

La orquestación y uso de recursos digitales para la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria: un estudio diagnóstico

Homero Enríquez Ramírez ¹ 

Resumen

A casi medio siglo de investigación y desarrollo de tecnología digital (TD) en el campo de la educación matemática, tiempo en el que se ha evidenciado su potencial para la transformación de los procesos de enseñanza y aprendizaje, continúa existiendo un uso limitado y subaprovechamiento de esta tecnología en las escuelas, pues estos avances no han tenido el impacto esperado en la formación de los profesores ni en el currículo escolar. Sin embargo, los docentes, a su manera, han integrado esta tecnología en su práctica. Los resultados de esta investigación, realizada en diez escuelas primarias del estado de Oaxaca, muestran diversas maneras en que los profesores orquestan recursos digitales en su clase de matemáticas, las cuales evidencian usos de la tecnología limitados, como reemplazo y como amplificador, sin llegar al uso de la TD como transformador. Esta situación, que responde principalmente a la falta de formación docente, también se debe al limitado acceso a recursos digitales en las escuelas y a las políticas escolares sobre el uso de la TD del que disponen.

Palabras clave

Orquestación instrumental, uso de la tecnología, recursos digitales, educación primaria, enseñanza de las matemáticas

¹ homerenriquez07@gmail.com

Escuela Normal Experimental de Huajuapán, Oaxaca, México

Ramírez-Enriquez, H. (2025). La orquestación y uso de recursos digitales para la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria: un estudio diagnóstico. En E. L. Juárez Ruiz, & L. A. Hernández Rebolgar (Eds.), *Tendencias en la Educación Matemática 2025* (pp. 251–274). Editorial SOMIDEM.

<https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S3/2025/01-11>

Introducción

Papert (1981), desde la década de los ochentas del siglo pasado, vislumbraba que, a partir de sus investigaciones y los rápidos avances tecnológicos, la integración de las computadoras en las escuelas traería importantes beneficios para la educación matemática. De la misma manera, en el ICMI de 1985 se preveían condiciones para promover el uso de las computadoras en la enseñanza de las matemáticas, ya que el aumento del equipamiento escolar, la presencia más común de las computadoras en la sociedad y la mayor cantidad de software de alta calidad facilitarían su integración pedagógica en las aulas (Abboud-Blanchard, 2016), aunque esto exigía la formación de los profesores, un factor clave (Artigue, 1998). Sin embargo, 25 años después, en el ICMI del año 2010 se reconocía que el uso de la TD en la clase de matemáticas aún era escaso y limitado (Abboud-Blanchard, 2016), situación también reconocida en el congreso ICME-13 de 2016, donde, las investigaciones expuestas dieron cuenta del uso limitado y subexplotación de la TD para la enseñanza de las matemáticas que seguía existiendo en la educación primaria y secundaria (Ball et al., 2018).

En el caso de México, donde se han implementado diversos programas para promover la integración pedagógica de la TD en la educación primaria (Red Escolar, Enciclomedia, Habilidades Digitales para Todos, entre otros), la investigación muestra que también existe un uso limitado de recursos digitales en la clase de matemáticas (Santiago et al., 2013; Trigueros et al., 2014; Enríquez & Sacristán, 2019, 2020), situación que responde en gran medida a la falta de formación de los docentes, pues integrar el uso de recursos digitales en la clase es una tarea compleja que requiere apoyo sostenido.

La complejidad de la integración de TD en la clase de matemáticas

Ante tal problemática, sobre el uso limitado y subexplotación de TD en la enseñanza de las matemáticas, el llamado común de los investigadores es priorizar la formación de los docentes, ya que integrar el uso de recursos digitales en la clase es un proceso conflictivo y problemático (Abboud-Blanchard, 2016). Al respecto, Noss y Hoyles (1996), en su proyecto “The Microworlds Project”, identificaron que, para los docentes de secundaria, debido a sus actitudes y formas de pensar en torno al uso de la TD y a sus prácticas consolidadas, la integración de LOGO en su clase fue un proceso lento y difícil, que los enfrentó a un choque con sus preocupaciones pedagógicas, al tener que abordar las nuevas matemáticas surgidas y verse en la necesidad de repensar su rol, de adaptarlo o modificarlo. De esta manera, Noss y Hoyles (1996) concluyen que, si bien el uso de la computadora en la clase de matemáticas puede ser problemático, también puede servir como un catalizador de las creencias personales, pedagógicas y profesionales de los docentes, dando lugar a innovaciones en su práctica (Noss & Hoyles, 1996).

Por su parte, Artigue (1997), en su investigación sobre la integración del software DERIVE para la enseñanza del álgebra en la educación secundaria, identificó otra problemática que enfrentan los docentes al integrar el uso de recursos digitales en su clase de matemáticas, regular el equilibrio entre las actividades productivas y reflexivas de los estudiantes, pues, es necesario reducir las primeras y promover las segundas, las más valiosas para el aprendizaje. En este sentido, Ruthven et al. (2005) mencionan que otra dificultad a la que se enfrentan los docentes es la de mantener un equilibrio entre el control de la clase y el aprovechamiento de los recursos digitales, ya que, en el afán de controlar lo que hacen los estudiantes y evitar situaciones difíciles, que puedan quedar fuera de su alcance, se puede reducir la dimensión exploratoria de la TD y limitar su potencial para el aprendizaje de las matemáticas. Otra situación conflictiva del uso de los recursos digitales se relaciona con las cuestiones pragmáticas y de tiempo de los docentes (Abboud-Blanchard, 2014), ya esto genera que los utilicen principalmente para practicar habilidades de temas ya estudiados y, cuando se trata de temas nuevos, tienden a simplificar las tareas o ayudar a los estudiantes a controlar y validar sus soluciones, limitando sus oportunidades para enriquecer su trabajo con el uso de la TD.

Laborde (2002) distingue tres las situaciones que obstaculizan el proceso de integración de recursos digitales en la clase de matemáticas: el tiempo que le toma al profesor aceptar que puede haber aprendizaje a partir de tareas que involucren el uso de la computadora; el desarrollo de la habilidad para generar situaciones de aprendizaje basadas en el recurso digital y; por último, la aceptación de cierta pérdida de control sobre los estudiantes respecto a sus actividades de aprendizaje. Al respecto, Abboud-Blanchard (2014) menciona que apropiarse del recurso digital, determinar su potencial y anticipar el tipo de ayuda que dará a los estudiantes, además de cotejar el tiempo contemplado en el plan de clase con el tiempo real de su desarrollo, son los aspectos que dificultan la integración de la TD en su práctica docente.

Como se ha mostrado, integrar el uso de TD en la clase de matemáticas es una tarea compleja y problemática para los docentes, por lo que es necesario y urgente atender su formación, de tal manera que estén en posibilidades de aprovechar el potencial de los recursos digitales, derivado de sus posibilidades para experimentar, visualizar y simular situaciones (Artigue, 2011, citada en Abboud-Blanchard, 2016). Además de la formación docente, es necesario considerar diversos factores que inciden en la integración de esta tecnología en la educación matemática.

Factores que posibilitan u obstaculizan la integración de la TD

Wachira y Keengwe (2011) mencionan que la integración de las tecnologías digitales significa incorporar en la práctica la tecnología apropiada en todos

los aspectos de la enseñanza y del aprendizaje: en los objetivos, en las lecciones y en las evaluaciones. Para que esta integración suceda es necesario que los docentes cuenten con el software matemático apropiado —como applets, softwares dinámicos, calculadoras gráficas, etc.—, que posea posibilidades computacionales, de construcción y de representación visual, de forma tal que ofrezcan contextos más realistas, donde los estudiantes amplíen la calidad de sus investigaciones y adquieran ideas matemáticas que de otra manera resultaría demasiado complejo (Wachira & Keengwe, 2011). Sin embargo, factores como la falta de disponibilidad y confiabilidad en el equipo tecnológico escolar, la ansiedad y desconfianza que genera el utilizar TD en la clase, la falta de conocimiento sobre su manejo y la falta de soporte y liderazgo tecnológico pueden obstaculizar la integración.

Por su parte, Thomas y Palmer (2014) y Virmani y Williamson (2016) distinguen dos tipos de obstáculos para la integración pedagógica de la TD: los extrínsecos, como la accesibilidad a recursos tecnológicos, así como con el apoyo y la formación de los profesores, presiones curriculares y soporte técnico; y los intrínsecos, relacionados con el conocimiento, habilidades, confianza, tiempo, valor y concepciones de los profesores sobre el uso de las tecnologías para la enseñanza.

A partir de lo expuesto se advierten tres cosas: que el mayor acceso a equipo digital en las escuelas, el desarrollo de software de alta calidad y la investigación sobre su potencial para la enseñanza y aprendizaje matemáticas no han tenido el impacto esperado para lograr la integración de esta tecnología en el aula de clases; que integrar el uso de recursos digitales en la clase es un proceso complejo, que requiere la formación docente y su acompañamiento; y que, además de la formación docente, existen factores internos y externos que es necesario considerar para lograr la integración de la TD en la clase de matemáticas.

Derivado de la problemática planteada, se realizó un estudio diagnóstico en escuelas primarias —fase inicial de una investigación de diseño—, con el objetivo de indagar: el acceso de los profesores a TD para su uso en el aula; su formación y percepción sobre el uso de esta tecnología para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; y la manera de emplear los recursos digitales en su clase. Esto con la finalidad de conocer la condiciones materiales y necesidades profesionales de los docentes para la fase de intervención de la investigación. Aquí se presentan algunos resultados de este estudio diagnóstico.

Marco teórico

La orquestación instrumental y usos de la tecnología

La orquestación instrumental (Drijvers et al., 2010) es uno de los referentes teóricos retomados para analizar la manera en que los profesores utilizan los recursos digitales en la clase de matemáticas. Este concepto, acuñado por

Trouche (2004), lo define Drijvers et al. (2010) como “la organización y el uso sistemático e intencional del profesor de los artefactos disponibles en el ambiente de aprendizaje —computarizados en este caso— dada la situación de una tarea matemática, con la intención de guiar la génesis instrumental de los estudiantes” (p. 214). Para comprender cómo los profesores orquestan los recursos digitales, Drijvers et al. (2010) sugiere considerar tres aspectos: *La configuración didáctica*, relacionada con los artefactos existentes y la manera en que están dispuestos en el ambiente de enseñanza; *el modo de explotación*, referido a la planificación del aprovechamiento de la configuración didáctica en el desarrollo de su clase, en particular, el papel que jugarán los recursos tecnológicos en las tareas de aprendizaje previstas; y, por último, el *desempeño didáctico*, concerniente a lo que hace el profesor en el desarrollo de la clase, la forma en que coordina las acciones previstas con los recursos existentes y su desempeño ante situaciones que se le presentan en el desarrollo de tareas, en el manejo de los recursos o en el surgimiento de nuevos objetivos.

Drijvers et al. (2010), a partir de sus investigaciones realizadas en contextos ricos en equipamiento digital, identifican seis maneras en que el profesor orquesta los recursos digitales en su clase:

- *Demostración técnica.* Esta orquestación consiste en la demostración técnica del uso del recurso digital, la cual se presentó en una configuración didáctica rica en tecnología, con facilidad de proyección a todo el alumnado. Esta orquestación se realiza con la intención de explicar la manera de utilizar el recurso digital ante un nuevo problema, o bien para explicar algún tipo de uso dado por uno de los estudiantes.
- *Explica la pantalla.* Esta forma de orquestación consiste en la explicación del contenido por parte del profesor, guiado por lo que ocurre en la pantalla del dispositivo. Esta manera de orquestar el recurso digital se da en un ambiente rico en tecnología, donde el punto de partida es la solución del profesor a cierta tarea, o bien, la solución dada por un estudiante y retomada para la explicación.
- *Vincula pantalla pizarrón.* En esta orquestación, el profesor explica el tema transponiendo lo que sucede en el ambiente digital a un ambiente convencional, es decir, hace una vinculación entre lo digital y lo convencional. La configuración didáctica en que sucedió esta orquestación fue en un ambiente rico en tecnología, donde también existe el pizarrón tradicional, lo que permite que suceda la exposición del profesor para explicar lo realizado por un alumno o a petición del grupo.
- *Discute la pantalla.* Esta estrategia consiste en la discusión grupal de lo que sucede en el ambiente tecnológico, promovida a partir de la solución de un estudiante, de un problema o una aproximación del

profesor, con el fin de favorecer la génesis instrumental colectiva. También esta orquestación se da en ambiente rico en tecnología y con posibilidad de proyección.

- *Identifica y muestra* [Spot and show]. En esta forma de orquestar el recurso digital el profesor escoge, durante la preparación de la clase, el trabajo de uno de sus estudiantes para mostrar al grupo el razonamiento seguido y promover la discusión. Esto sucede en un ambiente rico en tecnología y con acceso a lo que realizan los estudiantes.
- *Sherpa trabajando* [Sherpa at work]. Esta forma de orquestación involucra la ayudantía de un estudiante para explicar su trabajo o hacer lo que el profesor le solicite. Este ayudante puede estar a cargo del manejo de recurso tecnológico del profesor, o bien puede encargarse de explicar al grupo ciertas formas de utilizar el recurso, a partir de lo que el profesor le indique. El ambiente donde se da este tipo de utilización es rico en tecnología.

Otro marco de referencia para analizar el uso de la TD fue el de Hughes (2005), quien clasificó tres formas de utilizarla en la clase:

- Como *reemplazo*, cuando se utiliza la tecnología sin realizar cambios en la manera de enseñar, manteniendo los mismos procesos y metas de aprendizaje. De acuerdo con Sandoval (2017) este uso de la tecnología en la clase de matemáticas implica actividades como *proyectar, explicar, ejemplificar, motivar, dirigir la clase, completar información*.
- Como *amplificador*, cuando es utilizada por el docente para realizar de forma más eficiente y efectiva las tareas de la clase, aunque éstas sigan siendo las mismas. En la clase de matemáticas este uso de la tecnología sucede cuando se emplea para *comprobar un resultado, realizar un cálculo más rápido, ilustrar o simular experimentos* (Sandoval, 2017).
- Como *transformador*, cuando su uso va acompañado de cambios en las prácticas de enseñanza, en las rutinas de aprendizaje y en los roles del profesor y los alumnos. Ejemplo de este uso de la TD en la enseñanza de las matemáticas sucede cuando se utiliza para *explorar, comparar, conjeturar, validar, trabajar en equipo/cooperativo y experimentar* (Sandoval, 2017), promoviendo así la comprensión de los contenidos matemáticos y en desarrollar el pensamiento matemático de los alumnos.

Estos referentes teóricos constituyen la base para analizar la manera en que los docentes utilizan la TD en la clase de matemáticas.

Metodología de estudio

Como ya se mencionó, este estudio corresponde a la fase diagnóstica de una investigación de diseño, cuyos resultados fueron la base para la fase de

intervención, relacionada con el diseño e implementación de un curso para profesores de educación primaria, a fin de favorecer sus conocimientos para la integración de la TD en la clase de matemáticas e indagar este proceso. Para realizar este diagnóstico se accedió a diez escuelas primarias de la región Mixteca de Oaxaca, donde, se realizaron las siguientes acciones:

- *Entrevista* presencial a directores de las diez escuelas primarias (audiograbada), en la que se preguntó acerca del equipamiento digital con el que se contaban en su escuela, las modalidades de equipamiento y la finalidad de su uso. Esta entrevista fue acompañada por *observación directa* del equipo digital existente, para conocer las condiciones en que se hallaba el equipo. El análisis de esta entrevista permitió conocer las condiciones de acceso a TD con que cuentan los docentes, uno de los factores extrínsecos que inciden en la integración de esta tecnología en la clase de matemáticas.
- *Cuestionario* escrito a 67 de los profesores que laboraban en las escuelas primarias a las que se accedió, el cual estaba compuesto por preguntas abiertas y cerradas acerca de; su formación y percepción sobre el uso de la TD para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; y sobre los recursos digitales que emplean en la clase de matemáticas y la manera de utilizarlos. El análisis de esta información permitió conocer dos de los factores que inciden en la integración de la TD: la formación de los profesores (factor extrínseco) y su experiencia y percepción (factor intrínseco).
- Observación de clase (videograbación) a nueve de los 67 profesores que respondieron el cuestionario, clases en las que utilizaron recursos digitales para tratar contenidos matemáticos. Esta observación estuvo acompañada por la aplicación de una entrevista cara a cara, posterior a la clase, en la que se preguntó acerca de los recursos empleados, de las actividades implementadas y de sus fines. La información obtenida con estos instrumentos permitió analizar las orquestaciones y usos de la TD dados por los profesores.

El análisis de los datos recabados se realizó en dos planos. Por una parte, a partir de los datos obtenidos en las entrevistas a directores y el cuestionario a los profesores, se hizo la cuantificación y clasificación del equipamiento digital disponible en las escuelas, las modalidades de este equipamiento digital (Sunkel et al., 2013) la cantidad de docentes con formación sobre uso pedagógico de la TD para la enseñanza de las matemáticas, los tipos de recursos digitales empleados y objetivos de su uso. Por otra parte, se llevó a cabo un análisis cualitativo de la información recabada en las observaciones de clase (videograbaciones) y entrevistas posteriores a los profesores (transcripciones), con la finalidad de indagar las orquestaciones instrumentales (Drijvers et al., 2010) y usos de la tecnología (Hughes, 2005).

Resultados

Resultados

En esta sección se presenta un análisis del contexto digital en las escuelas (el equipamiento, sus condiciones, modalidades de uso), de la formación de los profesores (sobre el uso de la TD para la enseñanza de las matemáticas), del tipo de recursos digitales que suelen emplear y de las orquestaciones y usos atribuidos a estos recursos en la clase.

El equipamiento digital de las escuelas y el acceso a TD

De acuerdo con los datos obtenidos, cada una de las escuelas del estudio presentaba una configuración digital propia (ver Tabla 1), pues, aunque se hallaron computadoras, proyectores y pizarrones electrónicos en las diez escuelas del estudio, así como el servicio de internet en cinco de ellas, existían diferencias en la cantidad de equipo, en sus características, su disposición dentro de la escuela y en las finalidades de su uso, elementos que inciden en su integración pedagógica.

Tabla 1
Configuración digital de las escuelas

		Escuelas urbanas					Escuelas rurales					Total
		EJMM	EVG	EVGF	EJS	EVJ	ECMC	ECS	EMR	EPA	EJRP	
Cantidad de computadoras por modalidad	Laboratorio de informática (aula de medios)	8	NA	24	NA	NA	NA	NA	14	NA	17	63
	TIC en el aula	2	2	2	2	2	7	1	2	2	2	24
	TIC itinerante	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4	NA	3	NA	7
	Total	10	2	26	2	2	7	5	16	5	19	94
Población de alumnos		240	320	360	230	340	100	120	170	90	220	2190
Razón de alumnos por computadora		24:1	160:1	13.8:1	115:1	170:1	14.3:1	24:1	10.6:1	18:1	11.5:1	23.3:1
Proyectores		2	1	3	2	2	6	2	2	3	3	26
Pizarrones electrónicos		2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	16
Internet		Red satelital	No	Red telefónica y Red de banda ancha "México conectado"	Red de banda ancha "México conectado"	Red telefónica Red de banda ancha "México conectado"	No	No	Red satelital	No	No	NA

De manera general en la Tabla 1 se advierte la existencia de computadoras en las diez escuelas, sin embargo, la cantidad de ellas es muy desigual —por

ejemplo, mientras que en una escuela se contaba con 26 computadoras (caso EVGF) en otras solo con 2 (casos EVJ y EJS)—, situación que incide en las posibilidades de brindar acceso a los estudiantes. Mientras que en la escuela con mejores posibilidades de acceso la razón de computadoras por alumno era de 1 a 10 (EJRP), en la escuela con menos posibilidades era de 1 a 170. Estos datos evidencian que las oportunidades de los profesores y los estudiantes para acceder a equipos de cómputo son desiguales y limitadas, ya que el ideal es contar con una computadora por niño (Sunkel et al., 2013).

Otro elemento que incide en el acceso al equipo digital se relaciona con el modelo de equipamiento: Laboratorio de informática, TIC en el aula o TIC itinerante¹. Los *laboratorios de informática* identificados en cuatro de las escuelas (EJMM, EVGF, EMR y EJRP) consistían en un aula equipada con computadoras para que los estudiantes acudieran a clases de computación. Estos espacios, conocidos como “aula de medios”, albergaban el 59% del total de las computadoras contabilizadas.

Otra modalidad de equipamiento existente en las diez escuelas era la de *TIC en el aula*—modelo implementado en las escuelas primarias para 5to y 6to grados, a través del programa Enciclomedia, vigente del año 2003 al 2011 (SEP, 2011)—, que consistía en aulas equipadas con una computadora, un proyector y pizarrón electrónico, cuyo propósito era que los profesores los emplearan para la enseñanza. Este modelo de equipamiento concentraba el 22.5% de las computadoras contabilizadas. Sin embargo, este equipo ya era antiguo y carecía de mantenimiento, por lo que algunos de sus componentes ya no funcionarían (p. ej. el pizarrón electrónico e internet) o en avanzado deterioro (e.g. los proyectores e impresoras).

Otro modelo de equipamiento, existente en dos de las escuelas (casos ECS y EPA), era el de *TIC itinerante*, el cual consistía en laptops y proyectores destinados para su uso pedagógico y dispuestos para que los profesores los llevaran a las aulas cuando los requirieran. Este equipo se encontraba en buenas condiciones, debido a que era nuevo, no obstante, su uso representaba dificultades para los profesores, debido a que sólo se podía contar con una computadora y un proyector para toda la clase, se carecía de contenido digital para el tratamiento de los contenidos curriculares y trasladar e instalar el equipo en el aula resultaba una tarea engorrosa y tardada.

De las modalidades de equipamiento, la que brindaba más posibilidades para su aprovechamiento pedagógico era el de TIC en el aula, debido a que era un equipo con contenido digital que se encontraba en las aulas de clase, destinado para el uso pedagógico. En cambio, las posibilidades de aprovecha-

¹ Los dos primeros modelos (Laboratorio de informática y TIC en el aula) son retomados de la clasificación hecha por Sunkel, et al (2014), sin embargo, el tercer modelo, TIC itinerante, fue nombrado por nosotros ante la falta de correspondencia con alguno de los modelos ya propuestos.

miento del modelo TIC itinerante eran menores, debido a la dificultad para su instalación en el aula y a su falta de contenido digital para el tratamiento de los contenidos. Por último, el modelo Laboratorio de informática, al que correspondían la mayor cantidad de las computadoras existentes en las escuelas, era el que ofrecía menos posibilidades para su aprovechamiento pedagógico, ya que estaba destinado para clases de cómputo.

Por otra parte, el acceso a internet fue otro componente de la configuración digital de cinco de las escuelas (ver Tabla 1). En tres de ellas (EVGF, EVJ y EJS) se contaba con una red de internet telefónica y del programa “México conectado”, pero, el uso del primer servicio era exclusivo para el laboratorio de informática y/o para asuntos administrativos de la dirección escolar, mientras que el segundo servicio era libre, aunque no se utilizaba. Por otra parte, en dos escuelas (casos EJMM y EMR) se contaba con servicio de internet satelital, cuyo servicio resultaba demasiado lento, por lo que no había manera de aprovecharlo. Las características del internet existente en las escuelas, junto con las políticas escolares para su uso limitan su aprovechamiento pedagógico.

Esta revisión, de la configuración digital de las escuelas, muestra un panorama del acceso limitado y desigual de los profesores y estudiantes de educación primaria al uso de la TD para la enseñanza y el aprendizaje, ya que la cantidad y calidad del equipo, la proporción de estudiantes por computadora y las modalidades de equipamiento varían enormemente de una institución a otra. Ante esta situación, sigue existiendo la necesidad de contar con más equipo y software educativo de calidad dispuesto para su uso pedagógico en las aulas.

La formación de los docentes sobre el uso pedagógico de la TD

Los datos obtenidos revelan que la mayoría de los profesores de este estudio, a pesar de carecer de formación y tener un acceso limitado a equipo digital en las escuelas, hacen uso de TD en su práctica para la enseñanza de las matemáticas. De los 67 docentes encuestados 50 (74.6%) señalaron no haber tomado cursos sobre el uso pedagógico de la TD y 16 dijeron que sí (23.8%). Sin embargo, de estos 16 la mitad tomaron cursos relacionados con el uso pedagógico de la TD —siete mencionaron los cursos del programa Enciclomedia y uno señaló un curso sobre el uso de la tecnología y la enseñanza de las matemáticas—, mientras que de los otros ocho casos cuatro indicaron cursos de informática (e.g. “Habilidades básicas en informática, aula de medios y ofimática”) y cuatro no especificaron el curso tomado.

A pesar de la escasa o nula formación la mayoría de los profesores (79%) hacía uso de recursos digitales en su clase de matemáticas, aunque esto sucediera con poca frecuencia, el 11% la utilizaba “casi siempre”, el 44%

“ocasionalmente”, el 24% “rara vez” y el 21% “nunca”. Estas cifras se explican por sus limitaciones profesionales –“la falta de cursos”, “al desconocimiento de estrategias”, “Desconozco muchas herramientas o aplicaciones que puedan usarse en la enseñanza de esa materia”, “la falta de preparación”, y a las limitaciones para acceder a equipo digital, e.g. “No cuento con computadora y otras herramientas tecnológicas propias en el salón”, “Carezco del equipo en la escuela, y mi computadora es la que llevo al salón, además que no hay energía eléctrica”, “A que las computadoras están en mal estado y no se cuenta con el servicio de internet”, según explicaron los docentes.

Los recursos digitales que se utilizan

De los 67 profesores encuestados 53 mencionaron utilizar TD en su clase (79% de la población), de los cuales solo 41 indicaron los recursos digitales que empleaban (61% de la población). De éstos trece (19%) señalaron el uso de videos, relacionados con conceptos, procedimientos o ejemplos sobre el tema en estudio, como apoyo para explicar, ampliar o ejemplificar el tema; catorce (21%) mencionaron documentos digitales con información del contenido, como “imágenes”, “problemas” o “ejercicios”; cuatro hicieron referencia la uso de interactivos, como “programas de suma y resta interactivos” o “Interactivos de Enciclomedia, como los de fracciones, de operaciones aritméticas, de figuras geométricas”; diez (15%) señalaron el uso de material impreso (“ejercicios matemáticos” o “problemas de operaciones básicas”) como otro de los recursos digitales a los que recurren para la clase; y, finalmente, dos profesores (3%) mencionaron el uso de la calculadora de bolsillo.

De acuerdo con Drijvers (2015), las funciones didácticas de la TD deben ser el hacer matemáticas, practicar habilidades y desarrollar la comprensión de conceptos, pero, para que tal cosa sea posible, según Sacristán et al. (2010), se requiere de recursos digitales que permitan múltiples representaciones simultáneas, capacidades computacionales y dinámicas, poder comunicativo y conexión de red, aspectos de los que carecían la mayor parte de los recursos digitales utilizados por los docentes. En el caso de los *videos* y los *documentos digitales* son recursos que carecen de capacidades computacionales y dinámicas para explorar, investigar o experimentar ideas matemáticas, por lo que sus posibilidades pedagógicas son limitadas. En cuanto a los interactivos, como juegos de operaciones aritméticas y simuladores, se trata de recursos digitales que poseen múltiples representaciones, pero con escasas capacidades dinámicas para explorar y experimentar ideas matemáticas.

Referente a la *calculadora* de bolsillo se puede decir que se trata de un recurso con capacidades computacionales para la exploración y experimentación (Blanco-Álvarez et al, 2023), aunque carece de múltiples representaciones y

de capacidades dinámicas. Finalmente, el material impreso no corresponde a un recurso digital, por lo que no posee características digitales.

De esta manera, se advierte que los recursos digitales utilizados por los docentes no cuentan con las características necesarias para cumplir con el objetivo didáctico de la TD (Drijvers, 2015), sin embargo, son los recursos digitales que han integrado en su clase de matemáticas, a pesar de su falta de formación y del acceso limitado a estos recursos digitales en sus escuelas. Veamos ahora la manera en que los profesores orquestan y usan este tipo de recursos en su aula para abordar contenidos matemáticos.

Las orquestaciones y usos de los recursos digitales

El análisis de las observaciones de clase y entrevistas a nueve profesores, Armando (Ar), Alicia (Al), Alfredo (Alf), Paola (P), Carmelo (Ca), Cristobalina (Cr), Rosi (R), Alexa (Alx), Hortensia (H); usando seudónimos, con escasa o nula formación sobre el uso de la TD para la enseñanza de las matemáticas y acceso limitado a recursos digitales en sus escuelas, permitió caracterizar las orquestaciones y usos de los recursos digitales en la clase de matemáticas, los cuales se presentan de acuerdo con el tipo de recurso (Ver Tabla 2).

El video

Este recurso fue utilizado por cuatro de los profesores observados (Ver Tabla 2): dos de los videos utilizados (casos H y Ar) consistían en explicaciones del tema, sobre medidas de tendencia central y sobre tipos de ángulos (ver Figuras 1 y 2), acompañadas de animaciones que ilustraban los procedimientos y/o conceptos tratados, uno más de los videos (caso Al) también consistía en la explicación del tema con el apoyo de animaciones, lectura y escritura de números de cuatro cifras, pero esta vez solicitaba la participación oral de los espectadores, dejando pausas para las respuestas, razón por la cual la docente lo llamara video interactivo (ver Figura 3); finalmente, el cuarto video (caso Cr) correspondía a una videograbación de una explicación realizada sobre un pizarrón, acerca de la conversión de una fracción a porcentaje (ver Figura 4). Las orquestaciones y usos de este recurso se dieron bajo distintas configuraciones didácticas y modos de explotación, como se muestra enseguida.

Las configuraciones didácticas utilizadas en el uso del video fueron dos. La primera, utilizada en tres casos (Ar, Cr y Al) consistió en disponer de una computadora y un proyector al centro del aula a fin de poder proyectar el video sobre el pizarrón, mientras los estudiantes permanecían sentados en filas. La segunda configuración, utilizada en un caso (H), se desarrolló en el laboratorio de informática (aula de medios), donde había una computadora por cada uno o dos alumnos, un servidor para administrar los equipos, un

proyector y una pantalla para las proyecciones, además de contar con el apoyo de personal técnico, encargado de esta aula.

Tabla 2

Orquestaciones y uso de los recursos digitales

Recurso Digital	Configuración didáctica	Modo de explotación del recurso digital	Desempeño didáctico (orquestación del recurso)	Uso de la TD (Hughes, 2005)
Video	La computadora y el proyector del equipo Enciclopedia existente en el aula de clases. (casos Ar, Cr)	Para corroborar el tema (caso Ar)	Explica-el-tema (casos Ar, Cr, H y Al)	Reemplazo (casos Ar, Cr, H, Al)
	Una laptop y un proyector llevados al aula de clases (caso Al)	Para comprender el tema (caso Cr)	Explica-la-pantalla (caso Al)	
	Aula de medios (Una computadora por cada uno o dos estudiantes y un proyector) con el apoyo del profesor encargado (caso H)	Para repasar el tema (caso Al)	Repite-la-pantalla (caso Al)	
		Para retroalimentar el tema (caso H)		
Documentos digitales	Aula de medios (Una computadora para cada uno o dos estudiantes y un proyector) con el apoyo del profesor encargado (casos Ro, H y Alx)	Para retroalimentar el tema (casos Ro, H y Alx)	Copia-la-pantalla (casos Ro, H y Alx) Discute-la-pantalla (caso Ca)	Reemplazo (casos Ro, H y Alx) Amplificador y Transformador (caso Ca)
	Una laptop y un proyector llevados al aula de clases y una calculadora del bolsillo para cada niño (caso Ca)	Para plantear problemas y discutir su solución, auxiliados con la calculadora (caso Ca)		
Interactivo	Una laptop y un proyector llevados al aula de clases (casos Alf y Ca)	Para practicar habilidades (casos Alf, Ca y H)	Demostración-técnica (Alf, Ca)	Reemplazo (casos Alx y H) Amplificador (casos Alf, Ca, H y Alx)
	Aula de medios (Una computadora para cada uno o dos estudiantes y un proyector) con el apoyo del profesor encargado (casos H y Alx)	Para ejemplificar el tema (caso Alx)	Explica-la-pantalla (Alf, Ca, Alx) Sherpa-trabajando (Alf, Ca, H)	
Material impreso	Ninguna (caso P)		---	---
Calculadora	Una laptop y un proyector llevados al aula de clases y una calculadora del bolsillo para cada niño (caso Ca)	Para apoyar la resolución de los problemas proyectados (caso Ca)	Detecta-y-muestra (caso Ca)	Amplificador y Transformador (caso Ca)

Por otra parte, el modo de explotación del video fue para distintos fines: uno para corroborar el tema (caso Ar), es decir, para que los estudiantes confirmaran los conceptos y procedimientos estudiados durante la clase; otro uso fue para retroalimentar el tema, es decir, proporcionando a los estudiantes más información sobre el contenido estudiado (caso H); un tercer uso fue para repasar el tema, es decir, para trabajar por segunda ocasión el tema visto (caso Al); y un cuarto uso fue para comprender el tema (caso

Cr), de modo que los estudiantes se apropiaran de los conceptos y/o procedimientos de la clase.

Respecto al desempeño didáctico, se identificaron tres maneras de orquestar el video: *explica el tema*, orquestación empleada por los cuatro docentes que utilizaron este recurso (Ar, Al, Cr y H), que consistió en la reproducción del video para que los estudiantes vieran, escucharan y, en el caso del video interactivo (caso Al), participaran en la explicación que se presentaba, mientras los profesores supervisaban este proceso; *explica la pantalla* fue otra manera de orquestar el video, que consistió en detenerlo en un punto para dar su propia explicación de lo ya explicado y, a la vez, cerciorarse de la comprensión del tema a través de preguntas (caso Al); y una tercera forma de orquestar el video fue *repite la pantalla*, que consistió en replicar con los alumnos las actividades mostradas en el video (caso Al), a fin de poner en práctica lo explicado y favorecer su comprensión (lectura y escritura de números de cuatro cifras).

Figura 1

Video animado con explicación sobre medidas de tendencia central. (Caso Ar)

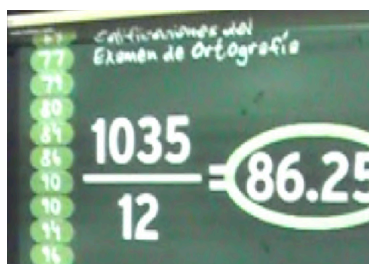
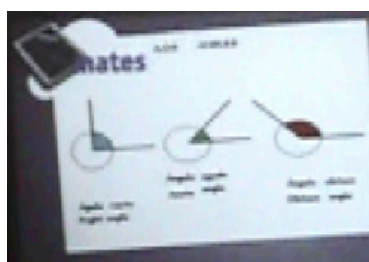


Figura 2

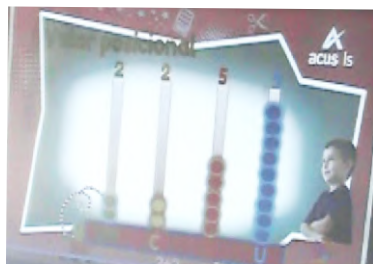
Video animado con explicación sobre los tipos de ángulos (caso H)



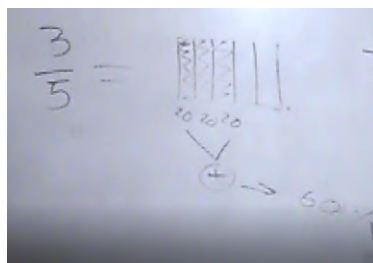
Esta orquestación del video revela un uso de la tecnología como reemplazo (Hughes, 2005), ya que los videos fueron empleados para realizar el mismo tipo de tareas, que suelen llevar a cabo los profesores sin el uso de este recurso, como explicar, ejemplificar y completar información sobre el tema en estudio, actividades que, de acuerdo con Sandoval (2017), corresponden a este uso de la TD.

Figura 3

Video interactivo sobre lectura y escritura de números de cuatro cifras. (caso Al)

**Figura 4**

Video con explicación a mano alzada sobre el procedimiento para convertir una fracción a porcentaje. (Caso Cr)

*Documentos digitales*

Este recurso, utilizado por cuatro de los profesores observados (Ro, H, Alx y Ca), consistió en documentos digitales con información escrita y gráfica sobre el tema en estudio. En tres casos (Ro, H y Alx) se trataba de documentos enciclopédicos con definiciones, ejemplos e ilustraciones sobre el tema (ver Figura 5), mientras que en un caso (Ca) se trataba de un documento con problemas escritos acompañados de ilustraciones (ver Figura 7).

La configuración didáctica utilizada para el uso de este recurso consistió, en tres de los casos (Ro, H y Alx), en el equipo digital del laboratorio de informática (una computadora por cada uno o dos alumnos), donde se contó con el apoyo del responsable de este espacio. En el otro caso (Ca) se dispuso de un proyector y una laptop en el aula de clases (TIC itinerante), ubicados al centro del aula para proyectar el documento en el pizarrón, además de incorporar el uso de calculadoras de bolsillo para cada uno de los niños.

El modo de explotación de los documentos digitales permitió identificar dos objetivos didácticos: el de retroalimentar un tema ya estudiado (casos Ro, H y Alx) y el de plantear y resolver problemas para el estudio de un tema en desarrollo (caso Ca).

El desempeño didáctico de las tres profesoras que emplearon este recurso consistió en dar acceso a los estudiantes a documentos digitales con infor-

mación escrita y gráfica sobre el tema de estudio, la cual fue transcrita en sus cuadernos de trabajo (ver Figura 6), de modo que esta orquestación se identificó como *copia la pantalla*. Por otra parte, un segundo tipo de orquestación identificada fue discute la pantalla, la cual consistió en proyectar algunos problemas escritos (ver Figura 7), los cuales se analizaron y resolvieron de manera grupal con el apoyo de la calculadora de bolsillo. Esta última forma de orquestar el recurso digital se corresponde con la identificada por Drijvers et al. (2010), debido a que en ambos casos se discute lo que se muestra en la pantalla de la computadora, aunque la naturaleza de los recursos digitales utilizados fuera distinta –documentos digitales y calculadoras de bolsillo en este caso y un software con posibilidades dinámicas y computacionales en el otro (Algebra Arrows). En consecuencia, las discusiones también fueron distintas, pues con el software la discusión giró en torno a los elementos matemáticos evidenciados en el ambiente digital, mientras que el caso que aquí se presenta la discusión giró en torno a las estrategias de solución de los problemas.

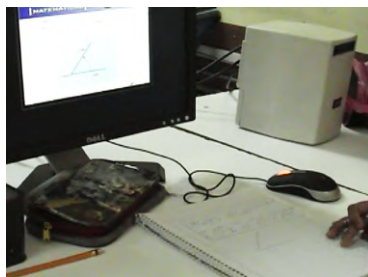
Figura 5

Documento digital con información enciclopédica sobre lectura y escritura de fracciones (caso Ro)



Figura 6

Documento digital con información enciclopédica sobre lectura y escritura de fracciones (caso Ro)



Estas orquestaciones de los documentos digitales muestran dos usos de la TD, como *reemplazo* (casos Ro, H y Alx), cuando se utilizó para transcribir

en el cuaderno la información escrita y gráfica de los documentos digitales (ver figura 6), una práctica cotidiana en la clase, y como *amplificador-transformador* (caso Ca) cuando se utilizó de manera combinada con la calculadora de bolsillo para analizar los problemas y explorar soluciones, actividades que, de acuerdo con Sandoval (2017), se enmarcan en el uso transformador de la TD.

Figura 7

Niños en el aula discutiendo y resolviendo los problemas del documento digital proyectado, auxiliándose de calculadoras de bolsillo (caso Ca)



Interactivos

Este recurso, utilizado por el 21% de los profesores, fue empleado en cuatro de las clases observadas. En dos casos (Ca y Alf) se trató de videojuegos para realizar operaciones aritméticas (sumas, restas, multiplicación y división), donde la velocidad de respuesta era importante para ganar (ver Figuras 8 y 9). En otro caso (Alx) se trató de un software que permitía la manipulación gráfica y numérica de fracciones (ver Figura 10) y en el cuarto caso (H) la aplicación posibilita la medición de ángulos mediante la manipulación de un transportador digital (ver Figura 11).

La configuración didáctica utilizada para el uso de los interactivos digitales, en dos de los casos (Alx y H), consistió en el equipamiento digital del laboratorio de informática, en los otros dos casos (Ca y Alf) se dispuso una laptop y un proyector al centro del aula, para proyectar en el pizarrón.

Respecto a los modos de explotación, el uso de los interactivos tuvo la intención de practicar habilidades, de cálculo mental en los casos Ca y Alf y de medición de ángulos en el caso H, así como ejemplificar el tema de la clase, fracciones equivalentes en el caso Alx (ver Figura 10).

Finalmente, respecto al desempeño didáctico, las orquestaciones de los interactivos se corresponden con tres de las reportadas por Drijvers et al. (2010): *Demostración técnica* (casos Alf y Ca), cuando los docentes explicaban a los estudiantes el uso de la computadora o del interactivo; *Explica la pantalla* (casos Alf, Ca y Alx), cuando explicaban las tareas matemáticas solicitadas en el juego (caso Alf y Ca) o las representaciones gráficas y

numéricas mostradas con el software (caso Alx); y *Sherpa trabajando* (casos Alf, Ca y H), cuando ponían a algunos niños a cargo del manejo de la computadora, ya fuera para realizar el juego de manera grupal (caso Alf y Ca) o para demostrar el uso del software (caso H).

Figura 8

Juego interactivo de multiplicaciones y divisiones (caso Ca)



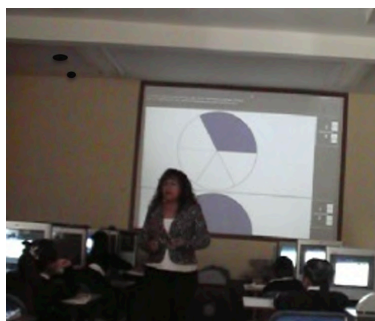
Figura 9

Juego interactivo de sumas y restas (caso Alf)



Figura 10

Interactivo de fracciones (caso Alx)



Estas orquestaciones de los interactivos muestran, en términos de Hughes (2005) y Sandoval (2017), dos usos de la TD: *como reemplazo*, cuando el interactivo solo se utilizó únicamente para explicar y ejemplificar el tema – fracciones equivalentes (caso Alx), o para reproducir una actividad cotidiana – medir ángulos con un transportador digital (ver Figura 11), y como *ampli-*

ficadora cuando se utilizó para hacer más eficiente el estudio del tema, por ejemplo, al ejercitar el cálculo mental con el apoyo de videojuegos (casos Alf y Ca), recursos que incentivaban la participación de los estudiantes y les permitían experimentar y verificar sus respuestas, o como el simular fracciones equivalentes para apoyar la explicación (caso Alx).

Figura 10

Interactivo para la medición de ángulos (caso H)



Material impreso

El uso de este recurso se identificó en la clase de una profesora (caso P), quien lo consideraba un recurso digital, debido a que se trató de un material obtenido de internet, que consistió en una hoja impresa con información numérica para realizar un juego de cálculo mental sobre sumas y restas. Dada la naturaleza de este recurso no se presenta un análisis desde la perspectiva de la orquestación o de los usos de la TD, sin embargo, resulta llamativo que una parte importante de los profesores (15%) consideren este material como un recurso digital, lo que refleja un desconocimiento atribuible a la falta de formación docente.

La calculadora

Este recurso digital fue empleado en combinación con documentos digitales en una de las clases observadas (caso Ca), como se explicó en el apartado relacionado con el uso de documentos digitales. Su orquestación denominada *discute la pantalla*, de acuerdo Sandoval (2017), se corresponde con el uso transformador de la TD), ya que se utilizó para explorar, experimentar y probar soluciones a los problemas proyectados con la computadora.

Esta revisión de las orquestaciones y usos de los recursos digitales evidencia la manera en que los profesores han integrado la TD en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en un contexto marcado por la falta de formación y de un acceso limitado a esta tecnología en sus escuelas, derivado del escaso equipamiento digital de las escuelas y de las políticas escolares que regulan su uso. Por otra parte, el desconocimiento de los docentes, derivado de su falta de formación, explica en gran medida el empleo de recursos digitales

técnicamente limitados (e.g. el video, documentos digitales), así como las orquestaciones de estos recursos (e.g. copia-la-pantalla, repite-la-pantalla, explica-la-pantalla, explica-el-tema), enmarcadas principalmente en el uso de la TD como reemplazo y como amplificador, pues estuvo orientado al reconocimiento de conceptos, procedimientos y a promover habilidades (e.g. cálculo mental, escritura de números, escritura de fracciones), pero no a hacer matemáticas, como se espera (Drijvers et al., 2010) .

Conclusiones

Los resultados de esta investigación muestran un panorama de las condiciones de acceso que tienen los profesores y alumnos a la TD en las escuelas primarias, así como de las condiciones de formación y experiencia de los profesores sobre el uso de esta tecnología para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. A partir de ello se presentan las siguientes conclusiones:

- Considerando que lo ideal es contar con una computadora por cada estudiante (Sunkel et al., 2013), los datos expuestos muestran que el acceso a TD en las escuelas primarias es muy limitado y desigual, pues mientras que en la escuela con mejores condiciones existía una computadora por cada diez alumnos en la escuela con peores condiciones había una computadora por cada 170 alumnos.
- La mayor parte de las computadoras existentes en las escuelas (59%), concentradas en los laboratorios de cómputo (aula de medios), no estaba destinada a su uso didáctico, sino para clases de computación. En contraste, gran parte del equipo digital destinado para el uso pedagógico se encontraba en mal estado y/o carecía de contenido digital educativo.
- El acceso a internet en las escuelas era limitado o inexistente. Los datos revelaron que, en cinco de las diez escuelas, donde se llevó a cabo el estudio diagnóstico, no se contaba con el servicio de internet, mientras que en las otras cinco sí, aunque en dos de ellas el servicio era satelital y prácticamente inservible, y en tres eran aceptable pero no estaba disponible para profesores y alumnos.

Con relación a la formación y experiencia de los profesores sobre el uso de TD para la enseñanza de las matemáticas se hacen las siguientes conclusiones:

- A pesar de la falta de formación de los profesores de educación primaria, sobre el uso de la TD para la enseñanza de las matemáticas, la mayoría ha integrado recursos digitales en su práctica. Los datos del estudio muestran que casi la totalidad de los profesores participantes en el estudio (66 de los 67 participantes) carecían de formación específica, sin embargo, el 79% de ellos utilizan recursos digitales en su clase de matemáticas, aunque con poca frecuencia.

- La falta de formación de los profesores y el acceso limitado a TD en las escuelas explican el uso de recursos digitales técnicamente restringidos para la exploración y experimentación de ideas matemáticas, y la manera de orquestar estos recursos en la clase (explica el tema, explica la pantalla, repite la pantalla, demostración técnica y sherpa trabajando), que se corresponde con usos limitados de la tecnología, como reemplazo y como amplificador principalmente.
- Las orquestaciones y usos de la TD se corresponden con el tipo de recurso empleado, ya que entre mejores características técnicas posea el recurso digital mayores serán las posibilidades para su orquestación y uso. Por ejemplo, en el caso de los documentos digitales y los videos no permiten emplear orquestaciones como discute la pantalla orientados a un uso transformador de la tecnología.
- Las orquestaciones de los recursos digitales en la clase de matemáticas evidenciaron usos limitados de la tecnología. En las clases observadas se identificaron orquestaciones de los recursos digitales (e.g. Explica el tema, Explica la pantalla, Repite la pantalla, Copia la pantalla) que muestran el uso de la TD como reemplazo y como amplificador principalmente.

En suma, los resultados de la investigación muestran que la orquestación y uso de la TD en la clase de matemáticas responden a diversos factores, a la formación de los docentes, a sus percepciones y actitudes; al acceso a TD en la escuela, a los recursos digitales empleados, y a las políticas escolares que regulan su uso.

Por otra parte, las orquestaciones y usos de la TD identificados en este estudio evidencian que, en el nivel de educación primaria, persiste un uso limitado y subaprovechamiento de la tecnología para la enseñanza de las matemáticas, tal como lo han documentado otros investigadores en México (Santiago et al., 2013; Trigueros et al., 2014) y como se ha señalado en foros internacionales (Abboud-Blanchard, 2016; Ball et al., 2018). Esta situación requiere el trabajo conjunto de investigadores, profesores y responsables del sistema educativo mexicano, para emprender acciones que incidan en la formación de los profesores y en los factores externos que limitan la integración de la TD en la enseñanza de las matemáticas, una tarea que sigue estando pendiente a casi medio siglo de haberse iniciado.

Un objetivo de la investigación de diseño realizada, de la cual fue parte este estudio diagnóstico, fue precisamente la de promover la formación de los profesores, de ahí que los resultados aquí presentados permitieron el diseño e implementación de un curso sobre el uso de recursos digitales (software de programación, de geometría dinámica y simuladores) para la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria, dirigido a los docentes participantes en el estudio diagnóstico.

Agradecimientos

A los profesores de las escuelas primarias que me permitieron acceder a ellas y conocer su trabajo.

Referencias

- Abboud-Blanchard, M. (2014). Teachers and Technologies: Shared Constraints, Common Responses. En A. Clark-Wilson, O. Robutti, & N. Sinclair (Eds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (Vol. 2, pp. 297–317). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4638-1_1
- Abboud-Blanchard, M. (2016). Digital Technology and Mathematics Education: The Teacher Perspective in Mathematics Education Research—A Long and Slow Journey Still Unfinished. En B. R. Hodgson, A. Kuzniak, & J.-B. Lagrange (Eds.), *The Didactics of Mathematics: Approaches and Issues* (pp. 143–153). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26047-1_7
- Artigue, M. (1997) Le Logiciel 'Derive' comme revelateur de phenomenes didactiques lies a l'utilisation d'environnements informatiques pour l'apprentissage. *Educational Studies in Mathematics* 33(2), 133–169 (1997). <https://doi.org/10.1023/A:1002996128978>
- Artigue, M. (1998). Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies. En D. Tinsley & D. C. Johnson (Eds.), *Information and Communications Technologies in School Mathematics* (pp. 121–129). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35287-9_15
- Ball, L., Drijvers, P., Ladel, S., Siller, H.-S., Tabach, M., & Vale, C. (Eds.). (2018). *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76575-4>
- Blanco-Álvarez, H., Fernández-Mosquera, E. & Mejía-Palomino, M. (2023, agosto 4). *La Calculadora en Educación Primaria. Una propuesta de enseñanza más allá de los algoritmos*. [Ponencia] Conferencia Interamericana de Educación Matemática. Lima, Perú.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: Instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213–234. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9254-5>
- Drijvers, P. (2015) Digital Technology in Mathematics Education: Why It Works (Or Doesn't). en S. J. Cho (Ed.) *Select Regular Lectures from the 12th International Congress of Mathematics Education* (pp. 332–342). Springer https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_8
- Enríquez, H. & Sacristán, A.I. (2019). *Cómo Profesores de Primaria Enseñan Matemáticas con Tecnología Digital: Dos Estudios de Caso de una Zona de Oaxaca* [Ponencia en coloquio]. 5º Coloquio de Doctorado en Matemática Educativa, DME-Cinvestav.

- Enríquez, H., & Sacristán, A. I. (2020). Integrating digital resources to the documentation system of a mathematics teacher in a Mexican rural primary-school. En A. I. Sacristán, J. C. Cortés-Zavala, & P. M. Ruiz-Arias, (Eds.) *Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 2198–2207). PME-NA. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020-375>
- 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. <https://www.learntechlib.org/primary/p/26105/>
- Laborde, C. (2002) Integration of Technology in the Design of Geometry Tasks with Cabri-Geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 6, 283–317. <https://doi.org/10.1023/A:1013309728825>
- Noss, R. & Hoyles, C. (1996). *Windows on Mathematical Meanings. Learning cultures and computers*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-1696-8>
- Papert, S. (1981). *Desafío a la mente. Computadoras y Educación*. Ed. Galápagos.
- Ruthven, K., Hennessy, S. & Deane, R. (2005). Incorporating dynamic geometry into secondary mathematics: teacher perspectives and practice. En D. Hewitt, & A. Noyes (Eds.), *Proceedings of the sixth British Congress of Mathematics Education held at the University of Warwick* (pp. 152–159).
- Sacristán, A. I., Calder, N., Rojano, T., Santos-Trigo, M., Fienlander, A., Meissner, H., Tabach, M., Moreno, A., & Perrusquía, E. (2010). The Influence and Shaping of Digital Technologies on the Learning –and Learning Trajectories– of Mathematical Concepts. En C. Hoyles, & J.-B. Lagrange (Eds.) *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (Vol. 13, pp. 179–226). https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_9
- Sandoval, I. (2017). Matemáticas y tecnología digital: enseñanza y aprendizaje en la era digital. En M. Arredondo, (Coord.), *¿qué aprender? ¿cómo evaluar?* (pp. 126–133). UPN.
- Santiago, G., Caballero, R., Gómez, D., & Domínguez, A. (2013). El uso didáctico de las TIC en escuelas de educación básica en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 43(3), 99–131. <https://www.redalyc.org/pdf/270/27028898004.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Libro Blanco Programa “Enciclomedia” 2006–2012*. SEP.
- Sunkel, G., Trucco, D., & Espejo, A. (2013). *La integración de las tecnologías digitales en las escuelas de América Latina y el Caribe: Una mirada multidimensional*. Cepal.
- Thomas, M. O. J., & Palmer, J. M. (2014). Teaching with Digital Technology: Obstacles and Opportunities. En A. Clark-Wilson, O. Robutti, & N. Sinclair (Eds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (Vol. 2, pp. 71–89). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4638-1_4

- Trigueros, M., Lozano, M.-D., & Sandoval, I. (2014). Integrating Technology in the Primary School Mathematics Classroom: The Role of the Teacher. En A. Clark-Wilson, O. Robutti, & N. Sinclair (Eds.), *The Mathematics Teacher in the Digital Era* (Vol. 2, pp. 111–138). Springer. <https://doi.org/qbvn>
- Trouche, L. (2004). Managing the Complexity of Human/Machine Interactions in Computerized Learning Environments: Guiding Students' Command Process through Instrumental Orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(3), 281–307. <https://doi.org/bhdzmj>
- Virmani, R., & Williamson, P. (2016). Lessons for teacher educators about learning to teach with technology. En C. Kosnik, S. White, C. Beck, B. Marshall, A. L. Goodwin, & J. Murray, (Eds.), *Building bridges: rethinking literacy teacher education in a digital era* (pp. 77–90). Springer.
- Wachira, P., & Keengwe, J. (2011). Technology Integration Barriers: Urban School Mathematics Teachers Perspectives. *Journal of Science Education and Technology*, 20(1), 17–25. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y>