

Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido en la enseñanza de matemática en el ciclo superior de la escuela secundaria

GABRIELA CENICH* | SONIA ARAUJO** | GRACIELA SANTOS***

Este trabajo tiene como propósito presentar las particularidades de las prácticas de enseñanza de los docentes de matemática de escuela secundaria (ciclo superior) cuando utilizan tecnologías digitales en las aulas. La investigación cualitativa se realizó mediante entrevistas en una muestra de 14 docentes de matemática de escuela secundaria en Argentina. Se propone la Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) como herramienta de análisis para establecer vinculaciones entre los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para caracterizar el uso que los docentes hacen de las tecnologías en sus prácticas de enseñanza. Los resultados indican que la mayoría hace un uso limitado de las tecnologías, en el marco de una enseñanza tradicional. Se destacan las prácticas de dos profesoras que potencian un entramado significativo entre tecnología, didáctica y conocimientos específicos. Los resultados a los que se ha arribado constituyen un potencial insumo para la formación docente con tecnologías.

This article aims to present the particularities of teaching practices employed by high school mathematics teachers when using digital technology in the classroom. The qualitative investigation was conducted by means of interviews with a sample of 14 high school mathematics teachers in Argentina. Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) is proposed as an analytical tool to establish relationships between technological, pedagogical, and content knowledge to characterize teachers' use of technology in their teaching practice. The results indicate that the majority make limited use of technology, in the context of traditional teaching. Of special interest are the practices used by two teachers which foster a significant interweaving of technology, didactics, and specific knowledge. The results constitute a potential input for teacher training with technology.

Recibido: 17 de febrero de 2019 | Aceptado: 30 de agosto de 2019

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.167.59276>

- * Profesora adjunta del área de Tecnología Educativa del Departamento de Formación Docente de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) (Argentina). Integrante del Programa de Incentivos a Docentes Investigadores del Ministerio de Educación de Argentina. Doctoranda en Ciencias Sociales y Humanas. Línea de investigación: estudio de la formación docente y la integración significativa de las TIC en las prácticas educativas en el aula. CE: gabcen@exa.unicen.edu.ar
- ** Profesora titular del Departamento de Educación de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) (Argentina). Investigadora categoría I del Núcleo de Estudios Educacionales y Sociales (NEES). Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación. Línea de investigación: procesos de formación y evaluación en la universidad: políticas, disciplinas, actores y prácticas. CE: saraujo@fch.unicen.edu.ar
- *** Directora del Centro de Investigación de Educación en Ciencias con Tecnologías (ECienTec), de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN) (Argentina). Profesora asociada del área de Tecnología Educativa del Departamento de Formación Docente de la misma universidad. Doctora en Física. Categoría II en el Programa de incentivos a docentes investigadores del Ministerio de Educación de Argentina. Línea de investigación: tecnologías digitales en la enseñanza de la Física y la Matemática. CE: nsantos@exa.unicen.edu.ar

Palabras claves

Enseñanza de las matemáticas

Formación de profesores

Investigación cualitativa

Nuevas tecnologías

Escuela secundaria alta

Keywords

Teaching of mathematics

Teacher training

Qualitative investigation

New technologies

High school

INTRODUCCIÓN¹

La vertiginosidad del avance de los cambios tecnológicos y culturales de la sociedad crea un escenario dinámico para la enseñanza que demanda de los docentes² una actualización continua de su formación (Cabero *et al.* 2015). Una de estas demandas refiere a la inclusión de conocimientos, en la formación básica y permanente, que potencien la integración de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) en los aprendizajes curriculares de los estudiantes.

En la actualidad, se observa la presencia de las TIC en las instituciones de todos los niveles educativos a través de plataformas y aplicaciones digitales soportadas por distintos dispositivos. Selwyn (2016: 8) afirma que “las tecnologías digitales están definiendo cada vez más la mayoría de las formas de educación contemporánea”. En este contexto, surgen interrogantes acerca del uso que los docentes hacen de las tecnologías en sus clases, y sobre los factores que afectan su desempeño. La labor de los profesores se desarrolla en escenarios cada vez más complejos que demandan la conjugación de conocimientos didácticos, curriculares y tecnológicos para desarrollar prácticas docentes significativas (Koehler y Mishra, 2008; Valverde *et al.*, 2010).

Es así que se considera importante avanzar, a través de la investigación, en la comprensión de los usos de las TIC que realizan los profesores en las aulas. En este sentido, este trabajo³ tiene como propósito presentar las particularidades de las prácticas de enseñanza de los docentes de matemática de escuelas secundarias cuando utilizan tecnologías digitales en las aulas. Dichas prácticas fueron identificadas a partir de entrevistas a

docentes pertenecientes a diferentes instituciones educativas. La caracterización de las mismas se hizo teniendo en cuenta los aportes del modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) como herramienta de análisis para establecer vinculaciones entre los conocimientos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos, ya que esto permite el análisis e interpretación del carácter innovador o reproductor del uso de las TIC en la enseñanza.

LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN LAS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA

Las inversiones en tecnología, junto a la formación docente para su uso, han ido en aumento en las dos últimas décadas. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados por iniciativas públicas y privadas, la mayoría de los estudios da cuenta de un uso restringido de las TIC en el aula, así como de una escasa relevancia en los procesos y resultados de aprendizaje (Cuban *et al.*, 2001; Coll *et al.*, 2009; Dussel y Quevedo, 2010; Lago, 2015).

Se enfatiza el potencial de las TIC para promover mejoras en las prácticas educativas. La integración de distintos sistemas simbólicos —lenguaje oral, escrito, gráfico y numérico, imágenes estáticas y en movimiento, sonidos, etc. (Engel *et al.*, 2010)— amplían la capacidad humana para (re)presentar, procesar, transmitir y compartir la información y promueven aprendizajes significativos y situados. A su vez, se favorece la utilización de lenguajes y usos diversos de la información por las características de los entornos simbólicos basados en las TIC (multimedia, hipermedia, interactividad, dinamismo, formalismo, conectividad). Estas particularidades generan las condiciones para introducir innovaciones

¹ Este trabajo fue financiado por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) en el marco del “Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos para la Investigación y Desarrollo (PERHID)”.

² A los fines de hacer más ágil la lectura se deja constancia que se utilizarán los plurales en masculino reconociendo la inclusión de las mujeres y de otros géneros en dichas expresiones.

³ Este artículo se enmarca en el proyecto de Tesis Doctoral “Los usos educativos de las TIC y las culturas de la enseñanza. La implementación del modelo 1 a 1 por docentes de matemática del Ciclo Superior de Escuela Secundaria”, Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina). N.E.: el ciclo superior de la secundaria en Argentina corresponde a lo que en diversos países se denomina como secundaria alta.

que no serían posibles sin la incorporación de tecnologías digitales. En este sentido, hay acuerdo en el reconocimiento de que el docente es un actor decisivo en la integración de las TIC con vistas a mejorar los aprendizajes del estudiante (Escudero, 2009).

Este nuevo escenario interpela las creencias y prácticas docentes sostenidas en la trasmisión de conocimiento que responden a una tradición mimética;⁴ y, al mismo tiempo, desafía la creación de alternativas de enseñanza con TIC desde una tradición transformadora.⁵

Engel *et al.* (2010) distinguen tres formas principales en que las TIC pueden integrarse en las actividades de enseñanza y aprendizaje: la construcción guiada del conocimiento, el proceso de construcción colaborativa del conocimiento y la creación de entornos de enseñanza y aprendizaje en línea. En la primera, se refieren a la integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la utilización de recursos y aplicaciones que permiten combinar diferentes tipos de lenguajes y formatos en función de la intención educativa. En el área de matemática se destaca la aplicación interactiva GeoGebra (<https://www.geogebra.org>), que posibilita el estudio de la aritmética, la geometría, el álgebra y el cálculo desde diferentes vistas gráficas, algebraicas y hojas de datos dinámicamente vinculadas. La variación de las formas de representación es un aporte fundamental de este tipo de aplicaciones ya que

...las representaciones matemáticas no se pueden entender de manera aislada; una ecuación o una fórmula específica, un gráfico particular en un sistema cartesiano, adquieren sentido sólo como parte de un sistema más amplio, con significados y convenciones que se han

establecido en el contexto de la resolución de un problema (Cicala, 2012: 97).

La segunda forma de integración de las TIC alude a las contribuciones de las tecnologías digitales al proceso de construcción colaborativa del conocimiento. Destacan aquellas herramientas que facilitan el trabajo grupal y que posibilitan la comunicación (foro, *chat*, etc.) y la actividad conjunta (editores colaborativos de textos, presentaciones, mapas conceptuales, etcétera).

Por último, se refieren al uso de las TIC orientado a la creación de entornos de enseñanza y aprendizaje en línea. Estos ambientes se caracterizan principalmente por ofrecer posibilidades para el acceso a la información, la comunicación sincrónica y asincrónica (entre pares, con tutores y profesores) y disponer de espacios para el trabajo individual y grupal. Pueden ser creados utilizando plataformas educativas (pagas o gratuitas) o integrar distintos servicios de publicación, comunicación y colaboración (por ejemplo, *apps* de Google). Además, se pueden incorporar como apoyo a la clase presencial en la modalidad *blended learning*.

Desde una visión transformadora, el docente tiene un rol decisivo en encontrar los sentidos pedagógico y didáctico de las distintas formas de integración de las TIC para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje (Maggio, 2012).

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE EN EL AULA CON TIC: EL MODELO TPACK

El modelo TPACK, elaborado por Koehler y Mishra (2008), amplía la noción de Shulman (1986) acerca del Pedagogical Content

⁴ La tradición mimética “se centra en la transmisión de conocimientos fácticos y metodológicos de una persona a otra, a través de un proceso esencialmente imitativo” (Jackson, 2002: 156).

⁵ La tradición transformadora propone un cambio cualitativo, una transformación que comprende, además de lo relativo a la posesión del conocimiento, los rasgos de carácter y de personalidad más altamente valorados por la sociedad. Las transformaciones que se proponen lograr son más perdurables en el tiempo que las planteadas en la tradición mimética, que procura sumar conocimientos a los existentes sin buscar cambios más profundos en el alumno (Jackson, 2002).

Knowledge (PCK). Este autor sostiene la necesidad de que los profesores desarrollen tanto el conocimiento del contenido como las habilidades para enseñarlo y señala que “el mero conocimiento de contenido es probablemente tan inútil pedagógicamente como la habilidad libre de contenido” (Shulman, 1986: 8). Desde esta perspectiva, la combinación adecuada de ambos tipos de conocimiento en la formación de los docentes (inicial y continua) requiere prestar atención, tanto a los aspectos de contenido de la enseñanza, como a los elementos pedagógicos del proceso de enseñanza.

El modelo TPACK distingue tres componentes principales del conocimiento: contenido (CK: conocimiento sobre el contenido de la materia), pedagogía (PK: conocimiento pedagógico) y tecnología (TK: conocimiento tecnológico), este último no contemplado en la propuesta de Shulman.

Koehler y Mishra (2008) describen el TPACK como un equilibrio dinámico en la combinación de estos tres aspectos del conocimiento y destacan la importancia de la interacción entre ellos para favorecer la integración de las tecnologías a las prácticas de enseñanza (Guzey y Roehrig, 2009). Estas interacciones se representan como PCK: conocimiento pedagógico del contenido; TCK: conocimiento tecnológico y de contenido; TPK: conocimiento tecnológico pedagógico; y TPACK: conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (Koehler y Mishra, 2008). A continuación, se describe cada uno de los componentes del modelo de manera sintética (Cabero *et al.*, 2015; Koehler y Mishra, 2008; Herring *et al.*, 2016):

- conocimiento sobre el contenido (CK): es el conocimiento acerca de la materia a ser enseñada;
- conocimiento pedagógico (PK): representa el conocimiento profundo de procesos, prácticas o métodos de enseñanza y aprendizaje, y abarca de manera más general los propósitos, valores y objetivos educativos;

- conocimiento tecnológico (TK): alude al conocimiento sobre las tecnologías y su uso.

La intersección de estos campos de conocimiento da lugar a conocimientos emergentes:

- conocimiento tecnológico y de contenido (TCK): es el conocimiento que permite comprender las vinculaciones entre tecnología y contenido;
- conocimiento pedagógico y de contenido (PCK): apunta al conocimiento de la pedagogía aplicable a la enseñanza de un contenido específico;
- conocimiento tecnológico pedagógico (TPK): es el conocimiento sobre las formas de enseñanza en las que se utiliza tecnología.

Por último, de la interacción de los conocimientos de contenido, pedagógico y tecnológico emerge el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK), entendido como una forma de conocimiento que el docente despliega en cada situación de enseñanza al combinar los tres tipos de conocimientos de una manera particular, con la intención de promover aprendizajes de contenidos específicos.

La TPACK propone un marco teórico para analizar y comprender las prácticas de enseñanza, así como para introducir innovaciones en la enseñanza con el uso de TIC.

METODOLOGÍA

La investigación, concebida desde un paradigma interpretativo y con un enfoque metodológico cualitativo (Flick, 2015), aborda la integración de tecnología digital en las prácticas de enseñanza de docentes de matemática. La recolección de datos se realizó mediante una entrevista semiestructurada a 14 docentes de esa disciplina, seleccionados de cuatro escuelas secundarias públicas (A, B, C, D). La selección de dichas instituciones tuvo en cuenta la

representatividad de distintas modalidades (A y C: educación técnico profesional; B y D: educación secundaria orientada) y la accesibilidad de los investigadores.

Proceso de selección de los docentes

Para determinar los docentes a entrevistar en las cuatro instituciones se aplicó una encuesta —diseñada por Cenich *et al.*, (2017)— a un total de 26 profesores; dicha encuesta permite identificar los usos educativos de las TIC en la enseñanza. Se estructuró en tres componentes: el primero, para recabar información personal/profesional del docente (edad, género, título(s), institución otorgante, antigüedad en docencia y situación laboral actual); el segundo, para conocer las formas de trabajo en la escuela (en referencia a la elaboración de las planificaciones anuales y a las interrelaciones mantenidas con pares y otras personas de la institución); y el tercero, para indagar sobre los usos de las TIC en el aula (aplicaciones y recursos que integra en sus clases y sentidos que atribuye a su uso a través de la descripción de la actividad que lleva a cabo).

Las 26 encuestas completadas se distribuyen del siguiente modo, de acuerdo con las instituciones: 7 de la escuela A, 4 de la escuela B, 7 de la escuela C y 8 de la escuela D.

En relación con el primer componente de la encuesta (información personal/profesional de los 26 docentes), 23 tienen títulos habilitantes de profesor en matemática, y los otros 3 poseen un título de capacitación docente en conjunción con un título profesional de base (ingeniero químico, ingeniero electrónico y analista de sistemas). En cuanto a la antigüedad en docencia, la mayoría posee entre 10 y 20 años (5 encuestados manifestaron una antigüedad menor a 10 años, 7 entre 10 y 15 años, 10 entre 16 y 20 años y 4 mayor a los 20 años). La mayoría de los profesores trabaja más de 20 horas semanales (4 trabaja hasta 10 horas, 5 entre 11 y 20 horas, y 17 más de 20 horas).

En referencia al segundo componente (formas de trabajo en la escuela) se observa que, para la elaboración de la planificación anual, la selección de contenidos la realizan en conjunto con otros profesores de la materia (del mismo y de distintos años) y con el jefe del Departamento de Matemática del Ciclo Superior. La selección de bibliografía, materiales y recursos, y el diseño de las actividades son llevados a cabo, en su mayoría, por el docente, y en menor medida son compartidos con otros profesores que dictan la materia en el mismo año. En cuanto a la forma que se interrelacionan con otros docentes de matemática, la mayor parte señala hacerlo en los recreos, con frecuencia diaria, y en reuniones anuales organizadas por la institución.

En el tercer componente (usos de las TIC en el aula), la mayoría de los docentes expresa que utiliza el GeoGebra para la graficación y análisis de funciones, y en menor medida recurre a videos para ampliar explicaciones sobre un tema.

Los 14 docentes⁶ (de los 26 encuestados) sobre los cuales versan los resultados de esta investigación fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios: predisposición (el docente manifiesta su compromiso para participar en las entrevistas) y disposición para compartir documentación sobre su trabajo y uso de TIC en el aula (el docente utiliza las TIC en el desarrollo de alguna/s de sus clases). La muestra está integrada por 4 profesores de la escuela A: 3 mujeres y 1 varón; 2 profesoras de la escuela B; 4 profesores de la escuela C: 3 varones y 1 mujer; y 4 profesoras de la escuela D.

Acerca de las entrevistas

Se elaboró una entrevista semiestructurada con el objetivo de recolectar datos de los 14 docentes acerca del uso de las TIC en las aulas desde la perspectiva de los actores (Guber, 2001). La guía fue pensada como un esquema general compuesto por seis preguntas abiertas

⁶ Los profesores fueron identificados en este trabajo como Di, donde i es un número único asignado a cada docente (D1... D14). De esta manera se preservó la identidad de los profesores participantes.

para indagar sobre las prácticas de enseñanza con tecnologías, con énfasis en los procesos de planificación y desarrollo de la clase cuando los profesores incorporan las TIC (tipos de recursos utilizados, empleo específico de tecnologías digitales, criterios para seleccionarlas, relación entre recursos y situaciones de enseñanza, obstáculos en el desenvolvimiento de la clase y estrategias para solucionarlos, y conocimiento de los modos de trabajo de sus colegas).

Acerca de la interpretación de las entrevistas

El análisis de las entrevistas comenzó con la segmentación de los datos de acuerdo a un criterio temático, en unidades que expresan un concepto o idea central. Se eligió este criterio por ser el más extendido y por ser considerado muy valioso en el análisis cualitativo de datos (Rodríguez Gómez *et al.*, 1999). El proceso de categorización se realizó a partir de las dimensiones propuestas por la TPACK. En la definición de las categorías se tuvo en cuenta el instrumento para analizar el modelo TPACK propuesto por Cabero *et al.* (2015), que consiste en un cuestionario⁷ con una escala de respuesta tipo Likert. Estas categorías fueron modificadas y ajustadas en un proceso recurrente a medida que se examinaban los datos y se reflexionaba sobre su contenido. De esta manera, la construcción definitiva de las categorías (Cuadro 1) surgió como emergente de un proceso iterativo que puso en diálogo el análisis de lo expresado por los docentes en las entrevistas con el modelo conceptual TPACK.

PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA Y CONOCIMIENTOS DE LOS PROFESORES: DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

En este apartado se caracterizan las prácticas de los docentes de matemática con uso de TIC a partir de lo expresado en las entrevistas. En primer lugar, las prácticas se organizan y se presentan según los tipos de conocimiento de los docentes de acuerdo a las categorías definidas para las seis primeras dimensiones de la TPACK. En segundo lugar, se analizan en particular las prácticas de dos de las docentes entrevistadas que integran de forma pertinente el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido, esto es, la séptima dimensión de la TPACK según las categorías previamente establecidas (Cuadro 1).

Los profesores manifiestan poseer conocimiento tecnológico (TK) suficiente para incluir tecnología en su clase. Emplean como aplicación principal GeoGebra en diferentes niveles de profundidad con respecto a las funcionalidades que ofrece este *software*. Señalan que las dificultades más comunes emergentes del uso de las tecnologías en el aula es no tener acceso a Internet y la falta de una cantidad adecuada de *netbooks*. Para dar solución al primer problema, la mayoría de los docentes expresó que descargan los materiales en sus computadoras y los proyectan para compartirlos en la clase.

D4: vemos videos, los veo en clase. Los veo con el cañón de acá [colegio]. Los videos los cargué yo, los tengo cargados en la máquina.

⁷ “El cuestionario estaba compuesto por 47 ítems, los cuales pretendían recoger información en las dimensiones que, de forma individual y en interacción, componían el modelo TPACK; éstas finalmente quedaron organizadas en 7, que fueron denominadas y los ítems distribuidos como se detalla a continuación:

- Conocimiento tecnológico (TK) (7 ítems).
- Conocimiento del contenido (CK) (12 ítems).
- Conocimiento pedagógico (PK) (7 ítems).
- Conocimiento pedagógico del contenido (PCK) (4 ítems).
- Conocimiento tecnológico del contenido (TCK) (4 ítems).
- Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) (4 ítems).
- Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) (8 ítems)” (Cabero *et al.*, 2015: 16).

Cuadro 1. Dimensiones y categorías para el análisis del conocimiento TPACK de los docentes

Dimensiones	Categorías
1. Conocimiento tecnológico (TK): se refiere a los conocimientos que posee y actualiza el docente sobre las tecnologías para usarlas y resolver problemas relacionados a su uso.	1.1 <i>Poseer conocimiento tecnológico para usar tecnología (PCT)</i> : representa el conocimiento suficiente acerca de las tecnologías que permite al docente usarlas para sus clases. 1.2 <i>Resolver problemas técnicos (RPT)</i> : se refiere al conocimiento tecnológico que permite al docente resolver problemas que emergen en el uso de la tecnología. 1.3 <i>Actualizar conocimientos tecnológicos (ACT)</i> : se refiere a las acciones que lleva adelante el docente para adaptarse a los cambios tecnológicos.
2. Conocimiento del contenido (CK): es el conocimiento acerca de la materia a ser enseñada.	2.1 <i>Poseer conocimientos sobre matemática (PCM)</i> : el conocimiento de los profesores acerca de los contenidos de matemática a enseñar según lo pautado en el currículo escolar.
3. Conocimiento pedagógico (PK): se refiere al conocimiento profundo de procesos, prácticas o métodos de enseñanza y aprendizaje que el docente utiliza para hacer más accesible el contenido matemático.	3.1 <i>Adaptar la enseñanza para mejorar la comprensión en los estudiantes (AEC)</i> : representa las distintas adaptaciones en las formas de enseñar que el docente realiza para favorecer el aprendizaje de las nociones matemáticas. 3.2 <i>Evaluar aprendizajes de los estudiantes (EAE)</i> : se refiere a las distintas formas a través de las cuales el docente evalúa el desempeño de sus alumnos en las clases. 3.3 <i>Organizar y gestionar la dinámica del aula (OGDA)</i> : la disposición física del aula y las formas de estimular el trabajo de los estudiantes.
4. Conocimiento pedagógico del contenido (PCK): se refiere al conocimiento de la pedagogía que es aplicable a la enseñanza de la matemática. Abarca conocimientos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, el currículo, la evaluación y los vínculos entre ellos.	4.1 <i>Seleccionar estrategias para promover aprendizajes significativos de matemática (SEPA)</i> : evaluación de las estrategias metodológicas teniendo en cuenta aquéllas que promuevan el aprendizaje significativo de contenidos matemáticos específicos. 4.2 <i>Utilizar distintas formas de enseñanza en el aula (UDFE)</i> : la relación de la teoría y la práctica, el aprendizaje individual o grupal, dentro y fuera del aula.
5. Conocimiento tecnológico del contenido (TCK): representa el conocimiento que permite comprender la manera en que la tecnología y los contenidos matemáticos se influencian uno a otro.	5.1 <i>Utilizar herramientas tecnológicas apropiadas al contenido matemático a enseñar (UHTC)</i> : se refiere a la elección de tecnologías que posibilitan a los estudiantes el acceso a contenidos matemáticos específicos.
6. Conocimiento tecnológico pedagógico (TPK): se refiere al conocimiento de cómo las distintas tecnologías pueden ser empleadas en la enseñanza.	6.1 <i>Seleccionar tecnología y materiales digitales para mejorar la enseñanza y aprendizaje (STMEA)</i> : búsqueda de tecnologías digitales alternativas para introducir mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje. 6.2 <i>Adoptar un pensamiento crítico con respecto a la tecnología (APCT)</i> : se refiere al análisis y evaluación del valor de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje. 6.3 <i>Planificar la clase con tecnología (PLCT)</i> : proyectar la clase teniendo en cuenta los recursos tecnológicos existentes y necesarios. 6.4 <i>Evaluar aprendizajes de los estudiantes con tecnología (EAET)</i> : el docente agrega el uso de tecnologías a sus prácticas tradicionales de evaluación de los aprendizajes.
7. Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK): es una forma de conocimiento que el docente despliega en una situación de enseñanza y aprendizaje particular, al combinar los conocimientos de contenido, pedagógico y tecnológico para facilitar los aprendizajes de temas específicos.	7.1 <i>Promover clases que combinan adecuadamente matemática, tecnologías e enfoque pedagógico (PCMTED)</i> : el docente lleva adelante clases en las que interrelaciona de forma pertinente conocimientos de matemática, tecnológicos y pedagógicos para producir aprendizajes significativos. 7.2 <i>Ayudar y guiar a otros profesores a coordinar el uso de contenidos, tecnologías y enfoque pedagógico (APCTyEP)</i> : el profesor orienta a otros docentes para articular adecuadamente conocimientos de matemática, tecnológicos y pedagógicos en las clases, convirtiéndose en un potencial agente dinamizador. 7.3 <i>Resolver problemáticas emergentes de la enseñanza con tecnología (RPE)</i> : el docente resuelve situaciones imprevistas relacionando adecuadamente conocimientos de matemática, tecnológicos y pedagógicos en las clases.

Fuente: elaboración propia sobre la base de la escala Likert “Cuestionario TPACK” (Cabero et al., 2015: 21-22).

Para sortear el segundo obstáculo, algunos profesores utilizan los celulares para el trabajo en el aula, pero otros desconocen las aplicaciones disponibles para móviles. Esta situación da lugar a otra problemática debido a que los estudiantes borran de sus equipos las aplicaciones sugeridas por el profesor por falta de espacio. En estos casos los docentes recomiendan distintas alternativas para superar esta limitación, lo cual da cuenta de sus conocimientos tecnológicos: reinstalar el software en cada clase, así como sugerir aplicaciones que requieran menos espacio, o el uso de aplicaciones similares que hayan descargado los alumnos (guiar e investigar su uso y posibilidades en el aula).

D9: Las *netbooks* entre comillas, porque la mayoría no las tiene... algunos utilizan, les permito puntualmente, para ese tipo de clases, el celular.

D8: en 6º año yo pedí las computadoras y había dos nada más que las tenían, los demás no las tenían, entonces empecé a buscar otras opciones y encontramos con una compañera... un programita que necesitaba poquito de memoria... y empezamos a usar el celular con un graficador parecido a GeoGebra, pero es otro...

Se distingue la práctica específica de un docente que utiliza Whatsapp para comunicarse con los alumnos, compartir actividades y darles devoluciones de sus trabajos.

D12: alumnos míos que arman grupos de Whatsapp y me mandan, pero es una cuestión mía, acerca de cómo están haciendo el ejercicio y yo suelo generalmente mandarles una imagen graficada o suelo decirles si se equivocan. Me he derivado más hacia el celular; los celulares de hoy son muy útiles.

Los docentes entrevistados manifiestan realizar actividades de capacitación, lo cual podría asociarse a la inestabilidad de las tecnologías digitales; dado que éstas cambian rápidamente, esto demanda de los docentes formación continua para actualizarse con conocimientos (Grandgenett, 2008; Koehler y Mishra, 2008; Valverde *et al.*, 2010). En este sentido, la mayoría manifiesta tener interés y realizar cursos de formación en tecnología, principalmente en GeoGebra. Entre las capacitaciones tomadas destacan las propuestas por el Plan Conectar Igualdad.⁸ No obstante, algunos docentes señalan haber desarrollado una formación autónoma sobre la integración de la tecnología en matemática debido a que consideran que los contenidos de estas capacitaciones abordan cuestiones generales de las TIC.

Con respecto a los conocimientos propios de la materia (CK), la mayoría de los docentes concuerda en que, ante la cantidad de contenidos a desarrollar, y la falta de saberes previos, deben priorizar las resoluciones analíticas antes que las gráficas. Por ejemplo, señalan que, cuando enseñan los temas derivada, límite e integral priorizan las reglas de cálculo.

D12: en realidad los contenidos son tan apretados que uno termina siempre en lo más analítico, uno termina siempre graficando, pero siempre haciéndole peso a lo analítico, al conocimiento en sí de lo que queremos lograr con el chico; no quita que el gráfico o la utilización de la gráfica no te dé conocimiento, todo lo contrario, te lo alimenta.

D11: en 6º año el problema que tengo es la falta de contenidos previos, entonces ¿con qué me encuentro? Que yo tengo que limitar límite, derivada [el] integrales a un cálculo; si hago un análisis funcional perdí la mitad del curso porque ellos ven funciones, pero no saben el

⁸ El Programa Conectar Igualdad (2010-2018) distribuyó *netbooks* a alumnos y docentes de educación secundaria de escuelas públicas, educación especial e institutos de formación docente. El plan se proponía capacitar a los profesores en el uso de la computadora y elaborar propuestas educativas para favorecer la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

análisis de una función porque entonces tengo que bajar todo el análisis matemático a una aplicación de cálculo, derivada las reglas de derivación, para qué me sirve o sea de hacerlo práctico digamos, ese es el problema que tengo en 6º.

Otra preocupación se vincula con la articulación escuela secundaria-universidad, ante lo cual los docentes manifiestan acordar los contenidos de matemática a enseñar durante el último año de la escuela secundaria.

Desde el punto de vista del conocimiento pedagógico (PK) y conocimiento pedagógico del contenido (PCK), los docentes llevan a cabo adaptaciones de la enseñanza con el fin de favorecer la comprensión de nociones matemáticas.

D3: veo que los chicos necesitan cada día más un ejercicio que sea visible físicamente, entonces busco alguna aplicación práctica del tema que se está explicando. En mi época era más resolver. Ahora hay que darle las cosas más aferradas a la realidad...

D13: simplifqué, trato de ir a un concepto muy elemental. Este año, por ejemplo, es otro gran tema toda esta discusión para dar notación científica...

La mayoría de los profesores describe un desarrollo de sus clases acorde a la tradición mimética (Jackson, 2002), en principio, *presentar*: realizar una introducción teórica del tema y explicación de algún ejemplo; luego *ejecutar/evaluar*: proponer al estudiante ejercitación para resolver en papel o en la computadora. En relación con la práctica señalan que por simplificar los temas recurren mucho a los ejercicios mecánicos, por lo que se pierde la relación entre los conceptos y su aplicación en el mundo real.

D3: primero hago una introducción teórica del tema, las variables que están involucradas, me ayudo con algún gráfico. O sea, primero

lo teórico, alguna definición, algún ejemplo sencillito y después hacemos ejercicios de ese tema en particular.

D7: en realidad es porque uno bajó tanto el nivel que ya el contenido no lo podés enlazar ni siquiera en situaciones problemáticas. Entonces, te vas tanto a lo mecánico, que es lo más fácil, [que] llega un momento que si preguntan y esto para qué me sirve no sé qué le voy a contestar. Centrarte tanto en lo mecánico y no poder abstraer y relacionar, porque perdés, llega un punto es como que te sentís acorralada, más en superior.

En referencia al conocimiento tecnológico del contenido (TCK), un grupo minoritario de docentes facilita a los estudiantes el graficador que más se adecue al contenido. La mayoría opta por la aplicación GeoGebra para graficar y analizar funciones (en especial límite y derivada), para elaborar tablas de distribución de frecuencias, y para temas de geometría.

D6: las *netbooks* las uso yo con mis limitaciones personales para graficar con GeoGebra o para hacer las tablitas de distribución de frecuencia en estadística o para los gráficos de funciones con el GeoGebra. No he usado otra cosa.

Además, para el cálculo utilizan aplicaciones disponibles en los celulares, aunque advierten sobre su menor precisión en comparación con las calculadoras científicas.

D2: bueno, ellos mismos se interesan y a veces usan los celulares, pero lo que no me gusta del celular son las calculadoras, y me cuesta horrores que lleven la calculadora a clase, porque las calculadoras científicas de los celulares redondean mucho, se pierde mucha precisión.

El conocimiento tecnológico pedagógico (TPK) comprende el conocimiento de las características y potencialidades de las tecnologías para integrarlas significativamente a

los contextos de enseñanza y aprendizaje. Un grupo mayoritario de docentes está de acuerdo en buscar información en Internet relativa a la selección de materiales para la enseñanza, y en mucha menor medida, a actividades para promover el aprendizaje. Indican la importancia de revisar la fuente para acceder a materiales de calidad y sin errores.

D8: lo que siempre les digo a los chicos, tienen que mirar muy bien la fuente de donde miran porque por ahí uno encuentra cosas que se da cuenta que no están bien.

D12: lo que pasa es que hay mucha basura en Internet también, entonces por ahí hay mucha gente que da por cierto cosas que no son.

De esta manera amplían las fuentes de información para las clases y posibilitan el acceso a materiales que conjugan distintos sistemas simbólicos (Engel *et al.*, 2010). Algunos docentes utilizan videos para sus clases; unos refieren acceder a videos del sitio educ.ar, otros a los del profesor Adrián Paenza⁹ en particular, y en menor medida a vínculos resultantes de búsquedas específicas. Los profesores los proyectan en sus clases y esporádicamente los recomiendan para su visualización fuera del horario escolar. Disponen de este tipo de recursos basados, principalmente, en la característica multimedia de las tecnologías digitales para apoyar sus exposiciones (Engel *et al.*, 2010).

D2: yo les doy mucho material digital y bueno, lo único que hacen es trabajos prácticos conmigo, pero después la teoría se las hago estudiar del material que les doy... para estadística y probabilidad uso los videos de Paenza, y si no, yo busco materiales en educ.ar en varios portales que son de educación.

En relación a la incorporación de la tecnología para favorecer los aprendizajes declaran utilizarla principalmente para promover la comprensión de temas como sistemas de ecuaciones, funciones, raíces y análisis de vistas analítica y geométrica. Para ello proponen a los alumnos realizar las actividades en papel y luego usar GeoGebra u otro graficador para comprobar los resultados.

D1: uso GeoGebra, uso cualquiera, porque a veces lo que quiero es que vean ellos lo mismo que veían en el papel, que vean que se puede hacer rápido y que se tiene que analizar lo mismo.

Este tipo de actividades, vinculadas a una enseñanza tradicional (Jackson, 2002), implica un uso empobrecido del GeoGebra al desestimar las ventajas que el *software* ofrece para la construcción de conocimientos matemáticos mediante múltiples representaciones de los objetos: vistas gráficas, algebraicas y hojas de datos dinámicamente vinculadas (Engel *et al.*, 2010). Una práctica particular con tecnología que destacó un docente fue el uso de una página con ejercicios interactivos, que ofrece la corrección de los mismos a medida que el estudiante avanza en los contenidos.

D14: era una página con ejercicios interactivos de tabla de valores, por ejemplo. Les daba un gráfico y ellos tenían que ir completando las tablas de valores y eso le daba un puntaje y le corregía lo que estaba mal, o bien que eso era en un curso que eran unos chicos que era muy básica su matemática [y sin embargo] se engancharon bastante con ese tipo de cosas.

En esta actividad se pone de manifiesto la interactividad como una de las posibilidades de las TIC para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que hace posible el

⁹ Adrián Arnoldo Paenza (Buenos Aires, 9 de mayo de 1949) periodista, matemático y profesor de matemáticas argentino por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Es reconocido por su trabajo en la divulgación de la matemática. Propone una nueva manera de enseñar ciencias, lúdica y entretenida, integrando anécdotas, historias y humor a las clases (<https://www.educ.ar/recursos/105777/probabilidad>).

feedback para la toma de decisiones y la reorientación de la acción (Engel *et al.*, 2010).

En la planificación de la clase con tecnología los profesores indican algunas cuestiones a tener en cuenta para poder desarrollar las actividades planificadas: prever la disponibilidad de computadoras necesarias, que los alumnos lleven sus dispositivos cargados con las aplicaciones correspondientes, y reservar el proyector de la escuela para compartir actividades, videos o materiales específicos.

D9: más o menos una cada cuatro alumnos. Sí, en algún caso los dos que comparten la mesa tienen los dos, pero terminan prestándole a algún grupo que no tiene ninguno o no la trajo, se olvidó, no la cargó...

Encuentran como limitaciones para su uso en clase que los estudiantes emplean el celular para actividades lúdicas y de comunicación, y no reconocen su valor para las actividades en la escuela. Asimismo, los docentes consideran que favorecen la motivación de los estudiantes para aprender si les ofrecen otras opciones distintas al lápiz y papel. Admiten también que, en los primeros años, los estudiantes se dispersan más con la tecnología que en los años superiores.

D3: en otros colegios las usan para cualquier cosa menos para lo que tienen que hacer. En otros colegios directamente las he prohibido porque ya he avisado que a mis clases no las traigan porque no las vamos a usar: “díganles a sus padres que para mí no, porque están con los jueguitos chateando”. Es un descontrol.

D8: por ahí te lleva tiempo armar una clase cuando vos trabajás con algún programa especial, sea con un graficador, sea con el celular o con la computadora, pero después es muy productivo en el aula porque tiene otras opciones que con la hoja, papel y lápiz no podés experimentar.

En referencia a la evaluación se observa que la mayoría de los docentes manifiestan tomar exámenes tradicionales en estrecha relación con la tradición mimética (Araujo, 2016). Un grupo minoritario de docentes manifestó utilizar tecnología en la evaluación de procesos de aprendizaje; el resto no lo hace para evitar situaciones de copia a través de los dispositivos.

D8: todo ese trabajo lo hicimos con el celular y después, cuando llegó el momento de la evaluación, también hicimos alguna actividad con el celular en la evaluación, pero eso lo pude hacer porque los chicos ya estaban acostumbrados a trabajar y yo podía observar bien lo que estaban haciendo.

D10: no pueden usarlo en las pruebas. Entonces sí o sí tienen que tener calculadora porque en las pruebas no lo pueden usar porque... por la copia, nada más que por eso, una lástima.

Al respecto, un profesor expresó que realiza una evaluación del trabajo diario, lo que le permite conocer el desempeño de sus estudiantes sin recurrir a pruebas generales. En este caso, vinculada a una tradición transformadora, se observa una evaluación contextual y situada, enfocada más a conocer y comprender los procesos de aprendizaje que a valorar resultados objetivos (Araujo, 2016).

Prácticas de enseñanza de docentes que integran el conocimiento TPACK

En este apartado se analizan las prácticas de dos docentes mujeres entrevistadas que integran de forma pertinente el conocimiento tecnológico pedagógico del contenido, esto es, la séptima dimensión de la TPACK, según las categorías anteriormente indicadas (Cuadro 1).

En referencia a promover clases que combinan adecuadamente matemática, tecnologías y enfoque pedagógico, en las prácticas de estas profesoras se observa un interés por ofrecer formas variadas de representación y

formulación de conceptos y procedimientos para su comprensión a través de las TIC (Valverde *et al.*, 2010).

Ambas combinan un modelo de enseñanza tradicional al usar diversos recursos digitales junto con otras estrategias; GeoGebra es utilizado en sus múltiples posibilidades, desde un enfoque más cercano al transformador.

Para enseñar el tema “campana de Gauss” (estadística) y generar el interés de los estudiantes, una de las docentes comparte en clase videos de YouTube que presentan el contenido a través de explicaciones sobre distribuciones y probabilidades, y ejemplifican con casos de interés. Éstos resultan útiles como recursos a partir de los cuales propiciar el diálogo y favorecer la construcción de significados y de atribución de sentido desde el lenguaje audiovisual (Engel *et al.*, 2010).

D2: uno de los temas que se da en matemática de 6º es probabilidad y estadística, entonces para ver campana de Gauss, para ver la distribución, hay muchos videos que están buenos que se encuentran en YouTube y que explican claramente cómo son las distribuciones, las probabilidades, y bueno, y casos de interés... por ahí [eso] lleva más al chico a que trabaje.

Por otro lado, expresó que integra GeoGebra en una estrategia en la cual el *software* se convierte en un punto de partida para la enseñanza de los temas, y luego propone preguntas para profundizar el tema y el planteo de hipótesis por parte de los estudiantes.

D2: por lo general lo que hago es una introducción al tema para que tengan una idea. A mí lo que me gusta mucho es ejemplificar, como por ejemplo... yo directamente dibujo una función y le voy cambiando las variables a ver qué ven ellos: “ustedes que ven?, ¿qué les parece que está cambiando en la función?”. Entonces ahí ellos encuentran... cuándo es la ordenada, cuándo es el vértice que cambia, dónde están las raíces; ven que a través de cambiar variables en

la función se dan cuenta que eso es lo que está cambiando la función. Entonces yo hago [en referencia a la clase] muy práctica primero y después les doy la función en sí.

En esta actividad se pone de manifiesto un enfoque de enseñanza más cercano a la tradición transformadora, en la que la docente guía una exploración inicial de los conceptos valiéndose de la interactividad que ofrece el *software*. La profesora regula el avance de los estudiantes en el proceso de comprensión de los contenidos hasta llegar al momento de institucionalizar el concepto (Cicala, 2012; Jackson, 2002). De los relatos se puede inferir que la profesora adopta un estilo de enseñanza “más judicial y retórico que basado en la prueba y la demostración” (Jackson, 2002: 165).

En relación a proporcionar ayuda a otros profesores para coordinar el uso de contenidos, tecnologías y enfoque de enseñanza, la docente dijo que algunos de sus compañeros (los que comparten materias del mismo año) demuestran interés por incorporar la tecnología en sus clases. Mencionó a una profesora que le pide asesoramiento para el uso de las TIC y con quien desarrolla, en colaboración, el dictado de talleres de divulgación en el colegio.

D2: entonces siempre me pregunta si tiene algún problema con alguna máquina o algo, yo la ayudo y a veces damos talleres juntas. Ella sí usa la tecnología, tal vez no la use tanto como yo.

En cuanto a resolver problemáticas emergentes de la enseñanza con tecnología, la profesora es capaz de comprender el funcionamiento de un nuevo *software* (por ejemplo, uno propuesto por un alumno), y es capaz de orientar al estudiante en el uso del mismo para abordar el contenido matemático en estudio.

D2: el año pasado les hice bajar unas aplicaciones y graficábamos funciones. Incluso había uno de los chicos que me mostraba “¡mire lo que encontré! Uno que grafica cónicas”, le

digo “¡buenísimo! Bueno, mirá entonces...”. Bueno, le mostraba las cónicas cortándolas con planos, encontraba todas las funciones de 2, 3 variables.

La otra profesora describe cómo sus alumnos trabajan nociones matemáticas a partir de la construcción de gráficos en GeoGebra (por ejemplo, límite, derivada y funciones trigonométricas). Destacan, en particular, las actividades de trigonometría para analizar gráficamente las funciones y establecer relaciones entre las fórmulas y los gráficos.

D8: ellos a partir de lo que grafican van haciendo el análisis de cada función; trabajamos límites con ese programa, también estuvimos trabajando derivada, funciones trigonométricas. En trigonometría lo usamos muchísimo porque ellos vieron entonces todas las variantes de las funciones y pudieron ver los gráficos cómo cambiaban y eso lo analizaban todo graficando, ellos veían la diferencia de un gráfico a otro cómo cambiaba la función y qué era lo que le habían cambiado en la fórmula. Podían ir para atrás para ver qué pasó, por qué quedó distinta y bueno, todo ese trabajo lo hicimos con el celular y después, cuando llegó el momento de la evaluación, también hicimos alguna actividad con el celular.

Señala como beneficio para el aprendizaje del contenido específico la funcionalidad del *software* que posibilita volver pasos atrás en la construcción de la actividad y reflexionar sobre las decisiones tomadas. De esta manera, promueve la metacognición a partir del uso de la tecnología. Además, manifiesta utilizar las herramientas tecnológicas para la evaluación.

La docente también describe y justifica el uso de GeoGebra en la construcción de figuras geométricas y destaca la facilidad que proporciona el *software* para manipular las figuras sobre la base de sus propiedades (Lupinacci, 2017).

D8: GeoGebra te permite manipular un montón de cosas y basándose en las propiedades, y ellos, para ver si es o no es, tienen que remitirse a las propiedades de la figura: ¿qué tiene que tener para que sea un rombo?

La profesora narra el inconveniente que surge a partir de utilizar las escalas por defecto que tiene el graficador y cómo la solución es una oportunidad para profundizar en los conocimientos matemáticos.

D8: ellos tenían que ampliar la imagen... y cuando veían números raros entonces ahí, “jah!, pero ¿está bien la escala?”. No está bien la escala, es un problema de que no pusieron el eje en PI radianes o está con números naturales, en números reales digamos, y [eso] no les permite ver, entonces por ahí volvían un poquito atrás, porque a veces uno se mete tanto en ciertos detalles que como que se olvida lo esencial de lo que está haciendo. Entonces eso permitía volver atrás.

Este ejemplo muestra que estas docentes resuelven las situaciones imprevisibles, las cuales pueden ser oportunidades para el aprendizaje incidental, en el marco de la comprensión del contexto y del momento (Trillo y Sanjurjo, 2016; Jackson, 2002).

COMENTARIOS FINALES

En las manifestaciones de 12 docentes entrevistados se reconocen prácticas educativas orientadas mayormente a una tradición mimética. La adopción de este enfoque afecta de manera particular las vinculaciones entre los distintos tipos de conocimientos propuestos por la TPACK. La organización de la clase en etapas más o menos fijas, que comienza con una introducción teórica del tema y que luego propone al estudiante ejercitación para resolver en papel o en la computadora, limita la utilización de las tecnologías al no incorporar las potencialidades de entornos que integren

distintos sistemas simbólicos (lenguaje oral, escrito, gráfico y numérico; imágenes estáticas y en movimiento, sonidos, etc.). Las características multimedia de las TIC son aprovechadas por los profesores principalmente como apoyo a sus exposiciones orales y como recursos para ampliar las fuentes de información para las clases. En particular, los docentes utilizan GeoGebra para la visualización de resultados, es decir que realizan un uso limitado de la aplicación desde una perspectiva centrada en la enseñanza, más que en el aprendizaje.

Se distinguen dos profesoras que combinan de manera significativa los tres tipos de conocimientos básicos al establecer un entramado significativo entre didáctica, conocimientos específicos y tecnología. Desde un enfoque transformador, desarrollan prácticas que promueven el planteo de hipótesis por parte de los estudiantes como respuesta a situaciones problemáticas planteadas a través de GeoGebra. En una perspectiva centrada en el aprendizaje, este tipo de prácticas posibilita recuperar los conocimientos previos y realizar intervenciones ajustadas para guiar los aprendizajes.

El presente estudio permitió identificar los aspectos relevantes antes mencionados sobre los conocimientos pedagógicos, de contenidos específicos y tecnológicos de este grupo de profesores y profundizar en sus diferentes relaciones con el fin de comprender las prácticas docentes actuales. Cabe señalar que el relato de los docentes acerca de sus prácticas de enseñanza, obtenido a partir de las entrevistas, da cuenta de la integración compleja de diferentes conocimientos a la diversidad de situaciones que enfrentan en las aulas. En este sentido, en ocasiones resulta difícil identificar, en sus expresiones, los distintos tipos de conocimiento según la diferenciación propuesta por la TPACK. No obstante, entendemos que este esfuerzo analítico en la caracterización de las prácticas desde la TPACK posibilita la discusión profunda del entramado de conocimientos que el docente de matemática despliega en la enseñanza con tecnologías. En este sentido, los resultados de este trabajo son insumos valiosos para orientar futuros proyectos de formación dirigidos a promover la mejora de las prácticas docentes con TIC.

REFERENCIAS

- ARAUJO, Sonia (2016), “Tradiciones de enseñanza, enfoques de aprendizaje y evaluación: dos puntos de vista, dos modos de actuación”, *Trayectorias Universitarias*, vol. 2, núm. 2, pp. 3-10.
- CABERO Almenara, Julio, Verónica Marín Díaz y Carlos Castaño Garrido (2015), “Validación de la aplicación del modelo TPACK para la formación del profesorado en TIC”, *@tic. Revista d'innovació Educativa Universitat de València*, núm. 14, pp. 13-22.
- CENICH, Gabriela, Sonia Araujo y Graciela Santos (2017), “TIC y culturas de enseñanza. Elaboración de una encuesta para indagar los usos educativos de las TIC por docentes de Matemática”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 73, núm. 1, pp. 9-28.
- CICALA, Rosa (2012), “El encuentro entre geometría y álgebra”, en Rosa Ferragina (ed.), *GeoGebra entra al aula de matemática*, Buenos Aires, Miño y Dávila, pp. 95-106.
- COLL, César, Teresa Mauri y Javier Onrubia (2009), “Hacia una modelización del proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por las TIC. Algunas teorías y enfoques centrados en la actividad constructiva del alumnado”, en Juan de Pablos Pons (coord.), *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*, Archidona (España), Ediciones Aljibe, pp. 145-161.
- CUBAN, Larry, Heather Kirkpatrick y Craig Peck (2001), “High Access and Low Use of Technologies in High School Classrooms: Explaining an apparent paradox”, *American Educational Research Journal*, vol. 38, núm. 4, pp. 813-834.
- DUSSEL, Inés y Luis Quevedo (2010), *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*, Buenos Aires, Santillana.
- ENGEL, Anna, César Coll y Alfonso Bustos (2010), “Aprender y enseñar con tecnologías de la información y la comunicación en la educación

- secundaria”, en César Coll (coord.), *Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la educación secundaria*, Barcelona, Graó, pp. 105-130.
- ESCUDERO Muñoz, Juan Manuel (2009), “Las nuevas tecnologías y la formación del profesorado”, en Juan de Pablos Pons (coord.), *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*, Archidona (España), Ediciones Aljibe, pp. 19-25.
- FLICK, Uwe (2015), *El diseño de investigación cualitativa*, Madrid, Morata.
- GRANDGENETT, Neal (2008), “Perhaps a Matter of Imagination: TPCK in mathematics education”, en AACTE Committee on Innovation and Technology (eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*, Nueva York, Routledge, pp. 145-166.
- GUBER, Rosana (2001), *La etnografía. Método, campo y reflexividad*, Bogotá, Grupo Editorial Norma.
- GUZEY, Selcen y Gillian Roehrig (2009), “Teaching Science with Technology: Case studies of science teachers’ development of technology, pedagogy, and content knowledge”, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, vol. 9, núm. 1, pp. 25-45.
- HERRING, Mary, Matthew Koehler y Punya Mishra (2016), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators*, Nueva York, Taylor and Francis Inc.
- JACKSON, Philip (2002), *Práctica de la enseñanza*, Buenos Aires, Amorrortu.
- KOEHLER, Matthew y Punya Mishra (2008), “Introducing TPCK”, en AACTE Committee on Innovation and Technology (eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*, Nueva York, Routledge, pp. 3-30.
- LAGO Martínez, Silvia (2015), *De tecnologías digitales, educación formal y políticas públicas. Aportes al debate*, Buenos Aires, Teseo.
- LUPINACCI, Leonardo (2017), “La función como modelizadora de la variación”, en Gema Fioriti (comp.), *Recursos tecnológicos en la enseñanza de matemática. Reflexiones de docentes e investigadores*, Buenos Aires, Miño y Dávila, pp. 15-40.
- MAGGIO, Mariana (2012), *Enriquecer la enseñanza*, Buenos Aires, Paidós.
- RODRÍGUEZ Gómez, Gregorio, Javier Gil Flores y Eduardo García Jiménez (1999), *Metodología de la investigación cualitativa*, Málaga, Aljibe.
- SELWYN, Neil (2016), “Prólogo”, en Cristóbal Cobo, *La innovación pendiente. Reflexiones (y provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*, Montevideo, Debate, Colección Fundación Ceibal, pp. 7-13.
- SHULMAN, Lee (1986), “Those who Understand: Knowledge growth in teaching”, *Educational Researcher*, vol. 15, núm. 2, pp. 4-14.
- TRILLO Alonso, Felipe y Liliana Sanjurjo (2016), *Didáctica para profesores de a pie*, Rosario (Argentina), Homo Sapiens Ediciones.
- VALVERDE Berrocoso, Jesús, María del Carmen Garrido Arroyo y María Rosa Fernández Sánchez (2010), “Enseñar y aprender con tecnologías: un modelo teórico para las buenas prácticas con TIC”, *Teoría de la educación. Educación y cultura en la sociedad de la información*, vol. 11, núm. 3, pp. 203-229.