

Uso de recursos tecnológicos para enseñar matemática en la formación de profesores

Adriana Fajardo
Elena Freire
Leticia Medina
Cristina Ochoviet



Uso de recursos tecnológicos para enseñar matemática en la formación de profesores

Adriana Fajardo
Elena Freire
Leticia Medina
Cristina Ochoviet



1ª edición: 2020

Fuente de la imagen de cubierta: <<https://bit.ly/2Y6ygil>>

Edición: Cristina Ochoviet

ISBN 978-9974-8779-8-6

© Consejo de Formación en Educación

Montevideo, Uruguay

Este trabajo es parte del proyecto *Investigación desde la perspectiva de los educadores sobre sus prácticas educativas*, ofrecido por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y el Consejo de Formación en Educación (CFE). Fue financiado por el Fondo Sectorial de Educación e inscripto con el código FSED_1_2018_9_143103.

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los profesores y profesoras que gentilmente accedieron a ser entrevistados y nos recibieron en sus clases, a los estudiantes de profesorado y a los directores de los centros e institutos, y a nuestras familias por su apoyo y contención.

Índice

Introducción	9
Capítulo 1. Antecedentes y formulación de objetivos	11
Capítulo 2. Marco teórico	21
Capítulo 3. Método	25
Capítulo 4. Resultados y su análisis	31
Capítulo 5. Análisis global	53
Capítulo 6. Conclusiones	75
Referencias bibliográficas	79
Autoras	83

Introducción

La irrupción de los modelos uno a uno, que dotan a cada estudiante de un dispositivo móvil, y la mejora de la conectividad de los centros educativos han marcado la educación de las dos últimas décadas en la mayor parte de los países latinoamericanos y particularmente en Uruguay. No obstante, Téliz (2015) señala que existe un alto contraste entre las expectativas que se asocian a las potencialidades que los recursos tecnológicos ofrecen y los usos concretos que los docentes logran llevar a sus aulas. Por otra parte, si bien Heid (1997) afirma que la integración de recursos tecnológicos ofrece un camino para renovar las prácticas pedagógicas, este potencial no siempre es aprovechado por los docentes (Heid, 1997, Téliz, 2015, entre otros), aun cuando se cuente con la infraestructura necesaria para incluirlos en las prácticas de enseñanza.

Las investigadoras que desarrollan este estudio se desempeñan como formadoras en la órbita de la formación inicial de profesores de matemática. En ese contexto surgió el interés por conocer qué experiencias son ofrecidas por los formadores de profesores de matemática al incluir recursos tecnológicos para enseñar esta asignatura. Este estudio cobra interés en el contexto educativo uruguayo dada la acotada investigación que se encuentra reportada en este nivel educativo y la relevancia que tiene esta temática en la formación de futuros profesores.

Capítulo 1

Antecedentes y formulación de objetivos

Antecedentes

La revisión bibliográfica se organizó en cinco secciones. En primer lugar, se presentan estudios que explicitan el potencial pedagógico de los recursos tecnológicos. Seguidamente se identifican principios que sustentan la incorporación de estos recursos por parte de los docentes. En tercer lugar, se sintetizan estudios que ponen en evidencia la inconsistencia entre el discurso de los profesores y sus prácticas de aula. Posteriormente, se presentan trabajos que señalan la importancia de vivenciar experiencias en el uso de recursos tecnológicos para enseñar matemática. En quinto lugar, se presentan estudios vinculados específicamente a la incorporación de recursos tecnológicos en la formación docente.

1. Potencial pedagógico de los recursos tecnológicos

Salinas (2004) afirma que la incorporación de recursos tecnológicos en el aula posibilita el inicio de un proceso de innovación que implica transformaciones vinculadas a múltiples dimensiones. Este autor señala que el uso de recursos digitales permite redefinir el rol del estudiante y el rol del docente, posibilitando que el profesor deje de ser la fuente del conocimiento y pase a actuar como guía del proceso de aprendizaje. Papert (2006) agrega que si bien ha sido importante investigar cómo el conocimiento existente puede ser aprendido en entornos tecnológicos, es necesario y valioso considerar qué nuevos tipos de prácticas y qué nuevos conocimientos matemáticos podrían emerger como resultado de un uso efectivo de las tecnologías digitales.

Algunos investigadores (Porrás, López y Huerta, 2010; Arancibia, Soto y Contreras, 2010) observan una tendencia a integrar diferentes programas que son utilizados con fines educativos, con el objetivo de promover la

construcción del conocimiento. Según Guerrero (2010), múltiples reportes de investigación destacan el potencial de distintos programas para la enseñanza de la matemática. Agrega que a través de la tecnología se amplían las posibilidades de favorecer el debate en el aula, establecer conjeturas y construir sucesivas aproximaciones a los conceptos matemáticos. En particular a través del uso de Cabri-Géomètre como entorno de geometría dinámica, se contribuye a describir y vincular las distintas representaciones de los objetos matemáticos y se favorece el relacionamiento de ideas. Guerrero concluye que la tecnología contribuye a dar forma conceptual y analítica a la modelización de problemas y conceptos, y potencia la construcción de aprendizajes significativos.

Stegman, Pérez-Bonilla, Prat y Juan (2016) reportan que un grupo de profesores españoles atribuyeron un conjunto de ventajas al uso de las tecnologías para enseñar matemática. Señalan que los recursos digitales permiten ilustrar mejor algunos conceptos, por ejemplo al utilizar gráficos en dos y tres dimensiones. Agregan que a través de la experimentación en diferentes escenarios y la simulación, estos recursos favorecen una aproximación constructivista y que la comparación de distintos métodos de resolución potencia el desarrollo del espíritu crítico. Finalmente, Stegman et al. (2016) indican que el uso de tecnología permite el estudio de casos reales que serían irresolubles sin ayuda de programas computacionales especializados, reduce el trabajo mecánico y minimiza la distancia entre teoría y práctica.

2. Principios que guían la integración de la tecnología en el aula de matemática

Heid (1997) analiza reportes de investigaciones en las que los docentes incorporan el uso de diferentes recursos tecnológicos para enseñar matemática, e identifica cuatro principios en los que se basan las decisiones de incorporar tecnologías en el contexto educativo. Señala que los docentes incorporan el uso de estos recursos para: i) enseñar matemática; ii) facilitar oportunidades para experimentar y hacer matemática; iii) promover la reflexión por parte del estudiante al permitir externalizar las representaciones y proporcionar retroalimentación de una manera interactiva; y iv) facilitar una redefinición de

la autoridad epistemológica. Agrega que, en los procesos de enseñanza basados en un acceso constante de los estudiantes a las herramientas tecnológicas, la responsabilidad del logro de los aprendizajes es redistribuida a los estudiantes, a medida que estos asumen más responsabilidades y autonomía.

Rojano (2014) identifica dos grandes tendencias en el uso educativo de la tecnología para la enseñanza de la matemática: el uso de la tecnología ajustada al currículo y el uso de la tecnología como un medio de cambio. Este autor señala que en el primer caso, la innovación no reside en el contenido matemático que se intenta enseñar, sino en la forma de acercar al estudiante a contenidos establecidos en el programa oficial. En el segundo caso, la tecnología no se limita a ser percibida como transformadora de la forma de enseñar y aprender matemática, sino que se aprecia su potencial para redefinir los contenidos del currículo.

Según Hughes (2005) la variación en las pedagogías al incluir la tecnología puede ser capturada a través de tres categorías: en una primera categoría la tecnología funciona como *reemplazo*, si se sustituyen los recursos preexistentes, sin cambiar las prácticas instruccionales, los procesos de aprendizaje del estudiante, los contenidos o los objetivos. La tecnología constituye un medio diferente con el mismo fin educacional, obteniéndose los mismos resultados finales en el proceso de instrucción que si no se hubiesen utilizado estos recursos. Una segunda categoría denominada *amplificador*, utiliza el potencial que la tecnología puede proporcionar para realizar tareas con mayor eficiencia y eficacia. Hughes (2005) (citando a Cuban, 1988 y a Pea, 1985) afirma que los recursos tecnológicos pueden incrementar el rango de ejemplos con que el alumno puede ponerse en contacto, pero las tareas siguen siendo las mismas. La tercera categoría propuesta por Hughes es la inclusión de las tecnologías como *transformador*, en este caso la tecnología puede llegar a cambiar las rutinas de aprendizaje de los estudiantes, incluyendo los contenidos, procesos cognitivos y resolución de problemas (citando a Pea, 1985) o promover en los docentes otras prácticas de enseñanza y roles en el aula (citando a Reinking, 1997).

Algunos trabajos como el propuesto por Sandoval, Climent, Lupiáñez y Jiménez (2017) retoman y desarrollan la categorización propuesta por Hughes (2005) proponiendo dos nuevas categorías por solapamiento de las categorías *reemplazo/amplificador* y *amplificador/transformador* propuestas por Hughes. Estos investigadores consideran que algunos de los usos dados por los docentes corresponden a más de una categoría, como es el caso del uso de GeoGebra para analizar una variedad de ejemplos. Los autores incluyen este uso en una nueva categoría denominada *reemplazo/amplificador* por entender que no existe una brecha entre estas dos categorías. Asimismo, en su trabajo, presentan ejemplos en cada una de las categorías.

3. Inconsistencia entre el discurso y las prácticas de aula

Coll y Monereo (2008) advierten que las expectativas y los discursos sobre las potencialidades de los recursos tecnológicos en las aulas están alejados de lo que ocurre en ellas. Señalan que, incluso cuando profesores y estudiantes disponen de equipamiento e infraestructura que garantiza el acceso a la tecnología, hacen un uso limitado y poco innovador. Agregan que en los últimos tiempos la atención de los investigadores se ha desplazado de analizar las potencialidades de los recursos tecnológicos para la enseñanza y el aprendizaje hacia el estudio empírico de los usos efectivos que profesores y alumnos hacen de estas tecnologías en el transcurso de las actividades de enseñanza y de aprendizaje. En este sentido, y específicamente en el contexto de la educación matemática, Artigue (2004) evidencia un contraste entre el discurso teórico de los docentes y sus prácticas de aula. Señala que existen diferencias entre la percepción de los docentes sobre cómo deben ser utilizadas las tecnologías y su uso efectivo.

Al igual que Artigue, Téliz (2015) advierte una contradicción entre lo que los docentes declaran y lo que efectivamente hacen en el aula. Su estudio involucra un grupo de profesores de matemática de enseñanza media en Uruguay y señala que, si bien los docentes presentan una visión positiva sobre el uso de los recursos tecnológicos en las prácticas de enseñanza, se observa

una baja integración de estos recursos y un escaso uso didáctico de ellos. Advierte que los docentes realizan un uso preferentemente instrumental y que rara vez integran las tecnologías desde una perspectiva constructivista. Agrega que los recursos tecnológicos son incorporados mayoritariamente para practicar lo trabajado, para poner en funcionamiento un método o concepto aprendido, o para buscar información.

Steegman, Pérez-Bonilla, Prat y Juan (2016) observan que, si bien la incorporación efectiva de los recursos tecnológicos en la docencia no está tan extendida como cabría esperar, los profesores participantes de su estudio que usan recursos digitales realizan un uso intensivo de ellos y adaptan a estos recursos su metodología de enseñanza. Señalan que el proceso formativo innovador que caracteriza estas prácticas mediadas por tecnología, conlleva un esfuerzo importante por parte de todos los agentes implicados y que la discrepancia entre la valoración de sus usos y los usos reales, podría deberse al hecho de que los modelos de formación tradicionales no son directamente aplicables en entornos de formación con incorporación de tecnología.

4. Factores que inciden en la apropiación de recursos tecnológicos por parte de los docentes

Pedró (2012) analiza los factores que inciden para que los docentes adopten con éxito cierta solución tecnológica. Citando a Davis, Bagozzi y Warshaw (1989), el autor identifica dos factores fundamentales para predecir si una solución tecnológica será adoptada con éxito: la percepción de la facilidad de uso y la percepción de la utilidad de la solución. Señala que estos dos aspectos influyen decisivamente sobre el docente al evaluar la puesta en práctica de un recurso tecnológico y agrega que no solo hay que sentirse capaz de dominar técnicamente la solución propuesta, sino que más importante aún es tener una percepción clara de los beneficios que este uso traerá.

Drijvers (2013) señala que es fundamental que el proceso de desarrollo profesional promueva el conocimiento disciplinar, el conocimiento del contenido pedagógico y el conocimiento tecnológico. Este investigador indica que el conocimiento matemático del docente, sus habilidades pedagógicas, el

conocimiento curricular y las creencias sobre la enseñanza efectiva, inciden en las habilidades para integrar los recursos tecnológicos. Advierte que si el docente no incorpora en su formación inicial y continua, habilidades pedagógicas para el uso de recursos digitales, difícilmente se potencien los beneficios de integrar las tecnologías en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la matemática.

Finalmente, Calvo (2013) señala que los docentes necesitan estar preparados para ofrecer oportunidades de aprendizaje apoyadas en recursos tecnológicos, utilizarlos y saber cómo pueden contribuir al aprendizaje de los estudiantes. Agrega que la incorporación de estos recursos en los programas educativos cobra especial importancia pues puede proporcionar capacidad de cambio en la práctica del docente y la forma de enseñar matemática.

5. Estudios sobre la formación inicial docente en relación al uso de recursos tecnológicos

Gutiérrez, Palacios y Torrego (2010) realizan una investigación con estudiantes de magisterio en España en la que analizan la repercusión de la formación inicial docente en la integración de recursos tecnológicos en las aulas de la enseñanza obligatoria. Esta investigación señala que el alumnado de magisterio no está tan familiarizado con la integración de estos recursos e informa que los futuros maestros ignoran el potencial didáctico y las posibles formas de integrarlos en el currículo. Estos autores reportan que la formación inicial docente es el momento ideal para predisponer positivamente a los maestros hacia la integración curricular de la tecnología y la alfabetización digital, y recomiendan mejorar la formación ofrecida a los futuros maestros para mejorar la integración de la tecnología en la educación básica. Agregan que la mayor parte de los formadores de estos futuros maestros, contribuyen a que los alumnos no perciban las tecnologías como algo esencial e imprescindible en la capacitación profesional de un docente, advierten que las nuevas tecnologías no están adecuadamente integradas en la formación inicial del magisterio y que esto dificulta su posterior inserción. Considerando que los futuros maestros, al igual que los niños, aprenden más de sus experiencias

sobre cómo se les enseña, que de la teoría enseñada, estos investigadores informan que la compartimentación del conocimiento en asignaturas dificulta la transversalidad necesaria para abordar los contenidos relacionados con la integración de las nuevas tecnologías.

Barboza y Torres (2010) indagaron acerca de la integración de recursos tecnológicos en la formación de profesores en Uruguay. Este estudio, que no es específico de la formación de profesores de matemática, evidenció bajos índices de formación en el uso de tecnologías por parte de un grupo de futuros profesores, constatando que el 60% de la población estudiada no maneja programas educativos. También evidenció que la integración de estos recursos tecnológicos en las prácticas de enseñanza por parte de los profesores formadores es escasa y que en pocas ocasiones los estudiantes son invitados a realizar tareas colaborativas o autónomas.

Cuevas y García (2013) realizan un estudio tendiente a analizar las concepciones de docentes y estudiantes de las carreras de educación sobre la tecnología como herramienta para la enseñanza y su relación con la puesta en práctica del proceso formativo. El abordaje se realizó en tres dimensiones, la conceptualización, la relación con la puesta en práctica y la proyección hacia el quehacer docente en este proceso. Estos investigadores afirman que, para que los recursos tecnológicos se puedan utilizar optimizando su potencial, es impostergable un abordaje integral del fenómeno tomando como punto de partida la formación del profesorado. Citando a Salas (2011), los autores señalan que en Costa Rica la preparación de docentes en el uso de tecnologías para la enseñanza ha seguido un modelo reduccionista, centrado en el aprendizaje del uso de las tecnologías y no en los procesos de mediación docente. Al igual que Gutiérrez et al. (2010), Cuevas y García señalan que los formadores brindan conocimientos básicos sobre los recursos tecnológicos, pero el aprendizaje de cómo utilizarlos desde el rol docente y como facilitador de los procesos educativos queda a cargo del estudiante.

Rojas y Deulofeu (2015) señalan que las creencias sobre la actividad matemática escolar de los futuros profesores surgen fundamentalmente de su

experiencia como alumnos. Advierten que dichas creencias dificultan la introducción de nuevas perspectivas curriculares y didácticas, principalmente porque los futuros profesores no han aprendido matemática bajo estos nuevos modelos didácticos que se espera que apliquen en la enseñanza. Enfatizan que el cuerpo de formadores debería ofrecer a los futuros profesores oportunidades de aprender matemática tal como se espera que sus alumnos la aprendan.

Descripción del problema y su relevancia

En la última década se incrementó en Uruguay la conectividad y el acceso a diversos recursos tecnológicos en la mayoría de las instituciones educativas de primaria, educación media y formación de profesores. Esta nueva situación ha precipitado la necesidad de capacitar a los docentes para aprovechar los recursos tecnológicos distribuidos, a favor de una mejora en la educación. Los antecedentes reportados permiten apreciar que la integración de recursos digitales ofrece un camino para renovar las prácticas pedagógicas, pero también evidencian que este potencial no siempre es aprovechado por los docentes y que se presentan dificultades en su inclusión real con objetivos de enseñanza. En particular en Uruguay, hay evidencias de que existe un alto contraste entre las expectativas que se asocian a las potencialidades que los recursos tecnológicos ofrecen y los usos concretos que los docentes logran llevar a sus aulas (Téliz, 2015).

Heid (1997) señala que la tecnología permite profundizar los aprendizajes, redefinir el rol del estudiante y el rol del docente en los procesos de aprendizaje; sin embargo, algunas investigaciones (Coll y Monereo, 2008; Téliz, 2015) reportan evidencia de un escaso uso didáctico de los recursos tecnológicos por parte de los docentes y un uso limitado de sus potencialidades, aun cuando cuentan con la infraestructura necesaria para incluirlos en sus prácticas de enseñanza.

Considerando que algunos docentes uruguayos manifiestan tener una escasa formación respecto a la incorporación de tecnología al trabajo pedagógico, es

prioritario atender la formación y capacitación de los docentes (UNESCO/OREALC, 2005 y Téliz, 2015). En este sentido este trabajo se orienta a conocer las oportunidades formativas que se ofrecen a los futuros profesores en relación al uso de la tecnología para aprender matemática. Se entiende que este conocimiento es imprescindible para reflexionar sobre las necesidades y fortalezas del programa de formación ofrecido a los futuros profesores, con vistas a una posible reformulación de los planes de formación inicial de profesores de matemática.

Finalmente, se entiende que este trabajo tendrá a largo plazo también un impacto positivo en los docentes de educación media. Pequeñas mejoras en la formación inicial docente podrán ofrecer las oportunidades necesarias para que los futuros profesores de enseñanza media elaboren conocimientos sobre el uso didáctico de las nuevas tecnologías, y maximicen el aprovechamiento del potencial de estos recursos para enseñar y aprender matemática.

Objetivos

Objetivo general

Este estudio se plantea como objetivo general caracterizar el uso de los recursos tecnológicos por parte de los formadores de profesores de matemática para enseñar matemática, en dos centros de formación inicial docente de Uruguay.

Objetivos específicos

Como objetivos específicos, esta investigación busca identificar qué recursos tecnológicos utilizan los formadores para enseñar matemática, qué propósitos guían la inclusión y cómo los formadores utilizan estos recursos.

Capítulo 2

Marco teórico

Se considera fundamental considerar un marco teórico que permita conocer y clasificar los usos de los recursos tecnológicos en relación a la modificación que produce sobre las pedagogías, reconociendo el potencial de la tecnología para incidir en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y teniendo en cuenta que la integración tecnológica ocupa diferentes roles según los usos que se haga de estos recursos.

En este sentido, Hughes (2005) señala que al incluir tecnologías en el aula, eventualmente se producen cambios en las pedagogías y propone capturar esta variación a través de una categorización de los diferentes usos cuando los docentes incorporan los recursos digitales para enseñar. La clasificación propuesta se fundamenta en observar el impacto de los recursos tecnológicos en las prácticas pedagógicas y su enfoque está alineado con la orientación que se busca para este estudio. En consecuencia, se decide tomar este trabajo como marco teórico de esta investigación.

Hughes (2005) propone una clasificación de los usos de los recursos tecnológicos en tres categorías: *reemplazo*, *amplificador* y *transformador*. Si bien esta clasificación no es específica del área de la Matemática Educativa, aporta elementos que facilitan la identificación de los usos que realizan los formadores de profesores de la tecnología para enseñar matemática.

Hughes (2005) señala que la tecnología funciona como *reemplazo* cuando sustituye los recursos preexistentes sin que exista un cambio en las prácticas instruccionales, los procesos de aprendizaje del estudiante, los contenidos o los objetivos de enseñanza. En este caso la tecnología funciona como otro camino para una instrucción cuyo fin y producto es el mismo. Una característica que define la tecnología como *reemplazo* es la replicación de un método o proceso preexistente en la clase que ya venía funcionando previo a la integración

tecnológica, y en esta integración, la tecnología pasa a ser un medio que sustituye e imita el funcionamiento del recurso o proceso preexistente. La clave en este uso de la tecnología es que los procesos educativos no se cambian y las principales metas educativas se mantienen.

En otra categoría Hughes (2005) señala que la tecnología funciona como *amplificador* cuando la integración mejora las prácticas instruccionales, el proceso de aprendizaje del estudiante, las metas de aprendizaje o los contenidos educativos. Cuando el uso de los recursos digitales cumple la función de amplificador de las actividades, también diversifica las acciones cognitivas con la intención de complementarlas. De acuerdo con Pea (1985), el término *amplificar* se refiere a aumentar la efectividad del recurso que se incorpora. Este autor señala que la amplificación no cambia la intención fundamental de las tareas sino que se mejora la efectividad en la comprensión de lo que se enseña. En el mismo sentido, Hughes, Thomas y Scharber (2006) también señalan que el foco del uso de los recursos digitales para enseñar está en la efectividad y en la eficiencia, proporcionando mayor facilidad, rapidez o simpleza. Cuando la amplificación sucede, no hay un cambio fundamental en las prácticas instruccionales o en las metas de aprendizaje. Cuando un recurso tecnológico es incluido como *amplificador*, los aprendizajes de los estudiantes, los contenidos y las metas instruccionales siguen siendo los mismos. La tecnología utilizada como *amplificador* aprovecha su potencial para realizar tareas con mayor eficiencia y eficacia, incrementando el rango de ejemplos o problemas con que el alumno puede ponerse en contacto, sin modificar las tareas en sí mismas (Cuban, 1988; Pea, 1985).

En contraste con las dos categorías anteriores, el uso de los recursos tecnológicos bajo la categoría *transformador*, según Hughes (2005), se produce cuando existe una modificación de las prácticas de enseñanza y a través de la tecnología se logra que el estudiante sea el centro del aprendizaje en la construcción del conocimiento. En el uso *transformador* la integración del recurso digital provoca cambios en las prácticas instruccionales, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, en la enseñanza o en las metas

instruccionales. Según Hughes et al. (2006) esta integración contribuye a mejorar el desarrollo cognitivo de los estudiantes y mejora positivamente los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Cuando la tecnología es utilizada como *transformador*, la modificación de las prácticas instruccionales puede originarse a partir de cambios en las rutinas de aprendizaje de los estudiantes, cambios en los contenidos del currículo, modificación en los procesos cognitivos desarrollados por los estudiantes (Pea, 1985), cambios en las prácticas de enseñanza o modificaciones en los roles que ocupa el docente y los estudiantes en el aula (Reinking, 1997). Hughes et al. (2006) identifican que este proceso resulta en nuevas metas, estructuras o métodos que alteran el proceso de formación del formador o sus pensamientos, de forma tal que este no retorne a la posición en la que estaba previamente a esta integración. La clave que distingue la componente de una integración de la tecnología como *transformador* es un cambio en las componentes fundamentales de la instrucción.

Sandoval, Climent, Lupiáñez y Jiménez (2017) manifiestan que la integración de tecnologías digitales para promover la construcción de conocimientos matemáticos requiere una mediación particular del docente. Agregan que esta mediación está vinculada con el conocimiento del docente y que este conocimiento se expresa en los usos que el profesor hace en el aula.

Capítulo 3

Método

Descripción de este estudio

Esta investigación se orientó a responder las siguientes preguntas: ¿Qué propósitos llevan a los formadores a incluir la tecnología para enseñar matemática? ¿Qué caracteriza a las prácticas de los formadores cuando utilizan recursos tecnológicos en la formación disciplinar de los futuros profesores?

Estas preguntas llevaron a identificar las experiencias de enseñanza mediadas por tecnología que son ofrecidas por los formadores a los futuros profesores de matemática. En particular, este trabajo se orientó a: dar a conocer cuáles son los propósitos que sustentan la incorporación de recursos digitales en las aulas de formación docente, identificar qué recursos tecnológicos se incorporan y caracterizar la utilización de los mismos para enseñar y aprender matemática.

Esta investigación toma como población de estudio a todos los docentes formadores que en el año 2019 tuvieron a su cargo algún curso de Matemática en el Instituto de Profesores Artigas (IPA) o en el Centro Regional de Profesores del Este (CeRP del Este). El enfoque elegido es de corte cualitativo, basado en un estudio de casos múltiple. Las técnicas utilizadas fueron entrevistas semiestructuradas aplicadas a todos los docentes participantes, y observación no participante de clases dictadas por algunos formadores con integración de tecnología.

Los casos de este estudio lo constituyeron once formadores. Se entrevistó a estos docentes buscando recabar información e iniciar un primer vínculo. La información resultante de las entrevistas permitió tener una visión global en relación a los propósitos que llevan a los formadores a utilizar recursos tecnológicos. También permitió conocer qué recursos tecnológicos incluyen,

qué usos hacen de ellos y las características más relevantes de las prácticas que desarrollan al incluir tecnología. Asimismo, las entrevistas facilitaron la identificación de aquellos formadores que se mostraron dispuestos a que dos investigadoras presenciaran una clase con incorporación de tecnología para enseñar y aprender matemática. Estos docentes fueron contactados luego de la entrevista inicial con el propósito de acordar detalles sobre la observación de aula y recoger su aceptación a videograbar las clases.

A través de la observación de las clases dictadas por los formadores se complementó la información extraída de las entrevistas, y se contrastaron los propósitos declarados con la incorporación real de la tecnología.

Diseño de investigación y metodología

Considerando que los objetivos específicos de este estudio consisten en identificar qué recursos tecnológicos utilizan los formadores al enseñar matemática, qué propósitos guían su inclusión y cómo los utilizan, esta investigación se posicionó desde una perspectiva cualitativa. Esta elección permitió “identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura y las relaciones que se establecen” (Martínez, 2006, p. 123). El método elegido se basó en un estudio de casos que habilita “un proceso de indagación que se caracteriza por el examen detallado, comprehensivo, sistemático y en profundidad del caso objeto de interés” (Rodríguez, Gil y García, 1999, p. 92) adecuándose a los intereses de esta investigación.

Teniendo en cuenta que las prácticas de los formadores de profesores de matemática constituyeron el foco de este estudio, se tomó como población el conjunto de todos los formadores de matemática de dos institutos de formación docente en el ámbito público de Uruguay. Para asegurar la viabilidad del proyecto y que este pudiera ser concretado en los plazos establecidos por la convocatoria en el que se inscribió, se decidió limitar el estudio a los docentes vinculados a dos centros de formación inicial de profesores. Concretamente involucró a todos los formadores a cargo de cursos de matemática en la formación de profesores de matemática, que se desempeñaron como tales en el

Instituto de Profesores Artigas (Montevideo) o en el Centro Regional de Profesores del Este (Maldonado), en el año lectivo 2019. La elección tuvo en cuenta seleccionar un instituto de la capital del país y otro de una ciudad del interior. Con las características requeridas se identificaron once formadores dispuestos a participar de esta investigación, constituyéndose en los casos de estudio. Cabe aclarar que si bien dos de las investigadoras estaban vinculadas a estas dos instituciones pues desarrollaban su actividad profesional en estos centros, no cumplían el perfil requerido para participar en el estudio, por lo que quedaron naturalmente excluidas del mismo. Ambos institutos son de nivel terciario no universitario, destinados a la formación de profesores para la enseñanza media y son dependientes de la Administración Nacional de Educación Pública de Uruguay (ANEP).

El trabajo de campo se inició en marzo de 2019, estableciendo un primer contacto con los docentes a través de un correo electrónico personalizado. Este correo informó que se desarrollaría una investigación vinculada al uso de recursos tecnológicos en formación docente y solicitó la colaboración de los formadores, invitándolos a participar de una breve entrevista que sería audiograbada. El objetivo de este correo fue iniciar el contacto con los profesores formadores y acordar con ellos una fecha para llevar a cabo la entrevista.

Para un primer relevamiento de información se utilizó como instrumento la entrevista semiestructurada. Considerando que toda entrevista está fuertemente influenciada por las características personales del entrevistador, y que tres investigadoras las llevarían a cabo por separado, se optó por realizar un cuestionario semiestructurado que sirviera como guía para el entrevistador y permitiera al entrevistado expresar sus opiniones, matizar sus respuestas, e incluso desviarse del guion inicial pensado por las investigadoras. La entrevista se orientó a identificar a aquellos formadores que integran recursos tecnológicos en sus clases y a generar cierto vínculo con el entrevistado. También se orientó a describir en forma global qué utilización se hace de los recursos tecnológicos en la formación inicial de profesores de matemática.

Se diseñaron una serie de preguntas que aseguraran el abordaje de los mismos tópicos con todos los docentes involucrados en la investigación, independientemente de cuál fuera el integrante del equipo que realizara la entrevista. Se eligió realizar preguntas abiertas que posibilitaran la aparición de aspectos vinculados a la problemática a estudiar y que eventualmente no hubieran sido tenidos en cuenta en el diseño inicial del cuestionario. A continuación se presenta el guion tentativo que se tomó para realizar las entrevistas:

1. ¿Cuáles considera que son las ventajas y desventajas de incluir recursos tecnológicos para el aprendizaje de la matemática?
2. En los cursos de formación docente, ¿qué recursos tecnológicos integra para enseñar matemática?
3. ¿Cuál es el objetivo de integrar recursos tecnológicos en sus clases?
4. ¿Con qué frecuencia utiliza recursos tecnológicos para enseñar matemática?
5. ¿Cómo utiliza la tecnología en el aula? Ejemplifique.
6. ¿Accedería a compartir alguna de las clases en las que incorpora recursos tecnológicos con dos investigadoras, acordando según su disponibilidad la fecha de visita?

Cada entrevista se desarrolló en privado, en un lugar tranquilo y comenzó por la aceptación del entrevistado a audiograbarla. Una vez finalizadas las entrevistas se escuchó el audio nuevamente y se realizaron anotaciones en el cuaderno de campo sobre algunas ideas y observaciones hechas al realizar la entrevista. La transcripción de cada entrevista del formato audio a formato texto se realizó pocos días después, y aunque se valoró la posibilidad de realizar cambios del guion para futuras entrevistas no se apreció necesidad de hacerlo. Las respuestas dadas por los docentes en estas entrevistas fueron analizadas a la luz del marco teórico adoptado por este estudio y se resumen en el siguiente capítulo.

Entre aquellos formadores que afirmaron utilizar tecnologías para enseñar matemática, se identificó a aquellos que se mostraron receptivos a permitir la observación de una de sus clases, coordinando posteriormente esta instancia.

La observación de aula fue no participante, se realizaron observaciones en relación con el equipamiento disponible en el aula y aquellas vinculadas a la temática de este estudio. El tiempo de observación fue variable, y dependió fundamentalmente del tiempo disponible del formador participante. En todos los casos abarcó todo el tiempo en el que el docente trabajó con tecnología; en algunos casos no incluyó toda la hora de clase, mientras que en otros, se observó también el trabajo de aula sin inclusión de recursos tecnológicos.

En todo momento se apreció la buena disposición de todos los formadores a compartir una clase con las investigadoras; sin embargo, las observaciones de aula que efectivamente se concretaron fueron solo cuatro. En los otros casos, por diversos problemas ajenos a las investigadoras, la observación no pudo concretarse.

Capítulo 4

Resultados y su análisis

En este capítulo se presenta en primer lugar cada caso de estudio, y se exponen y analizan las respuestas dadas por los formadores a las preguntas del cuestionario. En caso de que se hubiese presenciado una clase con incorporación de recursos tecnológicos, se complementa la información anterior con las observaciones de aula. Posteriormente se presentan algunas impresiones generales.

Análisis de los casos de estudio

Como ya se mencionó, los casos de estudio son once formadores que fueron designados de forma arbitraria como F1, F2, F3, etcétera. A continuación se presenta el análisis de cada uno de ellos.

Caso F1

En la entrevista este formador declara utilizar presentaciones en PowerPoint con diversos objetivos, entre ellos: facilitar la presentación de definiciones o la lectura de documentos, agilizar el proceso del estudiante al exponerlas proyectando las imágenes, complementando esta presentación con el uso de un pizarrón colocado al lado de la pantalla con el propósito de desarrollar y ampliar las ideas abordadas. Las siguientes expresiones del docente evidencian lo expuesto:

Para mí es muy importante tener una pantalla grande con el proyector y al costadito o en la misma línea visual del estudiante, el pizarrón, porque así tú tenés los conceptos que explicás en el pizarrón y aplicás con ejercicios. (F1)

Además, utiliza plataformas virtuales como repositorio de materiales, uso que al igual que el anteriormente descrito, se clasifica en la categoría *reemplazo* en la categorización propuesta por Hughes (2005).

También considera pertinente el uso de recursos tecnológicos con el propósito de estimular el interés de los estudiantes, esto se evidencia en la siguiente expresión: “Estoy tratando de ver cómo hacer pequeñas evaluaciones, cómo encarar eso para que sea, de alguna manera, motivante...” (F1)

Se interpreta que este docente también declara utilizar recursos tecnológicos como *amplificador*, en el sentido que mejora la motivación del estudiante.

Por otra parte, también manifiesta utilizar GeoGebra y promover su uso por parte de los estudiantes, con los siguientes propósitos: agilizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, facilitar la visualización, calcular, corroborar y representar. Se considera que en este caso el uso de los recursos tecnológicos se clasifica como *amplificador*, ya que enriquece los aprendizajes sin modificar las prácticas o roles tradicionales ni el currículo, tal como se aprecia en su discurso:

Más allá de que vos tenés que aprender a hacer las cosas, yo creo que lo que te llevaría muchas construcciones... agiliza el proceso del estudiante, me parece. Yo creo que el proceso del estudiante se ve beneficiado en cuanto a que se visualiza con mayor rapidez aquello que a uno le llevaba varias hojas de cuadernola. (F1)

Finalmente, el formador entiende que la tecnología proporciona una nueva forma de pensamiento y que el uso de recursos tecnológicos contribuye a formar en este sentido. En sus palabras: “porque el mundo de hoy y del mañana tiene que ver con la tecnología y la forma de pensar la tenemos que llevar a secundaria. Usan el celular para todo. La forma de pensar con los aparatos es distinta” (F1). En este sentido se entiende que este docente plantea un uso *transformador* de los recursos tecnológicos.

Caso F2

Este docente declara no utilizar prácticamente recursos tecnológicos para enseñar matemática. Cuando se le pregunta si utiliza en algún sentido los recursos tecnológicos en el aula responde: “No, casi nunca, es una carencia asumida, muy poco” (F2).

A pesar de esto, señala que la tecnología puede ser una buena herramienta o un punto de apoyo y que alguna vez ha utilizado algún recurso para graficar funciones, pues facilita los cálculos y permite visualizar el gráfico de forma rápida:

Puede ser un buen punto de apoyo, de ayuda, para desarrollar algún concepto. Por ejemplo, si tenés que hacer cálculos pesados, si tenés que graficar una función complicada y ese no es tu objetivo principal, bueno, usar la tecnología. (F2)

Por otra parte, expresa que aprecia el potencial de algunos programas vinculados al trabajo con geometría del espacio: “para geometría del espacio el uso de programas que grafican es insustituible. Podés usar modelos o esos programas que es como si tocaras las cosas, ¿no? Las girás...” (F2).

Los dos usos propuestos por este docente se clasifican en la categoría *amplificador*, en el entendido de que aportan un beneficio al proceso de aprendizaje.

Las razones que este docente brinda para explicar el no uso de recursos tecnológicos se centra en aspectos vinculados a la logística necesarios para incorporarlos. Señala que “no hay muchas facilidades” haciendo referencia a cierta dificultad de acceso a algunos recursos materiales en la institución como ser televisores, conexión a internet, enchufes, etcétera. Asimismo, identifica como una carencia en su práctica docente la no incorporación de recursos tecnológicos y argumenta que para incorporarlos necesitaría conocer más sobre qué pueden aportar, e indica que si bien reconoce que “debe haber cosas muy buenas”, no ha podido profundizar en ellas. Finalmente agrega que, si bien ve

como positiva la inclusión de recursos tecnológicos en el aula, la clase no puede estar centrada en el uso de un recurso. Textualmente manifestó:

Hay que usarlo como recurso, pero no estar centrada en eso la clase. Me falta formación con respecto al tema, por eso es... Me falta acceso también, no conozco realmente aplicaciones que puedan ser... Pero tampoco le dedico mucho tiempo a buscarlas, en eso soy culpable. (F2)

Al consultarle sobre los objetivos que lo llevarían a utilizar recursos tecnológicos en sus clases, agrega:

No, no, tendría que conocer más del tema. Fundamentalmente porque debe haber cosas sin duda, debe haber cosas muy útiles y muy buenas.

No las he buscado. Tampoco la situación que hay en la institución facilita las cosas. No hay muchas facilidades. (F2)

Según la categorización de Hughes (2005) este docente, desde su discurso, evidencia asociar posibles usos de los recursos tecnológicos como *amplificador* de la práctica docente, para facilitar y potenciar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Sin embargo, admite como “carencia asumida” el no utilizar estos recursos en su práctica docente.

Caso F3

Este docente inicialmente declara que se limita a utilizar el celular como forma de comunicación con los estudiantes y manifiesta que a través de WhatsApp recibe y responde dudas de forma habitual. En palabras de este formador: “Bueno, los grupos de WhatsApp... en cada clase uno utiliza o pasa algo de materiales, o recibe dudas. En la semana uno recibe dos o tres consultas por semana y hay comunicación todas las semanas” (F3).

Se interpreta que este recurso tecnológico se utiliza como *amplificador* de la interacción presencial, brindando cierta extensión del tiempo de aula, según el marco teórico brindado por Hughes (2005).

Por otra parte, el formador indica que el uso de recursos tecnológicos está muy vinculado a algunos cursos específicos de matemática:

En algunas materias considero que es muy necesario y útil, y en otras no. Por ejemplo, en Análisis I, uno perfectamente puede dar un curso sin el uso de una computadora o un programa de computación, pero en estadística es muy útil. (F3)

Agrega que para enseñar estadística resulta muy útil y necesario trabajar con planillas Excel pues esto facilita el análisis de datos, que a través de este recurso los estudiantes pueden visualizar cómo procesar un conjunto voluminoso de datos y utilizar el programa como herramienta para agilizar el proceso de cálculo. Las siguientes expresiones del docente evidencian lo anteriormente expuesto:

Bueno, la primera ventaja es que uno ahí procesa, hablando de estadística... le muestra a los alumnos cómo se procesan los datos, cómo pueden hacer ellos para trabajar. Sin tener una herramienta de este tipo es prácticamente imposible manejar 1000 datos a mano sin usar un procesador que procese la información, es imposible. (F3)

Se interpreta que, al utilizar planillas Excel para abordar la enseñanza de la estadística, este docente hace un uso *amplificador* de la herramienta tecnológica según la categorización de Hughes (2005), puesto que el recurso proporciona una ampliación en el proceso de enseñanza al permitir trabajar con un conjunto mayor de datos. No se entiende apropiado categorizar este uso como *transformador*, en tanto no se transforma cualitativamente el currículo, ni el rol del docente, ni del estudiante.

Asimismo, este formador declara incorporar el uso de algunas páginas web que proporcionan plataformas para hacer mediciones, realizar cálculos y resolver problemas. Estos recursos son incorporados con el propósito de permitir que los estudiantes puedan verificar los resultados que obtienen por los métodos tradicionales de resolución, argumentando que el uso de estos recursos facilita la tarea de corrección de las respuestas y aumenta su autonomía. La siguiente expresión del docente expone esta idea:

Bueno, aparte de esas planillas usadas, hay en algún caso puntual, en el que usamos alguna página a través de internet, en donde se pueden hacer

ciertas mediciones, ciertos cálculos, ciertas páginas que resuelven ciertos problemas que se dan en el curso para verificar resultados. Y ahí el uso principal sería no tanto calcular sino verificar resultados. La página no te da tanto del proceso sino el resultado final, chequear que está bien. Por ejemplo, en el cálculo de integrales y en el cálculo de intervalos de confianza, la tecnología nos permite saber el resultado enseguida. (F3)

Este docente declara utilizar nuevamente la tecnología como *transformador* del currículo, en este caso, basado en que el uso de la tecnología facilita la verificación de resultados y promueve la autonomía del estudiante, habilitando nuevas oportunidades para que este valide o refute sus propias respuestas.

Caso F4

En la entrevista este docente señala que no utiliza habitualmente recursos tecnológicos para enseñar matemática, aunque agrega que en algún momento utilizó GeoGebra al trabajar con geometría, argumentando que este recurso facilita la visualización, especialmente al trabajar en tres dimensiones. Al consultarlo por algún otro propósito que fundamente su incorporación, el docente menciona la visualización.

Habitualmente no los estoy utilizando, pero sé que hay unos recursos que pueden llegar a ser muy provechosos para una clase de matemática. Yo creo que sí, se pueden visualizar algunas cosas con mayor facilidad. Las desventajas, lo que puede traer cualquier recurso tecnológico, depende de si se trabaja en línea o no, de la señal que pueda haber... (F4)

Se interpreta que, si bien este docente declara no utilizar recursos tecnológicos para la enseñanza de la matemática, sí logra identificar el potencial de estos recursos como *amplificador* de los procesos de enseñanza y de aprendizaje según la categorización de Hughes (2005).

Caso F5

En la entrevista este docente manifiesta integrar recursos tecnológicos para la enseñanza de geometría, profundización en geometría, álgebra lineal, análisis matemático y profundización en álgebra. El recurso utilizado en la enseñanza de estas asignaturas es GeoGebra y los propósitos que motivan a este formador a incluir tecnología son: mejorar la comprensión de los conceptos, facilitar los cálculos, promover la elaboración de conjeturas, simplificar trazados, trabajar múltiples representaciones de un mismo objeto matemático, facilitar la verificación y la visualización.

Considerando la categorización de Hughes (2005), los usos que manifiesta realizar este profesor se encuentran en la categoría *amplificador*, evidencias de esto se recuperan desde las palabras del profesor: “En geometría se puede trabajar con conjeturas, ganar en comprensión de algunas cosas, de ciertos conceptos... Todo el tema de los trazados se hace más simple utilizando tecnología. También en geometría permite conjeturar muchas cosas...” (F5).

Por otra parte, teniendo en cuenta que como futuros docentes, los estudiantes tendrán que usar recursos digitales en sus clases, este formador decide promover el uso de GeoGebra entre los futuros profesores de matemática. Esto se desprende del siguiente fragmento de la entrevista: “... es bueno que ellos se acostumbren a trabajar con esas cosas porque las van a tener que usar en su trabajo como docentes” (F5).

Se considera que este uso no queda comprendido por la categorización de Hughes (2005), pues no se limita a un mero reemplazo de recursos por otros digitales, ni se restringe a proporcionar una ampliación o transformación de las prácticas pedagógicas orientadas a enseñar matemática. Este uso provoca una transformación que excede el campo disciplinar y por tanto, va más allá de renovar el currículo, los roles del docente o del estudiante. Se observa que este uso no se orienta a enseñar mejor un concepto, ni abarca otros conceptos de la asignatura que se imparte, sino que el recurso tecnológico se agrega a la práctica al considerar que se está formando a futuros profesores de

matemática. Este uso, propio de los formadores, es epistemológicamente diferente de los otros tres usos que reporta Hughes. Su origen es el interés de los formadores en capacitar a los futuros profesores en habilidades digitales específicas de la disciplina que van a necesitar integrar en su futuro profesional, y es acorde con las recomendaciones que emanan de la investigación en educación matemática (Artigue, 2004).

Este profesor manifiesta que el uso de las tecnologías lo realiza de dos formas:

...llevando figuras, archivos de GeoGebra preparados en los cuales se puede ir realizando una construcción a medida que se pone una demostración, por ejemplo, esa es una forma, otra forma tirándoles trabajo a ellos, dejarlos que trabajen con GeoGebra, eso les obliga a que traigan ellos un laptop... (F5)

Si bien el educador manifiesta que el uso de tecnología en sus clases es cotidiano, también identifica varias desventajas vinculadas a su incorporación en el aula. Reconoce que “poner en marcha una computadora lleva tiempo... a veces no hay conectividad” (F5) y no se facilita la integración cuando los salones no disponen de los recursos. Agrega que insume cierto tiempo lograr que los alumnos trabajen con las computadoras.

A partir de la observación de una clase en la que este formador incorpora el uso del software GeoGebra, fue posible apreciar la forma en la que pone en acción el uso de este recurso. Realiza una propuesta de aula en la que los estudiantes reunidos en pequeños grupos, resuelven el problema de encontrar el centro de masa de un cuadrilátero y crean una definición de esta noción. El profesor deja a los alumnos que trabajen libremente y que utilicen las herramientas que conocen; se observa que paulatinamente todos los estudiantes eligen utilizar el recurso GeoGebra y que, si bien algunos evidencian mayor dominio de la herramienta que otros, el uso de este recurso parece ser algo habitual en el aula. Queda en evidencia la coincidencia del discurso planteado por el formador desde su entrevista, con la inclusión del

recurso en su práctica de aula en relación a la frecuencia de uso de los recursos digitales.

Luego de que los estudiantes tuvieron oportunidad de trabajar libremente sobre el problema utilizando el recurso GeoGebra para experimentar, conjeturar y validar, el profesor promovió la exposición y discusión grupal de los diferentes razonamientos que surgieron en el proceso del trabajo en pequeños grupos. Invitó a los estudiantes a justificar las conjeturas elaboradas y a analizar las posibles equivalencias en los procesos y los resultados obtenidos. En este caso no se utiliza pantalla para proyectar lo realizado con el software, los estudiantes trabajan con la computadora en forma independiente en pequeños grupos. Al realizar la puesta en común se trabaja sobre el contenido matemático, utilizándose únicamente el pizarrón.

Se observa que en esta clase el recurso tecnológico potenció el desarrollo de una práctica transformadora respecto a las prácticas pedagógicas tradicionales, el formador no se presentó a sí mismo como fuente del conocimiento y en su lugar se permitió que los estudiantes sorprendieran al docente con sus razonamientos, los explicaran, argumentaran sus conjeturas y colectivamente decidieran sobre su validez. El recurso permitió refutar una primera conjetura y cambiar hacia una nueva hipótesis. El formador no fue quien validó los conocimientos, los estudiantes pudieron corroborarlo gracias a la inclusión del recurso GeoGebra. El software jugó un papel primordial en este sentido, pues permitió a los estudiantes no solo resolver un problema que sería difícil abordar sin este recurso, además habilitó a validar o refutar conjeturas. También posibilitó descartar caminos de resolución e iniciar otros, brindando autonomía a los estudiantes en el proceso de validación de saberes, tarea que tradicionalmente queda en manos del docente. Por lo anteriormente expuesto la inclusión del recurso tecnológico se clasifica en la categoría *transformador*, según Hughes (2005).

Caso F6

Este formador declara en la entrevista que la tecnología es un recurso más en el aula y que le da mayor o menor valor según los temas que está trabajando. Por ejemplo, en la asignatura Análisis, señala que a través de algunos recursos tecnológicos es posible trabajar la idea de familia de funciones, hacer gráficos y visualizar sus propiedades; agrega que con estos recursos es posible hallar algunas soluciones de ecuaciones diferenciales y que sirve “para resolver ciertas cosas de familia de funciones o ver innumerables tipos de cuentas”. En este sentido señala que la tecnología potencia la realización de ciertas tareas con mayor eficiencia y eficacia, e incrementa el caudal de ejemplos con que el alumno se pone en contacto. Se interpreta que el uso de los recursos tecnológicos enunciado por este formador, se corresponde con la categoría *amplificador* según la categorización de Hughes (2005).

Además, este formador declara utilizar una plataforma Moodle para distribuir ciertos contenidos. Al respecto señala: “les traigo a los estudiantes mi propia plataforma (Moodle) para distribuir ciertos contenidos...” (F6) y utiliza GeoGebra y Winplot proyectando las imágenes desde un cañón para todo el grupo. Estos usos se clasifican en la categoría *reemplazo* (Hughes, 2005), pues no hay una ampliación ni un cambio en los fines educacionales.

Este formador también identifica la necesidad de que los estudiantes, futuros profesores de matemática, vivencien el uso de recursos tecnológicos para aprender matemática con vistas a que tendrán que enseñar utilizando estos recursos. Señala que:

Es necesario que usemos herramientas para ver ciertas cuestiones en algún problema que me interese y entonces hay que empezar por acá, por formación docente, porque es esta gente la que después va a hacerse cargo de las clases en secundaria, bueno, entonces me parece que la herramienta tecnológica tiene que estar. (F6)

Se entiende que el propósito que guía la inclusión de recursos digitales es ofrecer a los futuros profesores, herramientas para desempeñarse como

docentes. Por otra parte, también se observa que el formador busca ofrecer a los futuros profesores experiencias de aprendizaje coherentes con las recomendaciones actuales de la investigación en educación matemática, que recomiendan utilizar metodologías de enseñanza con inclusión de recursos digitales para aprender matemática en la formación inicial de docentes. Nuevamente se entiende que la categorización de Hughes (2005) no permite clasificar este uso de los recursos tecnológicos que no se limita a enseñar matemática, sino que incorpora un fin específico de formar a los futuros profesores en el uso de recursos digitales. Considerando lo expuesto, se aprecia que el caso del formador F6, es otro ejemplo de un uso de recursos tecnológicos con el sentido de complementar la formación disciplinar con una formación tecnológica que sea acorde al futuro profesional del estudiante.

Caso F7

En la entrevista, este formador declara que utiliza permanentemente recursos tecnológicos para enseñar Geometría pero que no los utiliza en el dictado de la asignatura Topología, aludiendo a las diferentes necesidades de ambas asignaturas.

Entre los recursos tecnológicos empleados en el aula por este formador para la enseñanza de la geometría en la formación de profesores, se destaca el uso de GeoGebra y Poly Pro. Este formador no solo utiliza estos recursos, además promueve su uso por parte de los propios estudiantes.

Respecto a los propósitos que guían la incorporación de estos recursos, este formador aprecia el potencial de la tecnología para redireccionar el contenido del currículo, priorizar ciertos aspectos vinculados con el entendimiento relacional y minimizar los aspectos instrumentales. En este sentido respecto al uso de recursos tecnológicos el formador declara:

Lo que es geometría dinámica permite poner el foco en otras cosas que no son la memorización y el etiquetado de objetos, sino que bueno, permite hacer matemática, conjeturar y descubrir cosas, qué puede estar ocurriendo sobre una figura y a partir de eso ver la necesidad de

demostrar, no para convencerme sino para explicar lo que está ocurriendo ahí. (F7)

Agrega que, particularmente, resulta de interés el trabajar y visualizar diferentes representaciones de los poliedros y en ese sentido resulta importante el trabajo con Poly Pro y GeoGebra. También declara utilizar buscadores de información en internet para trabajar el tema poliedros, e incorporar las aplicaciones que los propios estudiantes sugieren para visualizar y trabajar con este tema.

En relación al marco teórico adoptado por este estudio se interpreta que el formador hace un uso de la tecnología como *amplificador* y *transformador*, en tanto que no solo hace uso de las características de los recursos tecnológicos para facilitar y profundizar el trabajo matemático, sino que, además, hace uso de estos recursos para renovar el currículo, orientándolo hacia aspectos menos instrumentales.

Respecto al dispositivo en el que se utiliza el recurso GeoGebra, el formador señala que el uso de este recurso desde el celular personal de los estudiantes es cada vez más habitual, aunque también pone a disposición las computadoras de la institución para que los estudiantes puedan utilizarlas cuando lo crean conveniente.

Caso F8

Este formador declara utilizar en todas sus clases diversos recursos tecnológicos, entre los que destaca: presentaciones PowerPoint, videos matemáticos y extramatemáticos; incluye, además, el uso de software específico como Probability Distribution y GeoGebra. Este uso se extiende también a las evaluaciones semestrales, en las que los estudiantes tienen a su disposición estos recursos.

Argumenta su uso señalando que la tecnología agiliza el trabajo en clase, facilita los cálculos numéricos y posibilita el enriquecimiento de los contenidos matemáticos que, como formador, entiende relevantes. En este sentido se

interpreta que este docente hace referencia a un uso de la tecnología como *amplificador* de las prácticas pedagógicas según Hughes (2005).

Asimismo, establece que son muchas las ventajas de utilizar recursos pues permite centrarse “en aspectos menos rutinarios que cuando uno no las usa” (F8). Agrega que “cuando uno trabaja con probabilidad hay una cantidad de cálculos que de hecho funcionaban como una tranca a la hora de abarcar lo que son los conceptos de probabilidad” (F8). Señala que, si bien el software permite la obtención de determinados valores estadísticos, la interpretación de su significado es una tarea que tiene que hacer el estudiante. Indica que este trabajo conjunto permite reforzar los conceptos desde el respaldo teórico de los contenidos abordados y esto posibilita resolver problemas más complejos. En sus propias palabras: “utilicemos el recurso tecnológico y ese tiempo que nos sobra utilicémoslo para hacer ejemplos más variados, para enriquecer el contenido” (F8). A la luz del marco teórico de este trabajo se interpreta que este formador declara hacer un uso *transformador* de los recursos tecnológicos. Esto se basa en que el uso de la tecnología planteado por el docente posibilita reformar el currículo, orientándolo a abordar aspectos vinculados al entendimiento de la disciplina, a la interpretación de los parámetros estadísticos que brinda el software y disminuye el tiempo destinado a abordar aspectos instrumentales o repetitivos de los contenidos del programa.

En relación con la asignatura Probabilidad y Estadística, el formador F8 declara utilizar Probability Distribution, agregando que:

En la distribución normal para calcular un valor había que hacer un cambio de variable, aplicar la tabla, volver a deshacer el cambio de variable, etcétera. Nosotros en la clase trabajamos con un software que simplemente ponemos los valores de los parámetros, les damos clic y nos da el valor en la distribución normal. Tiene sus ventajas porque trabajamos en forma más ágil, porque podemos poner problemas más complejos porque no dependemos de que los cálculos sean sencillos. (F8)

A continuación, se presentan los principales aspectos que surgieron de la observación de una de las clases de este formador, en la que se incorporó el uso de recursos tecnológicos.

Desde el comienzo de la clase, se trabaja en base a una presentación en PowerPoint proyectada en la pared mediante un cañón; complementando esta presentación los estudiantes manejan material impreso que les permite acompañar la presentación. El formador realiza explicaciones complementarias al material escrito, promoviendo un intercambio con los estudiantes y el análisis del contenido expuesto en las diapositivas; se observa que las preguntas del docente generan nuevos desafíos y promueven la elaboración de razonamientos que permiten profundizar la comprensión del contenido teórico presentado. Luego de una primera etapa de abordaje de aspectos teóricos, se sucede otra etapa de la clase en la que el formador propone una secuencia de problemas e invita a los estudiantes a resolver con apoyo de la aplicación Probability Distribution, que los estudiantes tienen descargado en sus celulares. Al mismo tiempo el formador utiliza el programa PQRS en la computadora para recuperar algunos conocimientos y realizar las actividades propuestas. Se observa que el uso del recurso no presenta dificultad para los estudiantes quienes parecen estar habituados a utilizar esta aplicación desde sus celulares para resolver este tipo de problemas. En relación a su uso, los futuros profesores deben interpretar los datos que aparecen en la aplicación desde los aspectos teóricos abordados en el curso para dar respuesta al ejercicio. El formador plantea que las respuestas a las preguntas deben ser acordes a la información que brinda el software, indica que saber responder correctamente a las preguntas planteadas es justamente el trabajo que tienen que hacer los estudiantes.

Se observa que el formador promueve la autonomía de los estudiantes, genera espacios y ofrece tiempo para que puedan trabajar entre pares, apoyados en el recurso tecnológico hasta que logran generar sus propios análisis. Se promueve una dinámica en la que son recogidas todas las respuestas brindadas por los estudiantes, sin que sean validadas por el docente; la validación queda a

cargo del grupo con orientación del profesor, lo que propicia el análisis y la reflexión por parte del estudiante.

Según la categorización de Hughes (2005) el uso del recurso tecnológico se clasifica como *transformador* ya que el estudiante tiene un rol protagónico en su aprendizaje, el formador tiene un papel menos notorio, orienta el aprendizaje que es una verdadera construcción por parte del estudiante.

Caso F9

En la entrevista, este formador declara utilizar GeoGebra en su trabajo en el área de Geometría, agrega que cada vez más lo utiliza desde los celulares de los propios estudiantes.

Entre los propósitos que llevan al formador a incorporar este recurso, se destaca el potencial que tiene el software para facilitar la elaboración de conjeturas, mejorar la precisión de las construcciones geométricas, evidenciando usos vinculados a la categoría *amplificador* según Hughes (2005).

El profesor señala que también promueve la utilización de recursos tecnológicos para realizar actividades que sin el recurso serían difíciles de resolver como, por ejemplo, medir áreas de algunas superficies. También promueve su utilización para buscar información, analizarla, compararla, sugiriendo el uso de buscadores para encontrar definiciones vinculadas a una noción, clasificaciones, etcétera. En estos casos el formador declara que trabaja analizando y contrastando la información recabada por los estudiantes con el objetivo de contribuir a la formación de un sentido crítico sobre el uso de la información, tal como lo expone en el siguiente párrafo:

El buscar información desde internet, eso también. Frente a determinado autor matemático o definición de... ponele, definición de polígono,... a ver... ¿qué dice internet? En vez de ir a los libros que eso implica ir a la biblioteca, ver si eso tiene sentido o no. A veces lo que pasa es que tiene más de un sentido, de que se puede interpretar de más de una manera o hay diversidad de definiciones y otros casos son definiciones que para mi

gusto están mal digamos, ¿no? Son condiciones necesarias, pero no suficientes. (F9)

Desde el marco teórico adoptado por este estudio el uso anteriormente mencionado se clasifica como *transformador*, pues permite abordar otro tipo de problemas más complejos o redirigir el trabajo de clase para desarrollar otras habilidades que para el formador son valiosas, como el poder identificar si una supuesta definición es tal.

En relación a las desventajas del uso de recursos tecnológicos, este formador señala una desventaja del uso de GeoGebra, vinculada a una de sus grandes virtudes: la dificultad de crear la necesidad de demostrar cuando el software “muestra” que cierta propiedad funciona para todos los casos bajo ciertas limitaciones. En palabras del formador:

Tenés infinitas figuras ahí metidas en una construcción. Esa es como la cuestión a favor, la cuestión como en contra es la lucha por generar una necesidad de demostrar más allá de lo que ellos están constatando en la figura. Son como el pro y el contra, lo central es que lo veo... (F9)

Por otra parte, manifiesta su incomodidad con pedir en préstamo un proyector y transportar los materiales hasta el salón de clases y señala que valora el uso del celular como recurso didáctico:

Hasta antes que funcionara GeoGebra en los celulares, acá era una lucha conseguir la sala de informática. Después, que la mitad de las máquinas no andaba. En primero los grupos son numerosos, así que eran cuatro por máquina, era una complicación, digamos y nada... así que se usaba sí el GeoGebra, pero esporádicamente, con un esfuerzo, digamos. Ahora, más o menos, como lo tienen en el celular y no tiene mucha complicación, sí se animan a meter mano de entrada. (F9)

Caso F10

En la entrevista, el formador declara que en el curso de Fundamentos de la Matemática no suele utilizar recursos tecnológicos, pero sí los utiliza en la

asignatura Análisis 1. Señala que el uso de recursos depende mucho de la asignatura, y de los propósitos que busca el formador. En este sentido, relata:

No creo que el recurso tecnológico sea bueno en sí mismo, independientemente de cuál sea la asignatura o el tema a tratar en la clase de matemática. Creo que el recurso tecnológico puede ser que ayude a la comprensión del concepto que se está trabajando, y por el contrario, si es mal utilizado o si es utilizado para tratar otros temas puede que no aporte nada, o que resulte algo totalmente anecdótico en la clase. Creo que hay que usarlo en forma racional, reflexiva, el profesor debe analizar si en el contexto de lo que está trabajando realmente va a ser un aporte o lo está usando por seguir una moda o porque parece que es lo que hay que utilizar. (F10)

Este formador declara utilizar en forma continua presentaciones realizadas en PowerPoint y que ocasionalmente trabaja con el software GeoGebra. En relación al uso de presentaciones, dirige su uso a compartir la lectura sobre el tema que se aborda, y agrega que este material es proporcionado previamente a los estudiantes para que estos puedan fotocopiarlo y tenerlo a disposición en las clases. En relación al uso de GeoGebra en el aula, este formador explica que las tecnologías favorecen la comprensión del concepto a trabajar, pues permite el uso simultáneo de diferentes registros de representación, favorece la construcción del conocimiento y dirige la enseñanza hacia aquellos aspectos que el formador considera más relevantes. En la entrevista manifiesta que:

Trabajar el uso de GeoGebra para las representaciones de sucesiones y de funciones, en general me parece que es un aporte, en el sentido que permite trabajar otros registros y evita centrar la atención en cosas irrelevantes. (F10)

Esta idea del uso de la tecnología para redefinir el currículo queda evidente también en esta parte de su discurso: "...me parece que el software ahí es una herramienta que permite rápidamente graficar la función y no centrar al estudiante en una serie de cálculos, que en realidad no aportan..." (F10).

Considerando la clasificación realizada por Hughes (2005), este profesor incluye el uso de presentaciones que operan como *reemplazo* de los materiales en fotocopia o el uso de libros. Asimismo, utiliza recursos tecnológicos como *amplificador* de los aprendizajes, basado fundamentalmente en el uso de GeoGebra y en la posibilidad que brinda este software de trabajar con múltiples registros de representación de los objetos matemáticos. Finalmente, se aprecia que este formador declara utilizar recursos tecnológicos haciendo un uso *transformador* orientado a modificar el currículo, permitiendo abordar aspectos más ricos y perder menos tiempo en aquellos aspectos más rutinarios o triviales.

A continuación, se presenta un fragmento del discurso del formador, referido al trabajo con recursos tecnológicos en la asignatura Análisis I, al trabajar el tema par de sucesiones monótonas convergentes:

En par de sucesiones monótonas convergentes... les daba a los muchachos, tres pares de sucesiones, tenían que representarlas gráficamente y a partir de lo que observaban tenían que indicar si eran un par de sucesiones monótonas convergentes o no. Me parece que el software es una herramienta que permite rápidamente graficar la función y no centrar al estudiante en una serie de cálculos que en realidad no aportan. Incluso, yo les decía que en esta actividad no pretendo que justifiquen que son un par de sucesiones monótonas convergentes, quiero que el argumento sea a partir de la gráfica. Porque en ese momento en que yo introducía el tema, no consideraba que tuvieran que hacer demostraciones. Además, como el software es dinámico, me permite apreciar cosas que si lo fuera a hacer con lápiz y papel sería bastante complejo e ineficiente. Entonces me parece que en pro de esa eficiencia el software GeoGebra puede ser útil. (F10)

Considerando que este profesor accedió a compartir con las investigadoras una de sus clases con incorporación de recursos, se presentan a continuación las principales observaciones que emanan de esta observación no participante.

En la clase observada el formador proyectó una presentación PowerPoint en la que se presentó la propuesta de la tarea y su solución, acompañó la presentación con aclaraciones sobre lo proyectado e intercambió preguntas con los estudiantes. También proyectó fragmentos de un texto y expuso la definición de un concepto, usos que se corresponden con la categoría *reemplazo* según la categorización propuesta por Hughes (2005).

Asimismo, el formador incorpora el recurso GeoGebra manipulándolo desde su ordenador para mostrar a los estudiantes cómo opera la noción de entorno en la definición de límite y para analizar los vínculos entre los parámetros ϵ y δ que intervienen en la misma. En este caso, se aprecia que la intención del formador es favorecer la visualización y comprensión de los conceptos tratados, uso que se categoriza como *amplificador*. Se observa que el formador tomó un rol protagónico en el uso del recurso tecnológico y, en esta oportunidad, no dio lugar a que los estudiantes exploren a través de este recurso. Se aprecia que esto limitó la oportunidad de que los futuros profesores reflexionaran sobre la definición de límite y que el aprovechamiento del recurso no potenció una renovación del rol tradicional del estudiante.

Se observa que si bien desde el discurso este formador señala que la tecnología permite transformar el currículo y redirigir los aprendizajes a aspectos menos instrumentales, en la clase observada no pudo evidenciarse un uso *transformador* de los recursos tecnológicos.

Otra de las preocupaciones que manifiesta este formador refiere a la integración de recursos tecnológicos en las evaluaciones y expresa que si bien su intención ha sido incluir recursos digitales en ellas, aún no ha podido concretarlo.

Caso F11

Desde la entrevista este formador declara apreciar ciertas ventajas de utilizar el software GeoGebra en el área de Geometría; entiende que este recurso favorece la visualización de propiedades y facilita la realización de

construcciones geométricas, planteando un uso que se corresponde con la categoría *amplificador*. A pesar de lo expuesto anteriormente no entiende útil incorporar al trabajo en el aula de formación docente y deja libertad de que los estudiantes lo incorporen o no dentro y fuera del aula. En este sentido expresa:

...no perdemos tiempo en cómo se hace tal o cual cosa, sino que cada estudiante tiene que hacerlo en su casa o directamente en la clase, pero yo en el pizarrón no tengo una computadora prendida, sino que cada estudiante tiene la libertad de hacerlo a mano o hacerlo con GeoGebra en su celular... Y por lo que he visto, más o menos la tercera parte de los estudiantes usan GeoGebra en el celular, o sea, está permitido en la clase, pero es de libre albedrío del estudiante usarlo o no. (F11)

Se interpreta que este formador no entiende necesario incorporar el uso de recursos tecnológicos por el solo hecho de enseñar su uso. Este formador también declara utilizar una plataforma para proponer tareas de múltiple opción, con el propósito de que el software brinde una rápida e inflexible retroalimentación al estudiante. En este sentido sostiene que:

Otra ventaja de usar la tecnología es que esta es más inflexible que el docente, en el sentido que a veces cuando estamos resolviendo un polinomio y el estudiante se equivoca, decimos ah, fue solo un signo acá, o un signo allá, en cambio los programas informáticos me dicen que está mal y está súper mal, no hay ese sentimiento de que fue... de que me pareció... o no me pareció. Entonces el estudiante reconoce más sus errores al usar programas informáticos... (F11)

Se entiende que este uso, orientado a una mejora en la validación de resultados o en un sentido verificador, trae un cambio en el papel del docente y del estudiante, puesto que el estudiante puede tener una retroalimentación de su proceso de aprendizaje en ausencia, al menos directa, del formador. En este sentido se considera que este uso está asociado a la categoría *transformador*, pues potencia cierta renovación de las prácticas tradicionales de enseñanza.

El formador también manifiesta gestionar una página web que utiliza como repositorio de materiales, invitando a los estudiantes a descargar definiciones y

diferentes materiales. Esta incorporación de la tecnología como repositorio de materiales da cuenta de un uso de la misma como *reemplazo* en la categorización de Hughes (2005).

Dentro de las desventajas que el formador señala en relación al uso de recursos tecnológicos en el aula, se destaca la poca infraestructura con que cuentan los salones, la carencia de cables y televisores prontos para su uso, y que no todos los estudiantes cuentan con computadora.

A continuación, se relatan aspectos que surgen de la observación de una clase de dos horas de este formador en la asignatura Geometría. En la primera clase observada, se aborda el trabajo de un problema que involucra la noción de arco capaz sin utilizar recursos tecnológicos. En la segunda hora se trabaja con GeoGebra sobre el mismo problema abordado anteriormente y se ingresa con los estudiantes en una plataforma que contiene tareas de múltiple opción.

Los propósitos que, según la declaración del formador, lo llevaron a incluir recursos digitales fueron varios. En primer lugar, declara su intención de presentar el recurso a aquellos alumnos que aún no lo conocían; también quiso mostrar las ventajas del software para representar de forma prolija, perfecta y sin errores, y poner en evidencia su potencial para elaborar conjeturas y visualizar propiedades. Finalmente agrega que también buscó enfrentar a los estudiantes a validar sus respuestas a través de un software que plantea tareas de opción múltiple, argumentando que este recurso brinda a los estudiantes una corrección objetiva, imparcial y dicotómica a sus respuestas.

Los recursos tecnológicos utilizados fueron una televisión 32 pulgadas, cable HDMI y una computadora. El software utilizado en una primera instancia fue GeoGebra y en la segunda parte se utilizó un cuestionario múltiple opción. Algunos pocos estudiantes utilizaron sus celulares personales para realizar individualmente las construcciones mostradas en la pantalla del televisor.

La metodología de trabajo en la clase previa al uso de recursos tecnológicos, fue de trabajo autónomo de los estudiantes. Organizados en pequeños grupos, los futuros profesores elaboran conjeturas, confrontan las distintas líneas de pensamiento, las validan o refutan, mientras que el rol del profesor es

supervisar los avances de los estudiantes y promover la reflexión y participación de todos. En esta primera hora, los estudiantes ocuparon un rol protagónico, participaron en la toma de decisiones, sugirieron qué hacer y cómo hacerlo. El formador dio libertad a los estudiantes a debatir sobre las diferentes posiciones y tomar una decisión validada por todo el grupo.

En la segunda hora, el formador invita a un estudiante que no conocía el software GeoGebra a manipularlo para realizar la actividad geométrica abordada anteriormente con lápiz y papel. En este caso el formador dirigió al estudiante, paso a paso, señalando cómo utilizar las distintas herramientas del software, mientras la resolución fue proyectada en una pantalla de televisión. La resolución de los nuevos problemas que surgieron por el cambio de herramienta quedó a cargo del formador, sin que se promoviera que los estudiantes participaran en la búsqueda de soluciones. En este caso se interpreta que el formador hizo uso de los recursos digitales como *reemplazo*, sin que se aprecie una ampliación o transformación de los aprendizajes de los estudiantes o una mejora en el proceso de enseñanza.

Se aprecia un cambio en la modalidad de enseñanza entre las dos clases observadas. En este caso, la incorporación del recurso tecnológico no promovió una renovación de las prácticas tradicionales de enseñanza, por el contrario, enfatizó la enseñanza unidireccional desde el docente hacia los estudiantes y centralizó la clase en el formador.

Se observa que la inclusión de un recurso potente como el software GeoGebra plantea nuevas situaciones a resolver y nuevos escenarios para explorar, sin embargo, no asegura una transformación positiva de las prácticas docentes.

Capítulo 5

Análisis global

A continuación, se presenta un análisis global de las evidencias recolectadas con relación a los focos de interés de este estudio. En primer término, se describen los propósitos que llevan a los formadores a incorporar recursos tecnológicos. Luego se sintetizan aspectos vinculados a la frecuencia de uso de estos recursos y seguidamente se presentan las percepciones de los formadores respecto a sus propias necesidades y dificultades en la incorporación de nuevas tecnologías para enseñar matemática. Posteriormente, se resumen cuáles son los recursos tecnológicos utilizados por los formadores, las asignaturas en las que utilizan estos recursos, y se comparten algunos usos puntuales en temáticas específicas, describiendo el abordaje propuesto por el formador a través de los recursos digitales. Seguidamente se presenta una síntesis del proceso realizado al utilizar la categorización elegida como marco teórico y se expone una caracterización de los niveles de aprovechamiento de los recursos tecnológicos que surge de mirar globalmente los usos evidenciados por los formadores participantes. A continuación, se presenta una categoría de uso no contemplada en la categorización propuesta por Hughes (2005), que se considera que la complementa para el caso de los formadores. Para finalizar, se dejan algunas reflexiones sobre la coherencia entre el discurso de los formadores y su práctica.

Propósitos que llevan a los formadores a incorporar recursos digitales

Este estudio mostró que los propósitos que guían a los formadores a considerar la inclusión de recursos tecnológicos para enseñar matemática son variados. En la población estudiada predomina el interés de incluirlos con el objetivo de facilitar o agilizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes o las tareas de enseñanza. Más de la mitad de los formadores manifiestan que los

objetivos de integrar la tecnología en sus clases son: visualizar o mostrar propiedades, verificar conjeturas, representar y calcular. Otras razones que exponen en menor medida son las siguientes: compartir materiales, evaluar, buscar información, analizar e interpretar, explorar e investigar, conceptualizar, comunicarse, motivar, acompañar el mundo tecnológico, promover la autonomía del estudiante, redirigir el aprendizaje a aspectos menos rutinarios, modelar situaciones y enseñar el uso profesional de los recursos con vistas a una futura incorporación por parte de los estudiantes de profesorado.

Frecuencia de uso de los recursos digitales

Nueve de los once formadores declaran incorporar recursos tecnológicos en sus prácticas de enseñanza, mientras que solo dos formadores declaran no utilizarlos para enseñar matemática. Por otra parte, la incorporación de recursos digitales para enseñar matemática, en general, se realiza con baja frecuencia. Solo cuatro de once formadores declaran utilizar habitualmente estos recursos en su trabajo de aula. Cabe destacar que todos los formadores entrevistados dan evidencias de apreciar cierto potencial de los recursos tecnológicos para enseñar matemática. Algunos formadores manifiestan la necesidad de recibir mayor formación en el uso de estos recursos, como se expone en el siguiente apartado.

Percepciones de los formadores sobre sus necesidades

En relación con los aspectos que los formadores aprecian como negativos vinculados al uso de recursos digitales en la enseñanza, sobresale en los discursos la importancia de contar con una infraestructura adecuada en los salones. Los formadores plantean que, para lograr una integración cotidiana, es necesario disponer de salones con proyector o pantalla, y que la institución provea computadoras para los estudiantes, pues no todos cuentan con estos dispositivos. También señalan que, aunque la conectividad ha mejorado en los últimos tiempos, aún existen inconvenientes en este sentido y agregan que es necesario que en el salón existan cables y enchufes para conectar los

dispositivos. Por otra parte, la dificultad de pedir en préstamo un proyector y transportar los materiales hasta el salón de clases o trasladar todo el grupo a un salón especial para trabajar con recursos tecnológicos, parece haber impulsado a los formadores a preferir el uso del celular, haciendo evidente que este dispositivo es el recurso digital más utilizado en formación docente para aprender matemática.

Al considerar la situación de los formadores F2 y F4, que declaran no utilizar recursos tecnológicos para enseñar matemática, se observa que ambos se desenvuelven como formadores en instituciones educativas en las que otros docentes sí logran incorporar recursos tecnológicos variados. Esto lleva a conjeturar que los obstáculos que dificultan la incorporación de estos recursos, no se limitan a las dificultades de acceso a los mismos y que los motivos son más profundos y complejos. El formador F2 manifiesta su necesidad de formación en el uso de recursos digitales y la falta de tiempo para buscar aplicaciones que le resulten útiles para sus cursos. Si se tiene en cuenta que la incorporación de un nuevo recurso demanda del docente cierto tiempo de exploración, análisis y planificación, es factible que el factor dedicación incida en esta problemática y que el escaso conocimiento y la falta de tiempo para explorar qué recursos podrían adaptarse a cada uno de los cursos, dificulten la incorporación de nuevos materiales y recursos digitales.

Otro aspecto que eventualmente podría considerarse relevante es la edad de los formadores, por lo que corresponde aclarar que la diferencia de edades entre los dos docentes que declaran no utilizar recursos tecnológicos es de 20 años aproximadamente, razón por la que se observa que la edad no es un factor común en estos dos casos. Un hecho que se considera relevante es que ambos formadores sí logran reconocer un conjunto de ventajas generales asociadas al uso de recursos tecnológicos vinculados a otras asignaturas que no son las que actualmente dictan, pero no queda en evidencia, a partir de la entrevista, que ellos identifiquen aportes de la tecnología para mejorar el aprendizaje en las asignaturas que tienen a su cargo.

Recursos tecnológicos utilizados, asignaturas y temáticas

En relación con los recursos que declaran utilizar los formadores, sobresale el software de geometría dinámica GeoGebra. Este software, de uso libre, es empleado en su versión portátil para computadora, no solo por los formadores, sino también por algunos estudiantes que traen sus propias computadoras. Sin embargo, la versión más utilizada es la versión para celulares, preferida entre las otras opciones por la posibilidad de que cada estudiante pueda trabajarla en su propio dispositivo. Otros recursos utilizados por los formadores son: PowerPoint, Winplot, Probability Distribution, Poly Pro, Excel, Plataforma Moodle, buscadores de internet, Prezi y WhatsApp.

Con respecto a las asignaturas en las que los formadores declaran que los recursos tecnológicos resultan útiles, se destacan Geometría, Análisis I y Estadística. La mayor parte de los formadores señala que el uso de recursos está muy vinculado a la asignatura en cuestión, a la temática a abordar y a los objetivos trazados por el docente.

En relación a las temáticas en las que los recursos digitales se consideran valiosos, sobresalen los siguientes temas: funciones, sucesiones, límites, distribuciones estadísticas y en el abordaje de la geometría en general.

Con respecto a los usos específicos de recursos tecnológicos en las distintas asignaturas, se presentan en los siguientes tres párrafos ejemplos concretos que permiten identificar algunas temáticas puntuales de cierto curso y posibles abordajes a través del uso de recursos tecnológicos.

En la asignatura Análisis I, el formador F10 utiliza GeoGebra para introducir el tema par de sucesiones monótonas convergentes. Solicita a los estudiantes que a partir del gráfico de las funciones asociadas, identifiquen si un par de sucesiones dadas es un par de sucesiones monótonas convergentes. En este mismo sentido el formador F6 coincide en reconocer lo valioso que resulta este software para resolver problemas de máximos y mínimos, y mejorar la visualización.

Con relación a la asignatura Geometría, todos los participantes que tienen a su cargo esta asignatura indican la utilidad del software GeoGebra para explorar, conjeturar y validar. El formador F7 indica que inicialmente pide que los estudiantes resuelvan cierta tarea en GeoGebra, y a medida que el curso avanza, les brinda libertad de optar por utilizar este recurso, poniendo a disposición de los estudiantes algunas computadoras portátiles de la institución. Señala que los estudiantes van incorporando estos dispositivos a medida que las necesitan, fundamentalmente para verificar, conjeturar o como apoyo si no logran resolver el problema con lápiz y papel. Indica que cada vez se utiliza más GeoGebra desde los celulares, lo que hace aún más integrado el trabajo de la *geometría del lápiz y papel* con la *geometría dinámica*.

En relación con la asignatura Probabilidad y Estadística, el formador F8 declara utilizar Probability Distribution para calcular los valores de la distribución normal. De esta forma, logra realizar un trabajo más ágil y proponer problemas más complejos, pues ya no dependen de los cálculos. El formador F3, en cambio, señala que utiliza planillas Excel para mostrar a los alumnos cómo procesar los datos, permitiendo trabajar con una gran cantidad de información.

Como ya se expuso al considerar los casos de los formadores F7 y F10, estos docentes manifiestan que los recursos tecnológicos utilizados dependen de la asignatura en cuestión, de la temática particular que se busque trabajar y de los objetivos del docente.

Análisis de los usos puntuales según la categorización de Hughes

Este estudio evidenció la utilidad de la categorización de Hughes (2005) para clasificar un conjunto amplio de usos puntuales de los recursos tecnológicos y contribuyó a identificar los propósitos que guían a los formadores de profesores de matemática a incluir estos recursos. En los siguientes párrafos se procede a desarrollar, para cada una de las tres categorías propuestas por Hughes, una descripción de los usos evidenciados y los propósitos del formador que los sustentan.

Los usos de los recursos digitales que son asociados a la categoría *reemplazo* son resumidos en la Tabla 1. En ella se detalla cada uso de un recurso tecnológico asociado a esta categoría y se aporta una evidencia extraída del discurso de uno de los formadores que conformaron la población de este estudio.

<i>Uso</i>	<i>Evidencia</i>
Uso de presentaciones (PowerPoint, Prezi) para exponer ideas.	F1: Para mí es muy importante tener una pantalla grande con el proyector y al costadito o en la misma línea visual del estudiante, el pizarrón, porque así tú tenés los conceptos que explicás en el pizarrón y aplicás con ejercicios.
Uso de plataformas como repositorio de materiales en sustitución de libros o fotocopias.	F5: Les traigo a los estudiantes mi propia plataforma (Moodle) para distribuir ciertos contenidos.
Uso de recursos tecnológicos variados para acompañar el mundo tecnológico.	F6: Hay que variar los recursos... incorporarlo es necesario en el siglo XXI, el tema es ver cómo uno lo implementa.

Tabla 1: Usos evidenciados correspondientes a la categoría *reemplazo* según Hughes (2005)

Cinco de los once formadores participantes utilizan presentaciones (PowerPoint, Prezi) y plataformas para alojar materiales, reemplazando recursos no digitales por otros que sí lo son. Como se expone en la Tabla 1, estos recursos son incorporados con el propósito de facilitar la presentación de ideas (definiciones, representaciones de objetos matemáticos, texto en general), compartir y difundir materiales en un sentido unidireccional o simplemente como una forma de acompañar el mundo tecnológico. En todas estas situaciones existe una sustitución de un recurso por otro, pero no una ampliación de los aprendizajes; esto lleva a vincular estos usos con la categoría *reemplazo* de la categorización propuesta por Hughes (2005).

Por otra parte, la tecnología es vista por nueve de los once formadores como una forma de mejorar y hacer más efectivo el proceso de aprendizaje. En la Tabla 2 se detallan los usos evidenciados de los recursos digitales asociados a la categoría *amplificador*, según la categorización propuesta por Hughes (2005),

acompañando cada uno de estos usos con evidencias extraídas del discurso de los formadores participantes.

<i>Uso</i>	<i>Evidencia</i>
Uso de WhatsApp y foros como extensión del tiempo de aula.	F3: Bueno, los grupos de WhatsApp... en cada clase uno utiliza o pasa algo de materiales, o recibe dudas. En la semana uno recibe dos o tres consultas por semana y hay comunicación todas las semanas.
Uso de calculadoras y software con ventanas de cálculo algebraico computacional (CAS) o ventanas gráficas para ahorrar tiempo y agilizar la realización de procedimientos rutinarios.	F3: Por ejemplo, en cálculo de integrales impropias o del cálculo de intervalos de confianza... la tecnología nos permite saber el resultado en seguida.
Uso de foros y plataformas ludificadas para aumentar la motivación del estudiante	F1: Estoy tratando de ver cómo hacer pequeñas evaluaciones, cómo encarar eso para que sea, de alguna manera, motivante.
Uso de GeoGebra para mejorar la precisión y prolijidad de las construcciones geométricas y la representación de funciones.	F9: Facilita la precisión, por ejemplo, en cuanto a que si uno hiciera una figura en lápiz y papel.
Uso de GeoGebra para visualizar e interconectar nuevas dimensiones de los objetos matemáticos y promover la construcción de imágenes mentales más ricas y completas.	F10: Yo creo que siguiendo las ideas de algunos autores que trabajan en didáctica de la matemática y utilizan distintos registros de representación y eso, trabajar con distintos registros y pasar de un registro a otro creen que son aspectos fundamentales, que colaboran en la construcción del conocimiento.
Uso de GeoGebra para hacer matemática.	F9: Todo lo que es geometría dinámica... permite hacer matemática, conjeturar y descubrir cosas, saber qué puede estar ocurriendo sobre una figura.

Tabla 2: Usos evidenciados correspondientes a la categoría *amplificador* según Hughes (2005)

Se observa que los formadores dirigen el uso de recursos digitales principalmente hacia la mejora de los aprendizajes de los estudiantes y, en menor medida, hacia una mejora de los procesos de enseñanza. En el primer

caso los propósitos se orientan a: mejorar la visualización de propiedades; facilitar la exploración, elaboración y validación de conjeturas promoviendo que el estudiante *haga matemática*; profundizar la construcción de conceptos matemáticos; interconectar diferentes registros de representación y aumentar la motivación del estudiante. Por otra parte, los usos vinculados a mejorar las tareas de enseñanza se dirigen a: incrementar las vías de comunicación (con y entre estudiantes); expandir el tiempo de aula; obtener retroalimentación de forma instantánea; facilitar y agilizar cálculos; elaborar gráficos y obtener construcciones más prolijas y precisas. En estos casos se destaca el potencial de los recursos digitales para realizar tareas con mayor eficiencia y eficacia.

Algunos de los recursos digitales utilizados por los formadores son los siguientes: WhatsApp y foros para extender el tiempo de aula; calculadoras para agilizar los cálculos; software con ventanas de cálculo algebraico computacional (CAS) y ventanas gráficas para ahorrar tiempo en la realización de procesos rutinarios; plataformas ludificadas para motivar al estudiante. También utilizan software de geometría dinámica o graficadores (GeoGebra, Winplot, entre otros) con múltiples propósitos: mejorar la prolijidad, incrementar la precisión, facilitar la experimentación, elaborar y validar conjeturas, mejorar la conceptualización y la visualización de las distintas representaciones o probar propiedades de un objeto matemático. La facilidad para obtener múltiples representaciones de un mismo objeto matemático es valorada por los formadores pues permite revelar nuevas dimensiones de los objetos e interconectar sus propiedades.

Finalmente, ocho de los once formadores aprecian también el potencial *transformador* de la tecnología en las prácticas educativas. En la siguiente tabla se detallan usos de recursos tecnológicos asociados a la categoría *transformador* y se aportan evidencias de estos usos extraídas del discurso de los formadores participantes.

<i>Uso</i>	<i>Evidencia</i>
Uso de GeoGebra para renovar el currículo permitiendo profundizar en aspectos menos instrumentales.	F7: Lo que es geometría dinámica permite poner el foco en otras cosas que no son la memorización y el etiquetado de objetos, sino que bueno, permite hacer matemática, conjeturar y descubrir cosas, saber qué puede estar ocurriendo sobre una figura y a partir de eso ver la necesidad de demostrar, no para convencerme sino para explicar lo que está ocurriendo ahí.
Uso de Internet para desarrollar nuevas habilidades.	F9: El buscar información desde internet, eso también. Frente a determinado autor matemático o definición, ponele, definición de polígono, a ver... ¿qué dice internet? En vez de ir a los libros que eso implica ir a la biblioteca, ver si eso tiene sentido o no. A veces lo que pasa es que tiene más de un sentido, de que se puede interpretar de más de una manera o hay diversidad de definiciones y otros casos son definiciones que para mi gusto están mal digamos, ¿no? Son condiciones necesarias, pero no suficientes.
Uso de GeoGebra para renovar el currículo permitiendo abordar nuevos problemas.	F9: Me parece que hay cosas, por ejemplo áreas que uno difícilmente podría medir, cosa que en el GeoGebra en un ratito lo haces.
Uso de recursos tecnológicos para renovar el currículo enriqueciendo el contenido.	F8: Si ciertos contenidos no tienen sentido, utilicemos el recurso tecnológico y ese tiempo que nos sobra utilicémoslo para hacer ejemplos más variados, para enriquecer el contenido.
Uso de software específico para renovar el rol del estudiante haciéndolo más autónomo.	F11: Entonces el estudiante reconoce más sus errores al usar programas informáticos.
Uso de la tecnología para renovar el currículo incorporando nuevas formas de pensar.	F1: Usan el celular para todo. La forma de pensar con los aparatos es distinta.

Tabla 3: Usos evidenciados correspondientes a la categoría *transformador* según categorización de Hughes (2005)

Se observa que más de la mitad de estos formadores utiliza los recursos tecnológicos (GeoGebra, Probability Distribution, plataformas, etcétera) aprovechando su potencial para transformar el currículo, mientras que una minoría orienta su interés al potencial de estos recursos para transformar el rol del estudiante o el rol del docente. Los usos orientados a una transformación

del currículo se vincularon principalmente con la idea de minimizar el tiempo dedicado a realizar cálculos o procedimientos rutinarios y maximizar el entendimiento de los conceptos involucrados. Otros usos se orientaron a buscar y realizar un análisis crítico de la información, modelizar e interpretar los resultados arrojados por el software, abordar nuevos contenidos y desarrollar habilidades acordes con las necesidades del mundo actual. Asimismo, basándose en el hecho de que el recurso permite manipular fácilmente los objetos matemáticos a través de gráficos, cálculos y representaciones, los formadores recurren a estos recursos para abordar problemas más complejos que difícilmente podrían trabajarse sin ellos. Los usos asociados a una transformación del rol del estudiante se vincularon con la idea de dotarlo de mayor autonomía. Con base en la utilización de recursos tecnológicos que brindan algún tipo de retroalimentación, el estudiante puede acceder a validar o verificar sus propias conjeturas. En relación a la transformación del rol docente, se identificaron cambios vinculados directamente a la transformación del rol del estudiante, puesto que el uso de recursos tecnológicos permite que el docente deje de validar los saberes y se concentre en crear las condiciones para optimizar el aprendizaje.

Por otra parte, este estudio arrojó avances en relación a conocer qué nuevos tipos de prácticas y qué nuevos conocimientos matemáticos podrían emerger como resultado del acceso a un uso efectivo de las tecnologías digitales (Papert, 2006). Evidenció que, en asignaturas como Geometría y Probabilidad y Estadística, el uso de recursos tecnológicos promueve una reformulación del currículo orientándolo hacia aspectos menos instrumentales. Los formadores declaran que estos recursos permiten trabajar más con los conceptos y destinar menos tiempo a aquellos procedimientos rutinarios, abordando problemas más complejos.

Con el propósito de mostrar una visión más general de la situación a nivel del colectivo docente, se presentan y analizan en los siguientes párrafos algunos datos que se consideran relevantes para describir la situación actual de este grupo de formadores en relación a cuál es el uso que hacen de los recursos

digitales para enseñar matemática. En la Tabla 4 se cuantifican los formadores según los usos que hacen de los recursos tecnológicos, categorizados según Hughes (2005). No se consideraron los dos formadores que declararon no utilizar recursos tecnológicos.

	Evidencia algún uso como <i>reemplazo</i>	Evidencia algún uso como <i>amplificador</i>	Evidencia algún uso como <i>transformador</i>
Cantidad de formadores	5	9	8

Tabla 4: Cantidad de formadores que evidencian usos puntuales en cada categoría de las propuestas por Hughes (2005)

Esta tabla permite apreciar que los nueve formadores que utilizan recursos digitales, realizan múltiples usos que son clasificados en más de una categoría. También pone en evidencia que los usos vinculados a la categoría *amplificador* son compartidos por el total de formadores que declaran utilizar tecnología para enseñar matemática, y que la gran mayoría de los docentes también aprecian el potencial de la tecnología como *transformador* de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

En el proceso de análisis de las evidencias recolectadas se plantearon momentos de reflexión y discusión sobre las categorías propuestas en Hughes (2005) y sus posibles interpretaciones. Esto motivó que se revisara nuevamente la literatura existente en busca de conocer cómo otros investigadores han interpretado estas categorías. En esta revisión se encontró que Sandoval et al. (2017) identifican que algunos de los docentes participantes de su estudio, utilizan recursos tecnológicos en múltiples modalidades, usos que globalmente pudieron ser ubicados por ese equipo de investigación en dos de las categorías de las propuestas por Hughes. Estos resultados llevaron a Sandoval et al. a proponer una ampliación a esta categorización en la que se incluyó dos nuevas categorías denominadas *reemplazo–amplificador* y *amplificador–transformador*. En este trabajo se interpreta que la categorización propuesta por Hughes permite identificar usos puntuales de un recurso tecnológico, sin realizar una mirada

global o integradora de todos los usos hechos por un mismo docente. Por otra parte, se entiende que la categorización propuesta en Sandoval et al. (2017) toma en consideración el conjunto de usos que cada docente hace de los recursos tecnológicos y permite realizar una mirada global de estos usos a nivel de cada docente. En el presente trabajo se tomó la categorización de Hughes (2005) para observar los usos puntuales de los recursos tecnológicos y a partir de ellos se confeccionó la Tabla 5 que resume los usos de recursos vinculados a cada formador, identificados en las observaciones de clases y en las entrevistas.

<i>Designación del formador</i>	<i>Categorías según Hughes (2005) vinculadas a los usos declarados u observados</i>
F1	reemplazo, amplificador y transformador
F2	no usa
F3	reemplazo, amplificador y transformador
F4	no usa
F5	amplificador y transformador
F6	reemplazo y amplificador
F7	amplificador y transformador
F8	amplificador y transformador
F9	amplificador y transformador
F10	reemplazo, amplificador y transformador
F11	reemplazo, amplificador y transformador

Tabla 5: Clasificación de los usos puntuales de los recursos tecnológicos en los formadores participantes

Al considerar los resultados desarrollados a partir del análisis de cada uno de los casos, es posible apreciar que cada formador hace múltiples usos de los recursos tecnológicos. Asimismo, al analizar el resumen presentado en la Tabla

5 queda evidente que, globalmente, estos usos pueden vincularse a dos o incluso a las tres categorías propuestas por Hughes (2005). Además, se aprecia que cuatro formadores relatan usos de la tecnología que abarcan las tres categorías propuestas por Hughes: *reemplazo*, *amplificador* y *transformador*. Otros cuatro formadores declaran usos vinculados a las categorías *amplificador* y *transformador*; solo un formador declara usos vinculados a las categorías *reemplazo* y *amplificador*. En este sentido, al analizar en nuestro trabajo todos los usos vinculados a un mismo formador, y contrastarlo con el trabajo realizado por Sandoval et al. (2017), sobresalen algunas diferencias:

1. Ninguno de los formadores participantes de este estudio concentró todos los usos en una sola categoría, contrariamente a lo identificado por Sandoval et al., que reportan casos de docentes que concentran todos sus usos bajo una misma categoría.
2. En el presente estudio hay formadores que usan o declaran utilizar la tecnología en modalidades tales que se corresponden con las tres categorías propuestas por Hughes, mientras que en el trabajo presentado por Sandoval et al. no se presenta esta situación.

En relación al primer punto cabe agregar que ninguno de los formadores participantes se limitó a incorporar recursos tecnológicos sin que existiera una ampliación o mejora en sus prácticas pedagógicas. En relación al segundo punto se aprecia que la categorización propuesta por Sandoval et al. (2007) no contempla el caso de docentes que manifiesten usos vinculados a las tres categorías: *reemplazo–amplificador–transformador*; en este sentido este modelo mostraría cierta insuficiencia para interpretar la evidencia que surge de nuestro estudio y requeriría de una ampliación de esta categorización con una nueva categoría denominada *reemplazo–amplificador–transformador*, para categorizar a los docentes que manifiestan usos puntuales vinculados a cada una de estas tres categorías que propone Hughes (2005).

La inexistencia de formadores que se limiten a reemplazar recursos no tecnológicos por otros que involucran tecnología, sin que esta incorporación aporte alguna ampliación en los aprendizajes, sugiere que existe entre los

formadores participantes cierta conciencia sobre las potencialidades de los recursos tecnológicos. Se interpreta que esto lleva a los formadores a realizar un aprovechamiento de estos recursos que trae al menos ciertos beneficios, es decir, que han superado, de alguna manera, un primer nivel de aprovechamiento de los recursos y han avanzado hacia un segundo nivel. Esta observación motivó la consideración de que las categorías propuestas por Hughes (2005) pueden servir como base para elaborar una caracterización del aprovechamiento de los recursos tecnológicos que logra realizar un formador, y llevó a proponer un nuevo modelo para capturar este aprovechamiento. Se interpreta que, si bien frente a un uso concreto de un recurso digital, dicho uso puede categorizarse según Hughes, esta categorización no es aplicable a la hora de clasificar la capacidad que ha desarrollado un formador para utilizar recursos tecnológicos. Se considera que la categorización que se describe en el siguiente apartado, proporciona un modelo que permite acercarse a la comprensión de cómo un formador desarrolla sus capacidades para aprovechar el potencial de estos recursos.

Categorización según el aprovechamiento de los recursos digitales

Teniendo en cuenta los casos de los formadores F2 y F4 que declaran no utilizar recursos tecnológicos para enseñar matemática, se considera una categoría de aprovechamiento nulo de estos recursos, caracterizada por aquellos docentes que no han logrado incorporarlos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Si bien ninguno de los formadores se limitó a utilizar la tecnología como *reemplazo* sin que existiera una amplificación de los logros en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, los reportes presentados por Sandoval et al. (2017) hacen pensar que sería plausible que un docente realice una sustitución o reemplazo de algunos recursos no tecnológicos por otros tecnológicos, sin que estos proporcionen ninguna ventaja sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se considera que esta situación configura un primer nivel de aprovechamiento de los recursos tecnológicos y constituye otra categoría que

denominamos *usa para reemplazar*. Esta estará conformada por aquellos docentes que solo logran incorporar la tecnología como *reemplazo* según la categorización propuesta por Hughes (2005), sin que esta incorporación aporte beneficios cualitativos ni cuantitativos en los aprendizajes. Los docentes que se ubiquen en esta categoría utilizarán la tecnología solo como sustituta de otros recursos o materiales, y no habrán desarrollado aún la capacidad de ponerla en uso para amplificar los aprendizajes o modificar las prácticas tradicionales de enseñanza. Se considera que esta categoría constituye un primer nivel de aprovechamiento de los recursos tecnológicos, un primer escalón en la incorporación de estos recursos y conforma la base en la que se desarrollarán los sucesivos niveles.

Por otra parte, el formador F6 utiliza la tecnología en distintos momentos y contextos, bajo las categorías *reemplazo* y *amplificador* en términos de la clasificación propuesta por Hughes (2005). Se interpreta que este formador realiza un mejor aprovechamiento de los recursos tecnológicos que los expuestos para el caso anterior, que va más allá de sustituir un recurso por otro y que constituye otra categoría de aprovechamiento de los recursos tecnológicos. Esta categoría, que denominamos *usa para amplificar*, queda conformada por aquellos formadores que son capaces de proyectar la utilización de la tecnología para proporcionar mejoras de tipo cuantitativo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, pudiendo planificar y llevar a cabo usos de la tecnología como *amplificador* y eventualmente como *reemplazo*. Estos formadores, sin embargo, no han dado evidencias de haber desarrollado aún la capacidad de poner en juego la tecnología en modalidades que puedan considerarse en la categoría *transformador* según la categorización propuesta por Hughes. Este nivel de aprovechamiento de los recursos tecnológicos se entiende que constituye la base en la que se sustenta la siguiente categoría, que se describe a continuación.

Al analizar las evidencias empíricas que surgen de este estudio, se observa que cuatro formadores utilizan recursos tecnológicos en modalidades que se clasifican como *amplificador* y *transformador*, pero no como *reemplazo*. Otros

cuatro formadores evidencian utilizar recursos bajo las tres categorías propuestas por Hughes (2005): *reemplazo*, *amplificador* y *transformador*. Esto motivó un cuestionamiento sobre cuáles podrían ser las diferencias entre estos dos grupos de formadores. Teniendo en cuenta que las preguntas realizadas en la entrevista permitieron que los formadores declararan de forma abierta los usos de los recursos tecnológicos, se considera posible que algunos de los docentes que se vincularon a las categorías *amplificador* y *transformador* también hicieran uso de la tecnología como *reemplazo* y que no hicieran mención de estos usos por no considerarlo valioso o por enfatizar los usos más potentes que ellos realizan de estos recursos. Por lo expuesto, se considera que es determinante el mayor nivel de aprovechamiento alcanzado por el formador y que si hay evidencias de uso de recursos digitales como transformador, no es relevante el hecho de utilizar o no la tecnología como *reemplazo* o *amplificador*. Considerando que los formadores F1, F3, F5, F7, F8, F9, F10 y F11 hacen un uso *transformador* de la tecnología, y que son capaces de utilizar recursos tecnológicos para proporcionar una transformación cualitativa sobre las prácticas tradicionales de enseñanza, se entiende que estos formadores integrarán una misma categoría que denominamos *usa para transformar*.

Si bien Hughes (2005) propone una categorización de los usos de los recursos tecnológicos, con categorías disjuntas para clasificar usos puntuales, el presente trabajo llevó a apreciar que existe una secuencialidad en el proceso de aprovechamiento de los recursos tecnológicos a nivel global de cada formador. Cuando en este trabajo se hace referencia al uso de los recursos tecnológicos a nivel global, se considera el universo de los diferentes usos que ha incorporado el docente a su práctica. Por otra parte, cuando se hace referencia al uso de los recursos tecnológicos a nivel puntual se considera un uso específico en el aula en un momento dado. Cada uso puntual puede ser clasificado con la categorización propuesta por Hughes (2005), mientras que la categorización de Sandoval et al. (2017) permite clasificar los usos globales que ha desarrollado un docente hasta el momento considerado. En relación a los usos globales desarrollados por un docente, se aprecia que difícilmente pueda desarrollar

usos puntuales de la tecnología vinculados a la categoría *transformador*, sin que también tenga la capacidad de hacer usos vinculados a las categorías *reemplazo* y *amplificador*. Se considera que, para lograr un uso *transformador*, ineludiblemente el docente debe previamente haber reemplazado alguna práctica no mediada por tecnología, por otra práctica que incorpora el uso de un recurso tecnológico. Además, debe haber apreciado ventajas en este cambio, ventajas que eventualmente lo llevaron a valorar el uso de recursos digitales por su potencial transformador de las prácticas tradicionales. Esto lleva a considerar que el aprovechamiento de los recursos tecnológicos por parte de un formador a nivel global, puede ser capturado por cuatro categorías que conforman niveles sucesivos de aprovechamiento de los recursos. Esta idea es representada en la siguiente imagen (Imagen 1).

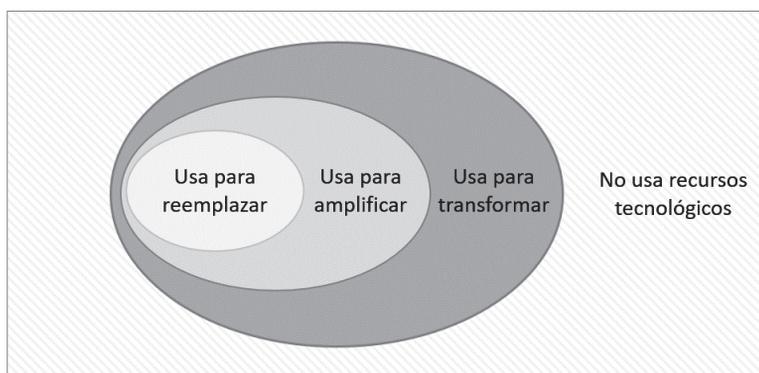


Imagen 1: Niveles de aprovechamiento de los recursos tecnológicos por parte de un formador

Se considera que cada categoría del modelo desarrollado en los párrafos anteriores se corresponde con una etapa de evolución en el desarrollo de la habilidad digital del docente. Se aprecia que un primer nivel de aprovechamiento de los recursos tecnológicos, está conformado por aquellos formadores que los *usan para reemplazar*. Un segundo nivel agrupa a los formadores que incorporan los recursos digitales con un objetivo claro de una mejora en algún aspecto concreto, es decir, que usan *para amplificar*. Un tercer nivel de aprovechamiento de los recursos digitales se logra finalmente cuando el formador *usa para transformar*.

Posiblemente, a través de la propia práctica mediada por tecnología, el formador podrá experimentar con estos recursos y apreciar las ventajas que aportan en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. La tecnología habilita cambios cuantitativos y cualitativos que permiten no solo ampliar, sino también transformar de forma positiva los contenidos del currículo, el rol que desempeñan los estudiantes o el rol del docente. Se aprecia que cada formador, a través de usos concretos de los recursos digitales, podría reflexionar sobre las ventajas proporcionadas por la incorporación de estos recursos y paulatinamente avanzar hacia los niveles más altos de aprovechamiento.

Nueva categoría específica de los formadores

En este trabajo también fue posible identificar un uso puntual de los recursos tecnológicos que no pudo ser categorizado con la clasificación propuesta por Hughes (2005). Dos formadores deciden utilizar estos recursos con el propósito de brindar a los futuros profesores de matemática, experiencias en el uso de recursos digitales para aprender y enseñar, basados en el hecho de que los estudiantes que se están formando para ser profesores, deberán incluir estos recursos en sus futuras prácticas pedagógicas.

Luego del análisis de las entrevistas y de las observaciones de aula, se identificó que los formadores F5 y F6 incorporan recursos tecnológicos con el propósito específico de enseñar su uso conjuntamente con la enseñanza de la matemática. Consideran positivo o necesario ofrecer a los futuros profesores, la oportunidad de aprender matemática a través de recursos digitales, para que ellos desarrollen la capacidad de incorporarlos en sus futuras prácticas de enseñanza. Esto los lleva a incluir recursos digitales en sus propias prácticas, brindando así al estudiante de profesorado la posibilidad de vivenciar experiencias en el uso de estos recursos para aprender y enseñar matemática. Teniendo en cuenta que las recomendaciones actuales que emanan de la investigación en educación matemática van dirigidas en este sentido, se considera que posiblemente estos formadores siguen estos lineamientos. Se observa que estos formadores deciden hacerse cargo de enseñar y promover el

uso de recursos digitales, conjuntamente con la enseñanza de la disciplina. Esta mirada del formador abre la posibilidad de que el estudiante experimente el aprendizaje de la disciplina, a través de recursos tecnológicos, y que esto facilitará que incorpore estos recursos en sus futuras prácticas profesionales.

Considerando que el uso anteriormente descrito de los recursos tecnológicos, está impulsado por una visión didáctica o *profesional* que busca favorecer la integración de estos recursos por parte de los futuros profesores, se interpreta que este uso no queda contemplado por la categorización de Hughes (2005). La clasificación propuesta por Hughes observa usos de recursos tecnológicos dirigidos a la enseñanza y al aprendizaje disciplinares. Este uso claramente excede el abordaje de contenidos disciplinares, y se dirige a promover una formación tecnológica orientada a la disciplina y al futuro profesional del estudiante que se está formando.

Se entiende que este uso corresponde a una nueva categoría que denominaremos uso *profesional*, que complementa o amplía la categorización propuesta por Hughes (2005). Esta categoría se enfoca en el futuro del profesional en formación y está dirigida específicamente para los formadores. Se aprecia que puede contribuir a analizar los usos de los recursos tecnológicos en cualquier contexto de formación profesional, y que no se limita a la formación de docentes. Este uso se caracteriza como aquel orientado a conjugar la enseñanza de la disciplina, con la enseñanza de los recursos digitales que resultarán útiles a los estudiantes en su futuro profesional.

La categoría *profesional*, al igual que las categorías *reemplazo*, *amplificador* y *transformador* propuestas por Hughes (2005), caracteriza un uso puntual de un recurso por parte de un formador y, por tanto, permite analizar el uso de un recurso específico en un momento y contexto particular. Por otra parte, al igual que fueron observados globalmente los usos caracterizados por Hughes, se considera que este uso también admite un análisis desde una mirada global de todos los usos que ha desarrollado un docente a lo largo de su historia personal con los recursos digitales. Este análisis se realiza en el siguiente párrafo.

Desde esta mirada global, que busca caracterizar al formador que incorpora la tecnología desde un uso *profesional*, se propone una nueva categoría de uso global denominada *usa para profesionalizar*. Esta categoría agrupa a aquellos formadores que han desarrollado la necesidad o el interés de incorporar la tecnología en su práctica para promover en el estudiante el uso de recursos digitales en proyección a su futuro desempeño profesional.

Consideramos que la categoría *usa para profesionalizar* no es disjunta con las otras tres categorías de usos globales de la tecnología (*usa para reemplazar*, *para amplificar* o *para transformar*). En este estudio se constató que el formador F5 evidencia usos puntuales de la tecnología como *amplificador* y *transformador*, por lo que, desde una mirada global del uso de estos recursos, se interpreta que *usa para transformar*. Por otra parte, este formador también evidencia usos desde una visión *profesional*, y manifiesta preocupación por incorporar estos recursos para desarrollar su uso por parte del futuro profesor de matemática, es decir, *usa para profesionalizar*. Por lo expuesto, se observa que este formador conjuga dos usos globales, el *uso para profesionalizar*, con el *uso para transformar*.

Un análisis similar al realizado anteriormente, permite observar que el formador F6 evidencia usos puntuales de la tecnología como *reemplazo* y *amplificador*, lo que lleva a interpretar que desde una mirada global este formador *usa para amplificar*. Al considerar que este formador también evidencia haber desarrollado la preocupación de utilizar la tecnología *para profesionalizar*, se observa que en este caso se conjugan el *uso para profesionalizar* con el *uso para amplificar*.

Los casos analizados en los párrafos anteriores permiten apreciar que el *uso para profesionalizar* se solapa con al menos dos de los usos globales de la tecnología que hemos propuesto. Si bien en este trabajo no podemos constatar que el *uso para profesionalizar* se conjugó con el *uso para reemplazar*, es de esperar que estos dos usos globales eventualmente puedan evidenciarse simultáneamente.

En la Imagen 2 se complementa el diagrama presentado en la Imagen 1, incorporando la categoría *usa para profesionalizar* y su vínculo con los niveles de aprovechamiento presentados anteriormente.

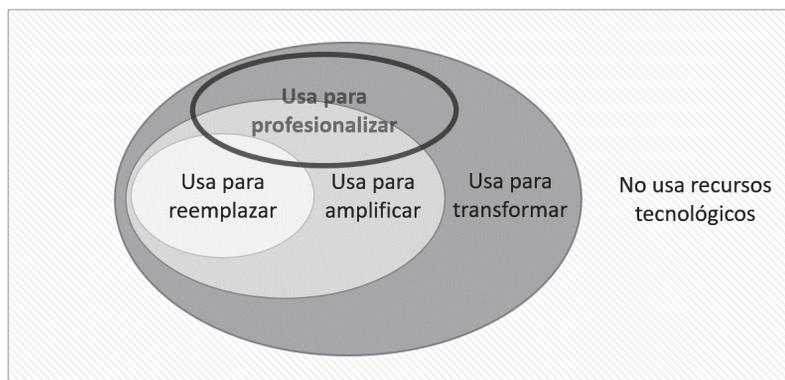


Imagen 2: Niveles de aprovechamiento de los recursos tecnológicos por parte de un formador de futuros profesionales

Cabe acotar que el *uso para profesionalizar*, identificado en dos de los formadores participantes, está en concordancia con las recomendaciones que emanan de la investigación en educación matemática. Una reflexión a posteriori lleva a preguntarse si los formadores que no evidenciaron este uso, pudieron incorporar recursos tecnológicos con el propósito de profesionalizar, sin que quedara evidencia de este hecho. Este hallazgo también despierta cierta inquietud por conocer cuáles son los factores que más incidieron en construir esta mirada y qué razones los llevaron a tener en cuenta la capacitación de sus estudiantes en el uso específico de recursos tecnológicos vinculados a los contenidos del programa a abordar. Conocer las vías que promueven esta visión *profesional* en los formadores, permitirá impulsar nuevas líneas de investigación en el desarrollo profesional y mejorar la formación inicial y continua de maestros y profesores.

Coherencia entre el discurso y la práctica

Teniendo en cuenta el marco teórico adoptado por este estudio (Hughes, 2005), al analizar los casos de los formadores que abrieron sus puertas para que las investigadoras observaran una clase con incorporación de recursos

tecnológicos (formadores F5, F8, F10 y F11) fue posible apreciar que los cuatro formadores, desde su discurso, manifestaron hacer usos de los recursos digitales que se clasifican en la categoría *transformador*. Sin embargo, solo en dos de las clases observadas fue posible identificar un uso *transformador* de estos recursos. Los otros dos formadores se limitaron a utilizar la tecnología como *reemplazo* o como *amplificador* en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

En una de las clases observadas, la incorporación de recursos tecnológicos modificó una práctica docente coherente con las recomendaciones actuales en educación matemática que no incluía recursos tecnológicos, en una práctica tradicional con inclusión de recursos digitales. En otro de los casos estudiados, la inmediatez característica de la tecnología, limitó las posibilidades de que los estudiantes elaboraran, organizaran y confrontaran sus propias ideas, potenciando, al igual que en la situación descrita anteriormente, una práctica tradicional de enseñanza.

En síntesis, a partir de las cuatro clases observadas, es posible apreciar que el aprovechamiento de los recursos tecnológicos desde el discurso de los formadores es mayor que su aprovechamiento desde las prácticas observadas. Si bien es cierto que la cantidad de clases observadas fue muy limitada, esta tendencia es coherente con la situación reportada por algunos investigadores (Artigue, 2004; Téliz, 2015; entre otros), quienes aprecian cierta inconsistencia entre el discurso de los docentes y sus prácticas, al incluir tecnología.

Capítulo 6

Conclusiones

Este estudio evidencia que los propósitos que guían a los formadores a considerar la inclusión de recursos tecnológicos para enseñar matemática son variados. Se aprecia que predomina el interés de incluirlos con el objetivo de facilitar o agilizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes o las tareas de enseñanza. Más de la mitad de los formadores manifiestan que los objetivos de integrar recursos tecnológicos en sus clases son: visualizar o mostrar propiedades, verificar conjeturas, representar y calcular. Además, los formadores mencionan que los recursos digitales también son incorporados para compartir materiales, evaluar, buscar, analizar e interpretar información, explorar e investigar, conceptualizar, comunicarse, motivar, redirigir el aprendizaje, acompañar el mundo tecnológico, promover la autonomía del estudiante y modelar situaciones. Algunos formadores también incorporan recursos digitales con el propósito de enseñar el uso profesional de estos recursos, con vistas a una futura incorporación por parte de los estudiantes de profesorado.

Respecto a los recursos que declaran utilizar los formadores, se destaca el software de geometría dinámica GeoGebra, utilizándolo no solo en la versión para computadora, sino también en la aplicación para celulares. Otros recursos señalados son: PowerPoint, Winplot, Probability Distribution, Poly Pro, Excel, Plataforma Moodle, buscadores de internet, Prezi y WhatsApp. Este estudio permitió apreciar que la incorporación de un recurso tecnológico potente como el GeoGebra, no necesariamente promueve el desarrollo de prácticas pedagógicas alineadas con las recomendaciones actuales en educación matemática.

Se apreció que la inclusión de un recurso tecnológico puede renovar las prácticas de aula, pero también puede provocar mayor rigidez en las prácticas

pedagógicas. Se observó que la incorporación de un recurso tecnológico puede también acercar la práctica docente hacia el modelo pedagógico tradicional.

Con relación a los aspectos que los formadores aprecian como negativos del uso de tecnología en la enseñanza, sobresale en el discurso la importancia de contar con una infraestructura adecuada en los salones. Los formadores plantean que, para lograr una integración cotidiana, es necesario disponer de salones con proyector o pantalla y que la institución cuente con computadoras para los estudiantes. También señalan que, aunque la conectividad ha mejorado en los últimos tiempos, aún existen inconvenientes en este sentido y manifiestan la necesidad de que en el salón de clases exista una infraestructura adecuada que facilite el uso de recursos tecnológicos.

Por otra parte, las categorías propuestas por Hughes (2005) resultaron útiles para visibilizar los usos declarados y evidenciados de los recursos tecnológicos por parte de los formadores de profesores de matemática. Esta categorización permitió observar que todos los formadores identifican el potencial *amplificador* de los recursos tecnológicos en la enseñanza. Ocho de los once formadores entrevistados también vinculan el uso de recursos tecnológicos con su potencial *transformador*; la mayor parte de estos formadores aprecian su potencial para incentivar una renovación del currículo y solo algunos aprecian su potencial para renovar los roles tradicionales del estudiante y del docente.

Este trabajo también evidenció que dos formadores incorporan el uso de los recursos tecnológicos con el propósito de ofrecer a los estudiantes la posibilidad de vivenciar su uso para aprender matemática, considerando que estos estudiantes deberán incorporarlos en su futuro rol docente. Este uso, que no queda contemplado por la categorización de Hughes (2005), se considera que constituye un nuevo uso de los recursos digitales y está orientado a promover la formación tecnológica–disciplinar de los futuros profesores. Este uso orientado a profesionalizar y que se ha optado por denominar uso *profesional*, complementa la categorización de Hughes con una nueva categoría que se considera específica para los formadores.

Las evidencias recolectadas a lo largo de este trabajo permiten afirmar que la categorización propuesta por Hughes (2005) es valiosa para identificar y clasificar los usos puntuales de los recursos tecnológicos, realizados por un formador en un momento específico. Al considerar los usos globales de un formador a lo largo de su historia personal, la categorización de Hughes sirvió como base para elaborar una nueva categorización de los niveles sucesivos de aprovechamiento de los recursos tecnológicos. Esta categorización que emerge como resultado de este estudio, propone cuatro categorías. Las tres primeras categorías permiten analizar el aprovechamiento de los recursos tecnológicos que realiza cualquier docente, sin que se requiera la condición de ser formador de profesores. La última se estima pertinente para analizar el aprovechamiento de los recursos tecnológicos que realiza un formador. A continuación, se caracteriza cada una de ellas:

Usa para reemplazar. El formador se limita a utilizar recursos tecnológicos como *reemplazo* según la categorización de Hughes (2005), y no ha desarrollado la capacidad de utilizarlos como *amplificador* o *transformador* de las prácticas educativas. Se considera que esta categoría constituye un nivel inicial de aprovechamiento de los recursos tecnológicos.

Usa para amplificar. El formador se limita a utilizar recursos tecnológicos como *amplificador* según la categorización de Hughes (2005), pudiendo utilizarlos eventualmente también como *reemplazo*. Se considera que esta categoría constituye un segundo nivel de aprovechamiento de los recursos tecnológicos, en tanto logra aprovechar el potencial de la tecnología para mejorar cuantitativamente los procesos de enseñanza y de aprendizaje, ampliándose el aprovechamiento del recurso respecto a la categoría anteriormente descrita.

Usa para transformar. El formador es capaz de utilizar recursos tecnológicos como *transformador* según la categorización de Hughes (2005), pudiendo utilizarlos eventualmente también como *reemplazo* o *amplificador*. Al igual que lo expuesto en la categoría descrita anteriormente, se considera que esta categoría proporciona un

aprovechamiento más profundo de los recursos tecnológicos que la categoría anterior, en tanto logra aprovechar el potencial de la tecnología para proporcionar mejoras cuantitativas y cualitativas del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Usa para profesionalizar. El formador promueve un uso orientado a conjugar la enseñanza de la disciplina con la enseñanza de los recursos digitales que resultarán útiles a los estudiantes en su futuro profesional.

Puesto que los recursos digitales tienen el potencial de favorecer el aprendizaje de la matemática, y teniendo en cuenta que los profesores tienden a enseñar de la forma en que se les ha enseñado, se considera que es necesario y valioso indagar cómo se ha generado en algunos docentes la preocupación por incorporar recursos tecnológicos *para profesionalizar*, y qué aspectos son relevantes para formar esta idea que se aprecia muy positiva entre los formadores de profesores de matemática. Como proyección a futuro se entiende pertinente continuar esta línea de investigación para conocer más acerca de cómo se construye y cómo se promueve este uso entre los formadores.

Referencias bibliográficas

- Arancibia, M., Soto, C. y Contreras, P. (2010). Concepciones del profesor sobre el uso educativo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) asociadas a procesos de enseñanza–aprendizaje en el aula escolar. *Estudios pedagógicos*, 36(1), 23–51. Recuperado de: <<https://bit.ly/3ec126k>>.
- Artigue, M. (2004). Problemas y desafíos en educación matemática: ¿Qué nos ofrece hoy la didáctica de la matemática para afrontarlos? *Educación Matemática*, 16(3), 5–28. Recuperado de: <<https://bit.ly/2ZIFc51>>.
- Barboza, L. y Torres, A. (2010). Valoración del uso de TIC desde la experiencia de los estudiantes de Formación Docente. *Trabajo presentado en el I Foro de Ciencias de la Educación de la Formación Docente*, Montevideo.
- Calvo, G. (2013). La formación docente para la inclusión educativa. *Páginas de Educación*, 6(1), 19–35. Montevideo. Recuperado de: <<https://bit.ly/3fcaFmQ>>.
- Coll, C. y Monereo, C. (Ed.) (2008). *Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid: Ediciones Morata. Recuperado de: <<https://bit.ly/38JgNk5>>.
- Cuban, L. (1988). Constancy and change in schools (1880s to the present). En P. W. Jackson (Ed.), *Contributing to educational change: Perspectives on research and practice* (pp. 85–105). Berkeley, CA: McCutchan.
- Cuevas, F. y García, J. (2013). *Las TIC en la formación docente*. En Asenjo, J., Macías, O., Toscano, J. (Eds). 2015. Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires: OEI, Recuperado de: <<https://bit.ly/31P465x>>.
- Davis, F., Bagozzi, R. y Warshaw, P. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982–1003.

- Drijvers, P. (2013). Digital technology in mathematics education: why it works (or doesn't). *PNA*, 8(1), 1–20. Recuperado de: <<https://bit.ly/3f6mlaA>>.
- Guerrero, L. (2010). La Amiutem ante los retos planteados por el uso de la Tecnología como herramienta de aprendizaje de las Matemáticas. En *V Congreso Iberoamericano de Cabri* (pp. 28–29). Querétaro, México: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Gutiérrez, A., Palacios, A. y Torrego, L. (2010). La formación de los futuros maestros y la integración de las TIC en la educación: anatomía de un desencuentro. Las TIC en la educación obligatoria de la teoría a la política y la práctica n° 352. Gobierno de España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de: <<https://bit.ly/3f7M3eJ>>.
- Heid, M. (1997). The technological revolution and the reform of school mathematics. *American Journal of Education*, 106(1), 5–61.
- Hughes, J. (2005). The Role of Teacher Knowledge and Learning Experiences in Forming Technology-Integrated Pedagogy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 13(2), 277–302.
- Hughes, J., Thomas, R. y Scharber, C. (2006). Assessing technology integration: The RAT–replacement, amplification, and transformation-framework. In *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference* (pp. 1616–1620). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de investigación en psicología*, 9(1), 123–146. Recuperado de: <<https://bit.ly/2ZHWhfn>>.
- Papert, S. (2006). From Math Wars to the New Math. In Plenary Lecture at the 17th ICMI Study Conference, Digital technologies and mathematics teaching and learning: Rethinking the terrain. Hanoi, Vietnam.
- Pea, R. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist*, 20(4), 167–182.
- Pedró, F. (2012). *Tecnología y escuela. Lo que funciona y por qué*. Madrid: Fundación Santillana.

- Porras, L., López, M., Huerta Alva, M. (2010). Integración de TIC al Currículum de Telesecundaria. Incidiendo en procesos del pensamiento desde el enfoque comunicativo funcional de la lengua. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(45), 515–551. Recuperado de: <<https://bit.ly/3iDO9Fd>>.
- Reinking, D. (1997). Me and my hypertext: A multiple digression analysis of technology and literacy (sic). *The Reading Teacher*, 50(8), 626–643.
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, J. (1999) Tradición y enfoques en la investigación cualitativa. *Metodología de la Investigación cualitativa* (pp.62–107). Málaga: Ed. Aljibe.
- Rojano, T. (2014). El futuro de las tecnologías digitales en la educación matemática: prospectiva a 30 años de investigación intensiva en el campo. *Educación Matemática*, 26(Especial), 11–30. Recuperado de: <<http://funes.uniandes.edu.co/13295/>>.
- Rojas, F. y Deulofeu, J. (2015). El formador de profesores de matemática: un análisis de las percepciones de las prácticas instruccionales desde la tensión estudiante - formador. Recuperado de: <<https://bit.ly/31Swgwk>>.
- Salas, F. (2011). *La integración de las TIC en la docencia en la UCR: estudio desde un enfoque sistémico-complejo del personal docente que se certificó en el curso Educar para el futuro, versión universitaria en el período 2003–2006* (Tesis doctoral no publicada). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Salinas, J. (2004). *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 1(1), 1–16.
- Sandoval, I., Climent, N., Lupiáñez, J. y Jiménez, E. y (2017). Concepciones de profesores mexicanos sobre el uso de tecnología digital en la clase de matemáticas en primaria. En *Actas del VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)* (pp. 432–444). Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas: Jaén, España.
- Steegman, C., Pérez-Bonilla, A., Prat, M. y Juan, A. (2016). Math-Elearning@cat: factores claves del uso de las TIC en educación matemática

secundaria. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 19(3), 287–310. Recuperado de: <<https://bit.ly/3iyiOnw>>.

Téliz, F. (2015). Uso didáctico de las TIC en las buenas prácticas de enseñanza de las matemáticas. Estudio de las opiniones y concepciones de docentes de educación secundaria en el departamento de Artigas. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 6(2), 13–31. Recuperado de: <<https://bit.ly/2Cd6Ajk>>.

UNESCO/OREALC (2005). Formación Docente y las Tecnologías de Información y Comunicación. Experiencias de formación docente utilizando tecnologías de información y comunicación. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO). Disponible en: <<https://bit.ly/3iv7Oaq>>.

Autoras

ADRIANA FAJARDO BERARDI es profesora de Matemática egresada del Instituto de Profesores «Artigas». Es profesora efectiva de Matemática en el CES y el CETP. Desde el año 2003 se desempeña como formadora en el CFE, teniendo a su cargo la formación de maestros en el IFD de San José y la formación de profesores en el área de Geometría y Matemática para Física en el Profesorado Semipresencial.

ELENA FREIRE GARD es magíster en Ciencias en Matemática Educativa (CICATA–IPN, México) y magíster en Educación (Universidad Iberoamericana, México). Es especialista en Dificultades Específicas en el Aprendizaje (ANEP–UDELAR) y cursa el doctorado en Matemática Educativa (CICATA–IPN, México). Actualmente se desempeña como profesora de Matemática en el Consejo de Educación Secundaria y como profesora de Didáctica de la Matemática en el Consejo de Formación en Educación.

LETICIA MEDINA UVAL es magíster en Ciencias en Matemática Educativa (CICATA–IPN, México) y diplomada en Matemática mención Enseñanza (ANEP–UDELAR). Es profesora efectiva de Matemática en CES, CETP y CFE. Desde el año 2011 se desempeña como formadora de maestros y profesores en Matemática y en Didáctica de la Matemática. Actualmente tiene a su cargo cursos de Matemática, Geometría y Fundamentos de la Matemática, en el IFD de Maldonado, en el CeRP del Este y en el Profesorado Semipresencial.

CRISTINA OCHOVIET es doctora en Matemática Educativa (CICATA–IPN, México). Se ha desempeñado como profesora de Matemática en la enseñanza media en liceos públicos y privados, como profesora adscriptora, como profesora efectiva de Didáctica en el Consejo de Formación en Educación y como investigadora en el Instituto de Perfeccionamiento y Estudios Superiores. Integra el Sistema Nacional de Investigadores (Nivel I).

La formación inicial de profesores resulta un contexto de particular interés para conocer cómo se incorporan los recursos tecnológicos a la enseñanza de la matemática, pues se vincula directamente con las experiencias que vivencian los futuros profesores.

Este libro reporta una investigación que exploró qué objetivos llevan a un grupo de formadores de profesores a incorporar recursos digitales, qué recursos utilizan y cómo los utilizan.

El lector podrá acercarse a esta temática, conocer experiencias concretas en el uso de recursos tecnológicos orientados a la enseñanza de la matemática, reflexionar sobre los objetivos de incorporarlos, y relacionar estos objetivos con el potencial que algunos trabajos en educación matemática reportan. Por otra parte, este libro también proporciona una mirada al estado actual de la educación matemática uruguaya en la órbita del Consejo de Formación en Educación y abona a la discusión sobre la elaboración de nuevos planes de estudio en la formación de profesores.



9 789974 877986

