estudiantes con talento aprenden solos. Aunque las directrices curriculares indiquen la obligación de atender de forma diferenciada a los estudiantes con talento, en la práctica, la atención específica suele dirigirse solo a los estudiantes con dificultades de aprendizaje. Es frecuente ver que estudiantes con ACM, quienes comprenden los nuevos contenidos rápidamente y acaban enseñada las tareas planteadas a la clase, esperan sin nada que hacer a

que terminen sus compañeros o reciben más tareas análogas a lo que han resuelto. Sin embargo, los estudiantes con ACM necesitan, como cualquier otro estudiante, desarrollar su potencial con la guía del profesor.

Aunque hay sistemas educativos que favorecen la creación de grupos de clase o centros educativos específicos para estudiantes con ACM, lo más habitual es que estos estudiantes acudan a centros ordinarios y estén integrados en grupos normales de clase. En este contexto, el desafío para la didáctica de las matemáticas es proporcionar a los profesores metodologías de enseñanza que favorezcan el avance de sus alumnos con ACM, según su propio potencial, sin que ello suponga duplicar el trabajo de preparación y desarrollo de las clases del profesor.

Las tareas más útiles para los estudiantes con ACM son las que promueven su *pensamiento de orden superior* (*higher order thinking* en inglés). En el contexto del aprendizaje de las matemáticas, Resnick (1987) indica que el pensamiento de orden superior se desarrolla mediante la realización de actividades no algorítmicas, complejas, que pueden tener múltiples soluciones o ninguna. En otras palabras, los profesores deben plantear a sus alumnos con ACM tareas que les supongan un reto alcanzable, pero le demanden un alto esfuerzo cognitivo (Diezman y Watters, 2002). La metodología de aprendizaje por descubrimiento guiado es muy adecuada para este tipo de estudiantes, para que sientan el placer de la exploración y el descubrimiento en matemáticas.

La diversidad de grados de competencia matemática e interés por esta materia de los estudiantes de un grupo ordinario dificulta la tarea de preparar clases personalizadas para los diferentes tipos de alumnos, por el consumo de tiempo que conlleva. Una forma de posibilitar la atención adecuada a todos ellos es mediante *problemas con extensiones* o *actividades matemáticas ricas* (Piggot, 2011), donde se plantea una situación inicial, abordable por todos los estudiantes, la cual se va haciendo más compleja, hasta llegar a hacer planteamientos apropiados para estudiantes de alto nivel matemático. De esta manera, todos los estudiantes trabajan sobre situaciones con algún aspecto común y no se desarraiga a ningún estudiante. Las TICs son una valiosa ayuda para aplicar esta metodología de enseñanza, puede verse un ejemplo en la propuesta de Gutiérrez et al. (2021) para la enseñanza de las simetrías.

## FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE MATEMÁTICAS DE EDUCACIÓN INFANTIL A SECUNDARIA

El profesorado, en particular de matemáticas, es la pieza fundamental del sistema educativo, por lo tanto, su formación es crucial y uno de los grandes desafíos actuales para la didáctica de las matemáticas. La investigación lleva muchos años trabajando intensamente en la formación inicial y permanente del profesorado, desde aspectos matemáticos, docentes, profesionales, afectivos, entre otros.

En los últimos años, algunos enfoques teóricos han ganado relevancia y están ofreciendo resultados interesantes para organizar la formación de los futuros profesores y analizar mejor la actividad del profesorado en las lecciones de matemáticas.

En un artículo publicado hace más de 30 años, Shulman planteó una propuesta que ha dado lugar al desarrollo de esta área de la didáctica de las matemáticas hasta la actualidad, al diferenciar entre los conocimientos matemático y didáctico de los profesores. La evolución de esta idea inicial ha cristalizado en los constructos del *conocimiento matemático para la enseñanza* (MKT, por sus siglas en inglés), es decir, el conocimiento matemático que los profesores ponen (o deben poner) en juego para enseñar unos determinados contenidos matemáticos, y el *conocimiento pedagógico del contenido* (PCK), referido al conocimiento que los profesores tienen (o deben tener) acerca de los procesos de aprendizaje, dificultades y errores, entre otros aspectos, de esos contenidos por los estudiantes, para adaptar la enseñanza

a las características particulares de sus alumnos. En esta línea de actividad, es destacable el desarrollo del constructo del *conocimiento especializado del profesor de matemáticas* (MTSK) y una serie de subconstructos más específicos que hacen operativo el modelo (Carrillo et al., 2013).

Otros didactas han realizado adaptaciones a áreas específicas, por ejemplo, incorporan el conocimiento de contenido tecnológico (TCK), que añade el conocimiento tecnológico del profesor a los anteriores.

El modelo anterior se fija en los contenidos matemáticos a enseñar y los conocimientos que el profesor necesita para preparar y desarrollar sus clases adecuadamente, pero no atiende en forma explícita a la manera como el profesor interactúa con sus alumnos durante las clases. Para cubrir este hueco en el análisis integral de la actividad del profesorado, surge el constructo de la *mirada profesional* (en inglés, *professional noticing*) del profesor, que presta atención a cómo el profesor analiza las acciones, las preguntas, las comprensiones, las respuestas, entre otros elementos, de los estudiantes, para tomar decisiones sobre, p. ej., si modificar o no una actividad previamente diseñada, cómo responder al estudiante, etc. (Llinares, 2013). Esta parte de la formación del profesorado inicial y en ejercicio es muy importante debido a que, durante las lecciones, los profesores en forma continua están enfrentando tomas de decisiones con solo unos segundos para reaccionar.

En particular, los dos desafíos comentados en las secciones anteriores implican la necesidad de proporcionar a los profesores en ejercicio y en formación una capacitación específica en el uso de las TIC's y en la atención a los estudiantes con ACM. Varios estudios han mostrado que un elevado número de profesores de matemáticas no se sienten capacitados para usar TIC's en sus clases, lo cual les genera inseguridad y tienden a evitar la tecnología (George y Avello, 2021). Algo similar ocurre en relación con los estudiantes con ACM, pues numerosos testimonios muestran centros educativos y profesores que tratan de evitar la detección de estos estudiantes, pues no se sienten capacitados para darles la atención que requieren.

## REFERENCIAS

- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S. y Aguilar, M. S. (2016). Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 48(5):589-610. <https://dx.doi.org/10.1007/s11858-016-0798-4>
- Bozkurt, G. y Uygan, C. (2020). Lesson hiccups during the development of teaching schemes: a novice technology-using mathematics teacher's professional instrumental genesis of dynamic geometry. *ZDM Mathematics Education*. 52(7):1349-1363. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01184-4>
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C. y Muñoz-Catalán, M. C. (2013). Determining specialized knowledge for mathematics teaching. En B. Ubuz, C. Haser y M. A. Mariotti (eds.), *Proceedings of the 8th Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. Ankara, Turquía: ERME.
- Diezmann, C. M. y Watters, J. J. (2002). Summing up the education of mathematically gifted students. En B. Barton, K. C. Irwin, M. Pfannkuch y M. O. J. Thomas (eds.), *Proceedings of the 25th Annual Conference of the MERGA*. Sídney, Australia: MERGA.
- Faggiano, E., Montone, A. y Mariotti, M. A. (2018). Synergy between manipulative and digital artefacts: a teaching experiment on axial symmetry at primary school. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49 (8):1165-1180. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1449908>
- George Reyes, C. E. y Avello Martínez, R. (2021). Competencias digitales para la práctica docente en pregrado en dos universidades latinoamericanas. *Revista de Educación Mediática y TIC (EDMETIC)*. 10(1):1-19.

- Gutiérrez, A., Jaime, A. y Gutiérrez, P. (2021). Networked analysis of a teaching unit for primary school symmetries in the form of an e-book. *Mathematics*, 9(8):832. <https://dx.doi.org/10.3390/math9080832>
- Llinares, S. (2013). Professional noticing: a component of the mathematics teacher's professional practice. *Sisyphus. Journal of Education*, 1(3):76-93.
- NCTM (2021). *Illuminations*. Página web: <https://illuminations.nctm.org/>
- Piggott, J. (2011). *Rich tasks and contexts*. NRICH, Universidad de Cambridge: Cambridge, G.B. Accesible en <https://nrich.maths.org/5662>
- Resnick, L. B. (1987). *Education and learning to think*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ribera, J. M., Rotger, L. (2019). Creando vídeos para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. En ICE de la Universitat d'Alacant (ed.), *Actas de las XIII Jornades d'Educació Matemàtica de la Comunitat Valenciana*. Alicante, España: ICE de la U. d'Alacant. Disponible en [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/98655/1/LLIBRE\\_JORNADES\\_MATEMATIQUES\\_06.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/98655/1/LLIBRE_JORNADES_MATEMATIQUES_06.pdf)