



Nuevas perspectivas del uso de tecnologías digitales en la Educación Matemática

Luz Manuel **Santos** Trigo

Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzado
México

msantos@cinvestav.mx

Marcelo **Bairral**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Brasil

mbairral@ufrj.br

Michèle **Artigue**

Universidad París Cité

Francia

michele.artigue@gmail.com

Ricardo **Poveda** Vásquez (coordinador)

Universidad Nacional de Costa Rica

Costa Rica

ricardo.poveda.vasquez@una.ac.cr

Resumen

En esta mesa redonda plenaria se discutirá sobre el papel de las tecnologías digitales en la actualidad, considerando las nuevas perspectivas ocasionadas por la situación de la pandemia de COVID 19. Se abordarán algunos temas, como el de la tecnología en los nuevos retos educativos y el diseño de nuevos entornos de aprendizajes y de recursos para una educación presencial, híbrida o virtual. Además, la formación inicial y continua de los docentes, así como la evaluación de los aprendizajes son áreas en que la tecnología siempre está presente, por esta razón se incluyen en esta discusión. Por último, desde hace algunos años se han desarrollado diversos enfoques teóricos para trabajar cuestiones tecnológicas en la educación matemática, sin embargo, es necesario profundizar en esto, por lo que también es uno de los temas que se tratará en la mesa redonda.

Palabras claves: Educación matemática, Educación, Enseñanza, Aprendizaje, TICs.

Introducción

Desde la aparición de las tecnologías digitales, los profesores e investigadores en educación matemática han tratado de ponerlas al servicio de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, como demuestra la síntesis aportada por el primer estudio del ICMI organizado sobre este tema en 1985. Desde entonces, los usos y la investigación se han multiplicado en todo el mundo, y los conocimientos se han acumulado, pero la cuestión del uso educativo de las tecnologías digitales se renueva constantemente, por la propia evolución tecnológica, por la evolución de los conocimientos científicos y por la de los usos sociales de estas tecnologías, así como por los retos a los que se enfrenta la humanidad, como ha demostrado claramente la pandemia de COVID 19. Se abren nuevas perspectivas, pero muchas cuestiones siguen sin resolverse y surgen otras nuevas.

La tecnología en los nuevos retos educativos

Tecnología al servicio del desarrollo de una ciudadanía crítica

No es fácil comprender la complejidad del mundo actual y los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad, como el desafío climático, y evitar dejarse seducir por discursos que niegan esta complejidad afirmando que existen soluciones sencillas y desarrollar una verdadera ciudadanía crítica. La educación debe ayudarle, especialmente las matemáticas. Frente a este reto, las tecnologías digitales son ambivalentes. La reciente pandemia ha demostrado claramente que son esenciales para hacer frente a crisis de tal magnitud, pero también que facilitan la propagación de noticias falsas, discursos erróneos o incluso conspirativos.

Es importante extraer enseñanzas de este acontecimiento, pero también de todos los proyectos interdisciplinarios que se están desarrollando en la enseñanza para sensibilizar a los alumnos hacia estos retos, ayudarles a comprenderlos, a pensar en medios de acción y a poner a prueba algunos de ellos.

La pandemia ha puesto así de manifiesto el valor que tuvo para la enseñanza el acceso a una gran cantidad de datos sobre la misma y su evolución en los distintos países o regiones, casi en tiempo real. Las tecnologías digitales también han sido muy útiles para ayudar a los estudiantes a comprender, mediante el uso de modelos, por supuesto simplificados y adaptados a su nivel, los procesos de crecimiento en juego y el posible efecto de las decisiones de confinamiento o de las políticas de vacunación. Han contribuido así a contrarrestar visiones erróneas de la modelización matemática, de sus potencialidades y limitaciones, alimentando discursos anticientíficos peligrosos para el bien común.

También han ayudado a compartir ampliamente el impresionante número de recursos producidos por las comunidades científica y educativa, y a intercambiar sobre nuestras respectivas experiencias, dificultades y éxitos. Los numerosos artículos publicados en números especiales de revistas científicas desde 2021, como (Chan, Sabena y Wagner, 2021), (Engelbrecht, Borba y Kaiser, 2023) y muchos otros son útiles para analizar con mayor precisión el papel que desempeñaron las tecnologías digitales para ayudar al desarrollo de una ciudadanía crítica en este contexto.

Por último, respecto a los proyectos mencionados al principio e insistiendo en la necesidad de que la educación matemática no aborde estas cuestiones de forma aislada, la comprensión de los retos del mundo actual requiere un enfoque multidisciplinar y esto concierne también a la comprensión del posible papel de las tecnologías digitales porque, según las disciplinas, nuestra relación con las tecnologías digitales, los recursos y los usos que privilegiamos son diferentes. Y, más allá de las interacciones que deben establecerse entre las disciplinas escolares, si queremos implicar a la ciudadanía crítica en la acción, también es importante pensar en una escuela abierta a las comunidades y a sus usos de las tecnologías. Es lo que intenta hacer, por ejemplo, el proyecto europeo MOST (<https://icse.eu/international-projects/most/>) que, a pesar del difícil contexto de los dos últimos años, ha permitido realizar XX SCP (School Community Project) con alumnos de diferentes niveles escolares y una diversidad de interlocutores sobre temas medioambientales. Sería interesante estudiar el papel exacto desempeñado por las tecnologías digitales en este proyecto y las realizaciones asociadas. Pero cuando se trata de una escuela abierta, América Latina tiene una tradición mucho más sólida y rica.

Tecnología ante la desigualdad educativa

Todos los recursos (materiales convencionales o informáticos) son importantes y contribuyen diferentemente en el aprendizaje. La mayoría de los recursos digitales necesita algún tipo de conexión a la red o la compra de equipos, lo que dificulta, sobre todo porque la adquisición es costosa para muchos docentes.

Con el desarrollo de los dispositivos móviles y sus aplicaciones disponibles, la conexión a la red ya no se hace indispensable. Los dispositivos ya poseen posibilidades de compartir vía Bluetooth o se puede descargar alguna aplicación de compartir, el 4shared por ejemplo. Además de esta facilidad de compartir y de trabajar sin conexión, ya no es necesario que las escuelas dispongan de laboratorio de informática, aunque este espacio todavía sea importante para otras actividades, sobre todo, las que exigen pantallas mayores, ordenadores etc. El laboratorio también exige personal técnico y arreglos constantes de los ordenadores, horas disponibles de uso, hechos que igualmente dificultan desplazar los alumnos hacia este tipo de ambiente.

La posibilidad de recursos gratuitos y que se pueden llevar directamente a la clase con los smartphones de los estudiantes facilita su uso directamente en tareas matemáticas previamente planteadas por el profesor. Minimizados los problemas de conexión (con aplicaciones de compartir) y de equipamientos (con los que pueden traer los alumnos), el otro desafío es el compromiso de los docentes hacia la disminución de las desigualdades educativas con acciones que no discriminen o clasifiquen a los estudiantes (Warschauer, 2005), sino que favorezcan en todos ellos el desarrollo de tareas de alto dominio cognitivo (Stein & Smith, 1998).

Escenarios de aprendizaje post-confinamiento

Durante el prolongado confinamiento social debido a la pandemia varias formas y comportamientos de los individuos para realizar tareas y actividades cotidianas, sociales, y profesionales privilegiaron la interacción remota y modificaron los caminos de resolver

problemas. En el ámbito escolar, el uso de tecnologías y desarrollos digitales resultó importante para transformar las actividades presenciales a un modelo remoto o en línea de enseñanza.

En la implementación de las actividades en línea, los estudiantes desarrollaron diversas estrategias para procesar las explicaciones que recibían de sus profesores y para resolver dudas por medio de interacciones sincrónicas o asincrónicas con el propio profesor o con sus pares. Además, los estudiantes tenían la libertad de consultar plataformas o desarrollos en línea como “Wikipedia” o “KhanAcademy” para revisar o extender la comprensión de conceptos o analizar ejemplos de problemas con la intención de resolver las tareas o problemas del curso. Así, en términos generales, los estudiantes durante el confinamiento tuvieron la oportunidad de ampliar sus formas de trabajar las tareas escolares comparadas con aquellas que realizaban antes de la pandemia en el modelo presencial. En el regreso al modelo presencial resulta importante analizar qué ajustes se deben contemplar tanto en el currículum matemático como en los escenarios post-confinamiento. Esto se expone en el siguiente apartado.

La tecnología en el diseño de nuevos entornos de aprendizajes y de recursos presencial-híbrido

Entre los cambios relevantes en el diseño e implementación de actividades de aprendizaje se destaca, el reconocimiento de que los estudiantes son el centro en el desarrollo de las actividades de aprendizaje y la importancia de fomentar y guiar las tareas que realizan en línea y su relación con el trabajo que se desarrolla en las actividades presenciales.

En las sesiones presenciales, más que escuchar explicaciones acabadas y a veces extensas por parte del profesor, se analizarán videos cortos (seleccionados que pueden ser propios del profesor o de otros expertos) sobre la explicación de conceptos o resolución de problemas. La idea es que, en las sesiones presenciales, los estudiantes centren su atención en discusión y análisis de los conceptos o problemas destacando las diferencias y semejanzas entre los conceptos y temas tratados en los videos. Además, los estudiantes tendrán oportunidad de presentar y compartir el trabajo o tareas realizadas en línea.

La idea y meta es que el estudiante desarrolle un plan estratégico y táctico que le permita activar caminos sobre cómo desarrollar una comprensión robusta de conceptos matemáticos y competencias de resolución de problemas. ¿Qué tipo de preguntas formular? ¿Con quién dialogar o a quién preguntar? ¿Qué recursos consultar? etc. Aquí, se contempla la selección de las tecnologías y desarrollos digitales que les permita compartir y discutir ideas con sus compañeros e interactuar con sus maestros y otros expertos. Además, el uso sistemático de herramientas (GeoGebra) que le permitan representar y explorar conceptos y problemas matemáticos. Por ejemplo, la construcción de modelos dinámicos de los problemas ofrece a los estudiantes la oportunidad de conectar gráficos, visuales y métodos analíticos en la resolución de problemas.

Un entorno de aprendizaje es un sistema interactivo entre humanos y entre humanos y dispositivos informáticos. Debe ser diseñado con tareas con diferentes objetivos, con múltiples formas de lenguajes y de representación, y que su resolución sea potenciada por interacciones sincrónicas y asincrónicas. Cada forma de interacción tiene sus contribuciones y limitaciones. Las tareas pueden ser planteadas para individuos y pequeños grupos. Es importante tener cuidado

con el uso indiscriminado de Internet. Esta generalización, asociada al desconocimiento de su verdadero potencial o limitación pedagógica, se hizo evidente en tiempos de pandemia. Es decir, no es lo mismo realizar una comunicación a través de WhatsApp que disponer de una conexión para descargar o ver vídeos, para realizar videoconferencias o chatear, etc. Tener una conexión de teléfono inteligente no es lo mismo. ¡Imaginar qué teléfono inteligente (smartphone) se encargará de los detalles educativos es un peligro!

La respuesta no es solo una buena conectividad o un paquete de datos, sino una adecuada planificación y equipamiento, una formación profesional de calidad, la implicación de equipos multidisciplinares y la comprensión pedagógica de las distintas formas de apropiación del conocimiento. En los países sudamericanos, la falta de equipamiento adecuado y conexión robusta es uno de los problemas para la constitución de ambientes de aprendizaje adecuados a las nuevas demandas de aprendizaje.

Un entorno virtual de aprendizaje no es un espacio de gestión académica ni de obtención de información burocrática, ni es un repositorio de material didáctico y actividades para realizar y enviar sin interacciones. La presencia y acompañamiento mediador del docente es fundamental. Esta actuación no es sólo en la mediación, sino en el diseño didáctico en su conjunto, ya que el colectivo profesional docente asume y sigue desempeñando un papel primordial en la educación matemática sea presencial, híbrida o totalmente online.

La tecnología en la formación del profesorado

En la formación inicial

Inicialmente cabe subrayar que el conocimiento profesional docente en la formación inicial es distinto del conocimiento del profesorado en la formación continua, sobre todo por el hecho de que los profesores en formación continua poseen experiencia que influye en su conocimiento práctico.

Las investigaciones han destacado que el conocimiento profesional docente es inseparable de los contextos y actividades en los cuales se desarrolla. Por lo tanto, la situación en la cual un futuro profesor o docente en formación continua se desarrolla es parte fundamental de cómo él construye - de modo constante y no lineal, un conjunto particular de conocimientos y habilidades profesionales.

La utilización de las tecnologías digitales para propiciar el trabajo colaborativo tanto para los estudiantes como para los profesores debe favorecer un proceso constante de reflexión respecto a sus concepciones sobre lo que significa enseñar y aprender matemáticas y sobre el diseño de entornos de aprendizaje que promuevan, entre otras cosas, deconstruir algunas concepciones.

Para ello, los entornos formativos y los recursos tecnológicos disponibles pueden construir dinámicas con dos perspectivas, no aisladas, una más informativa y otra más metacognitiva. En la primera habrá un movimiento de busca de recursos diversos disponibles en línea con explicitación de ideas y posibilidades de usarlos en clases. En la segunda, habrá contrastes entre

los distintos materiales y planteamientos, autocríticas, discusión y profundización en el colectivo. La primera perspectiva sería más personal e informativa, en cambio la segunda sería más colectiva y con reflexión metacognitiva y compartida. En las dos perspectivas las distintas interacciones (síncronas o asíncronas) asumen un rol importante en el desarrollo del conocimiento profesional para la enseñanza de las matemáticas.

En la formación continua

La importancia de desarrollar el trabajo colaborativo de los profesores para apoyar su desarrollo profesional y producir cambios sostenibles en la educación matemática está ahora bien reconocida y es fuente de mucha innovación e investigación. Prueba de ello es, por ejemplo, el estudio ICMI 25 y las actas de la conferencia asociada (Borko y Potari, 2020) disponibles en línea. Y, también en este ámbito, las tecnologías digitales pueden desempeñar y desempeñan un papel importante, reforzando las herramientas existentes y complementándolas, como demuestran numerosos trabajos. Sin pretender enumerar todas estas potencialidades, se pueden destacar tres aspectos.

- Las tecnologías digitales permiten ampliar el trabajo en colaboración más allá del que puede organizarse entre profesores de un mismo establecimiento. Un ejemplo muy estudiado en Francia, sobre todo en el marco del enfoque documental de lo didáctico (Trouche et al., 2020), es el de la asociación Sésamath (<https://www.sesamath.net/>), creada por un grupo de profesores de secundaria y que es una fuente de recursos digitales muy utilizados por los profesores de matemáticas en Francia.
- Estas tecnologías también permiten combinar el trabajo colaborativo presencial y a distancia gracias al uso de plataformas institucionales y diversos medios de comunicación, y compartir sus resultados. Pude experimentarlo, por ejemplo, en la adaptación de los Lesson Studies, que se está desarrollando en Francia por iniciativa de profesores y formadores del IREM de Rouen desde hace varios años (Masselin, 2020).
- Las tecnologías digitales favorecen la producción y explotación de recursos que pueden utilizarse para equipar a los profesores para el trabajo colaborativo, por ejemplo, los vídeos de clase, que se utilizan cada vez más en la formación.

Sin embargo, sea cual sea el potencial que ofrecen estas tecnologías, hay que reconocer que el desarrollo del trabajo colaborativo de los profesores, mucho más que el de los alumnos, se ve obstaculizado por limitaciones culturales y condiciones de trabajo extremadamente desfavorables en muchos países.

Es necesario aprovechar las nuevas oportunidades que ofrecen el crecimiento exponencial de los recursos, por lo que gestionar este crecimiento es una cuestión esencial si tenemos en cuenta la diversidad de su naturaleza, origen y forma. Esto es lo que motivó el desarrollo del enfoque documental de lo didáctico (EDD). En efecto, es importante comprender mejor el trabajo documental de los profesores, que se realiza en gran parte fuera del aula e incluso fuera de la escuela, y que los avances tecnológicos han modificado profundamente. No se puede entrar en los detalles de los resultados, pero parece que las conceptualizaciones propuestas por el EDD y los trabajos realizados en el marco de este enfoque nos permiten hoy comprender mejor este

trabajo, su complejidad y su dimensión transformadora y, por tanto, apreciar mejor cómo se le puede apoyar eficazmente.

La tecnología en la evaluación de los aprendizajes

Inicialmente cabe subrayar que la evaluación debe ser considerada como un proceso más que como resultado (producto) o solamente como una cifra. Además, la evaluación es un proceso continuo y relacionado a la motivación y a la interacción.

Monitorear el aprendizaje de forma remota es distinto de hacerlo en modo presencial porque las herramientas son distintas y, por lo tanto, los modos de interactuar igualmente lo serán. Es necesario considerar las herramientas, los criterios establecidos y particularidades de cada una, y los modos de compartir aprendizajes en cada una de ellas. Todo eso debe ser planeado en el entorno de aprendizaje: las tareas (individuales y colectivas), los modos de interacción (síncrona y asíncrona), las fechas etc.

El desarrollo de materiales donde se muestren diversos caminos asociados con la comprensión de conceptos y lo que significa resolver un problema es indispensable. Es decir, no solo importa que el estudiante busque una solución o respuesta a un problema, sino que siempre busque diversos caminos para resolver problemas. Aquí, los estudiantes tienen la oportunidad de contrastar los conceptos y estrategias que resultan importantes en la comprensión de los conceptos y en los acercamientos de resolución de los problemas. En estos materiales, se contempla que los estudiantes resuelvan diversos cuestionarios que den cuenta de la comprensión que desarrollan de los conceptos y de las competencias de resolución de problemas.

Por otro lado, se reconoce la importancia de que los estudiantes formulen preguntas como medio para comprender conceptos y resolver problemas. Así, las preguntas que planteen y la búsqueda de diferentes maneras de responderlas ofrece información sobre los niveles de comprensión y sobre las dificultades que enfrentan en la resolución de los problemas. El registro de las preguntas y respuestas por parte de los estudiantes es un camino para evaluar el aprendizaje y las competencias de los estudiantes al resolver problemas.

Con respecto a las herramientas para la evaluación, existe una rama de posibilidades de herramientas: tareas con objetivos distintos (resolver, probar, construir, conjeturar, comparar, proponer problemas, completar pruebas/demostraciones matemáticas, análisis de protocolos de construcción en un entorno dinámico de aprendizaje etc.), autoevaluación, proyectos temáticos, producción de diarios personales, construcción y análisis de esquemas conceptuales, construcción y acompañamiento de portafolios, producción de historias HQ etc.). Para cada uno de ellos debe ser construido un guion de criterios que serán observados a lo largo del trabajo.

En las tareas, además de los distintos modos de desarrollar el razonamiento matemático, es igualmente importante tener en su diseño modos de lenguaje y de representación (gráfica, algebraica, numérica, geométrica, tabular, pictórica, construcción en pantalla etc.), distintos. Aunque el aprendizaje sea individual nos cabe considerar que la interacción y la colaboración, promovidas por el trabajo colectivo, igualmente influyen en el aprendizaje o en su mejoramiento.

Por lo tanto, aunque se considere la especificidad de cada instrumento utilizado, el análisis del aprendizaje debe ir más allá de los criterios establecidos en los instrumentos. Es importante un análisis más global, o sea, una mirada de lo específico (criterios en cada herramienta) a lo global (contraste entre los distintos medios utilizados) se hace necesaria. En los entornos informáticos la utilización de las tecnologías favorece que todo (escritos, ficheros, logs de accesos, interacciones síncronas y asíncronas etc.) queda guardado y el profesor puede acceder, analizar y evaluar el aprendizaje con más detalles a lo largo de un espacio de tiempo.

En cambio, en dinámica presencial el docente necesita construir otras maneras para guardar y analizar los productos generados por sus alumnos. Hemos visto que en clase presencial los alumnos, sobre todo los adolescentes, no interactúan a menudo. Quizás podemos plantear dinámicas de interacción que favorezcan más el intercambio de ideas. Las tecnologías digitales pueden ayudar en planteamientos en esta dirección.

La tecnología en los enfoques teóricos

Se han utilizado o desarrollado diversos enfoques teóricos específicamente para trabajar las cuestiones tecnológicas en la educación matemática. El segundo estudio ICMI dedicado a este tema ya lo señaló hace más de diez años (Drijvers et al., 2010). Desde entonces, el panorama teórico se ha enriquecido aún más. Por tanto, es legítimo cuestionar la necesidad de nuevas construcciones teóricas como escribimos en (Haspekian et al., en proceso de publicación). Este capítulo del *International Handbook of digital (curriculum) resources in mathematics education*, tras un esbozo del paisaje general, se centra en las combinaciones teóricas a las que dio lugar el desarrollo del enfoque instrumental incluyendo su extensión al EDD, se muestra la disposición de conceptualizaciones sólidas que han demostrado su eficacia para hacer progresar la investigación y apoyar la acción didáctica. Sin embargo, se añade que la evolución tecnológica y científica y la de los usos sociales de las tecnologías digitales crean nuevas necesidades de investigación que pueden motivar nuevas construcciones teóricas. Ejemplos en los que ya se vislumbran estas evoluciones son el desarrollo de interfaces táctiles, sistemas apticos y sistemas de realidad aumentada que cuestionan la conceptualización de la acción instrumentada. De ahí, por ejemplo, la propuesta de Shvarts et al. (2021) de reelaborar el enfoque instrumental combinándolo estrechamente con una perspectiva radical de cognición encarnada.

La creciente importancia de las tecnologías de inteligencia artificial en nuestras sociedades nos lleva por su parte a cuestionar el concepto de “agency” y su atribución únicamente a los seres humanos, como ya había hecho el filósofo Bruno Latour desde una perspectiva ecológica. Es lo que propone, por ejemplo, Borba (2021).

Hace unos años, se hablaba de tecnologías informáticas y la visión del potencial de estas tecnologías para la enseñanza de las matemáticas otorgaba un lugar esencial a la programación. Los avances tecnológicos, las interfaces gráficas, los comandos que permitían prescindir de la programación, condujeron a un enfoque de las tecnologías digitales basado exclusivamente en las herramientas. En el siglo XXI, la situación está cambiando y tiende a establecerse nuevos equilibrios que apuntan a un mejor contrapeso entre las dimensiones de herramienta y objeto en el sentido de Douady (1986) de la informática y las tecnologías asociadas en la enseñanza de las matemáticas. Esto puede observarse en los recientes desarrollos curriculares en muchos países,

como muestra el estudio ICMI 24 (Shimizu & Vithal, 2023; véase también, Stephens & Kadjevich, 2020).

Por ejemplo, en Francia, la enseñanza de los algoritmos y la programación se introdujo en las matemáticas en el liceo (estudiantes de 15 a 18 años) por la reforma del liceo de 2010, y el desarrollo del pensamiento algorítmico comienza en la escuela primaria, desde la reforma de la escolaridad obligatoria en 2015. Las matemáticas no son la única disciplina que contribuye a ello (por ejemplo, en el primer ciclo de secundaria, este campo se reparte entre las matemáticas y la tecnología), pero desempeñan un papel esencial en el desarrollo de esta forma de pensamiento, y la progresión de este desarrollo a lo largo de la escolaridad y de los lenguajes de programación asociados se organiza en los programas de matemáticas. Esta evolución es especialmente importante hoy en día, dada la importancia de los algoritmos en el funcionamiento de nuestras sociedades. Esto nos remite a la primera cuestión, la de los vínculos entre las tecnologías digitales y el desarrollo de una ciudadanía crítica. Esta aproximación implica también el desarrollo de conocimientos y competencias matemáticas que permitan a estudiantes y profesores cuestionar el papel que desempeñan las matemáticas en nuestras sociedades, y por esta razón no podemos subestimar la necesidad de comprender qué es la modelización matemática y qué es un algoritmo.

Por lo que es de suma importancia construir marcos conceptuales que expliquen las formas de desarrollar conocimiento matemático que contemple el trabajo remoto y las interacciones presenciales. Aquí, se reconoce que las prestaciones (affordances) que ofrece el uso de distintas tecnologías digitales permiten a los estudiantes ampliar sus formas de razonamiento en la resolución de problemas. En esta dirección, la caracterización y formas de integrar el uso de las herramientas en el estudio de los conceptos y en la resolución de problemas debe explicitarse en el diseño e implementación de las actividades de aprendizaje.

En conclusión, las actividades y experiencias que los estudiantes y profesores llevaron a cabo durante el confinamiento ofrecen bases para reestructurar un escenario o modelo de enseñanza que fomente, valore y complemente las actividades que el estudiante desarrolle en línea y el trabajo presencial.

Referencias y Bibliografía

- Borba, M. (2021). The future of mathematics education since COVID-19: Humans-with-media or humans-with-non-living-things. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 385–400.
- Borko, H., & Potari, D. (Eds.) (2020). Teachers of mathematics working and learning in collaborative groups. *Proceedings of the The Twenty-Fifth ICMI Study Conference*. University of Athens.
- Chan E., Sabena, C., & Wagner, D. (Eds.) (2021). Mathematics education in a time of crisis—a viral pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1-2).
- Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 5-31.
- Drijvers, P., Kieran, C., & Mariotti, M.A. (2010). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. In C. Hoyles and J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology – Rethinking the Terrain* (89–132). Springer.

- Engelbrecht, J., Borba, M., & Kaiser, G (Eds.) (2023). COVID 19 pandemic – its mathematical background and its social and educational consequences. *ZDM Mathematics Education*, 55(1).
- Haspekian, M., Artigue, M., & Rocha, K. (En proceso de publicación). Role of networking of theories in studying the development and use of digital resources in mathematics education. In B. Pepin, G. Gueudet, & J. Choppin (Eds.), *The International Handbook of digital (curriculum) resources in mathematics education*. Springer.
- Masselin, B. (2020). *Ingénierie de formation en Mathématiques de l'école au lycée : des réalisations inspirées des Lesson Studies*. Presses Universitaires de Rouen et du Havre.
- Shvarts, A., Alberto, R., Bakker, A., Doorman, M., & Drijvers, P. (2021). Embodied instrumentation in learning mathematics as the genesis of a body-artifact functional system. *Educational Studies in Mathematics*, 107, 447–469.
- Shimizu, Y., & Vithal, R. (Eds.) (2023). Mathematics curriculum reforms around the world. *The 24th ICMI Study*. Springer Open.
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical Tasks as a Framework for Reflection: From Research to Practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(4), 268-275.
- Stephens, M., & Kadjevich, D.M. (2020). Computational/Algorithmic thinking. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education. Second Edition* (pp. 117-122). Springer.
- Trouche, L., Gueudet, G. & Pepin, B. (Eds.) (2020). Documentational approach to didactics. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education. Second Edition* (pp. 237-247). Springer.
- Warschauer, M. (2005). Technology and social inclusion: Rethinking the digital divide. Cambridge, MA: MIT Press.