

FACTORES Y USOS DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA CLASE DE MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

FACTORS AND USES OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE CLASS OF MATHEMATICS IN PRIMARY EDUCATION

Edda Jiménez^a
edda_jimenez@g.upn.mx
Ivonne T. Sandoval^a,
Jose Luis Lupiáñez^b,
Nuria Climent^c,
Ana Cázares^a

^aUniversidad Pedagógica Nacional-México, ^bUniversidad de Granada-España,
^cUniversidad de Huelva-España

Resumen: En este artículo se presentan algunos resultados que derivan de la aplicación de un cuestionario inscrito en una investigación con 100 profesores de educación primaria, ubicados en la Ciudad de México, Estado de México, Oaxaca y San Luis Potosí. Se selecciona para este texto, el apartado que documenta los usos de las Tecnologías Digitales (TD)¹ en el aula y los factores que inciden para lograr su integración cuando se enseñan contenidos de matemáticas. Se incluyen los referentes teóricos, la estructura, los retos del diseño, el proceso de validación del instrumento. Los resultados tanto de un análisis de estadística descriptiva como correlacional, evidencian el manejo coherente de los profesores, del discurso propuesto en referentes oficiales -aunque inconsistente con la información que ellos ofrecen sobre la infraestructura y formación disponible-, los sitios web que emplean y las acciones para las que incluyen las TD en sus clases.

Palabras clave: Tecnologías digitales, prácticas de enseñanza de las matemáticas, validación de cuestionario, profesores de educación primaria.

¹ En este artículo se hace referencia a Tecnología Digital (TD) y no a Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) retomando a Clark-Wilson, Oldknow y Sutherland (2011). TD incluye aplicaciones de información y comunicación (*chat, Skype, redes sociales, correo electrónico,...*); aplicaciones para múltiples actividades de los usuarios (*programas de office, banca electrónica,...*); aplicaciones educativas (programas especializados) y aplicaciones técnicas. TIC se utiliza para referirse al uso de software genérico (procesadores de textos, hojas de cálculo y herramientas de presentación) y herramientas de comunicación digital (correo electrónico e Internet).

1. INTRODUCCIÓN.

Son cada vez más los retos y nuevos desafíos que la presencia extendida de las Tecnologías Digitales (TD) plantea a los procesos de enseñanza de todos los niveles educativos así como a la gestión del conocimiento, para lograr los aprendizajes comprometidos por los sistemas educativos. Si bien hay argumentos a favor de los beneficios potenciales del uso de TD, las investigaciones relativas a su impacto en los aprendizajes escolares ofrecen evidencia de que la interacción con los equipos de cómputo, software educativo, y recursos informáticos y telemáticos, no es condición suficiente para que el estudiante comprenda los contenidos escolares y enriquezca sus aprendizajes, ni para que el maestro transforme su práctica docente (Área, 2010).

Las TD han generado múltiples expectativas de mejora y re-creación de las prácticas de los docentes, y por ende, de los aprendizajes de los alumnos. Sin embargo, como reporta Reisner (2001, p. 61) al cabo de un tiempo: "este interés y entusiasmo decae y el examen revela que el medio ha tenido un mínimo impacto sobre las prácticas". Las acciones para su uso educativo se han centrado en el equipamiento y eventualmente en la formación de los maestros para el manejo técnico de las computadoras lo que, consideramos, provoca que los formatos escolares preexistentes se mantengan y las TD se adecuen a esos formatos, en vez de integrarse, recuperando la propuesta de Gross (2000): "como un recurso invisible en las prácticas escolares, que genere innovaciones pedagógicas y promueva mejoras en los aprendizajes de los alumnos". Y como lo plantea Díaz Barriga (2007, p. 4) usarlas en la escuela "no garantiza por sí mismo la inclusión y la equidad social, como tampoco la calidad e innovación educativas." Además, "ante la diversidad de agentes, actores y contextos educativos, de oportunidades y restricciones [...], no es sorprendente encontrar resultados contradictorios en los esfuerzos de innovar la enseñanza" (op. cit., p. 5). Entonces, es necesario replantear las estrategias utilizadas para integrar TD en la educación, considerando precisamente el financiamiento de cuestiones esenciales como la capacitación docente y el desarrollo de software adecuado y específico para los estudiantes (Chong, 2011). Un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en América Latina y el Caribe enfatiza en la considerar estos aspectos en la planeación de proyectos de innovación tecnológica (ídem). Aunque no de manera exclusiva, en el caso de las matemáticas un elemento crucial está en la formación de los docentes ya que, para promover un impacto positivo en las prácticas de enseñanza, se requiere atender el cómo y el para qué se utilizan estas tecnologías.

2 | FACTORES Y USOS DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA CLASE DE MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Edda Jiménez, Ivonne T. Sandoval, Jose Luis Lupiáñez, Nuria Climent y Ana Cázares

http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaNumeroRevistaIU.visualiza&numeroRevista_id=8

Considerando lo anterior, el grupo de investigación del proyecto "Prácticas de enseñanza de las matemáticas en la educación primaria con mediación de las tecnologías digitales: Relación entre las competencias tecnológica, conceptual y didáctico-pedagógica"[] indaga, entre otras cuestiones: ¿Con qué finalidad los profesores de primaria, usan tecnologías digitales en sus prácticas de enseñanza de las matemáticas? ¿Qué factores inciden en la integración de TD para la enseñanza de contenidos matemáticos?

Nuestra Investigación: Puntos de partida

Integrar las TD para que los alumnos alcancen los aprendizajes previstos en el currículo se mantiene como un reto, que se complejiza entre mayor cantidad de recursos se ofrezcan o más especializados éstos sean. Sin embargo, la integración de TD va más allá del equipamiento. En específico en la clase de matemáticas es imperativo, como sostiene Rojano: "cambiar en lo esencial los modelos pedagógicos, las prácticas en el aula y los contenidos curriculares en sistemas educativos [...] a fin de conducir a los estudiantes hacia un aprendizaje significativo y satisfactorio." (2003, p. 138). En México, partir del ciclo escolar 2014-2015, se inició la distribución de una tableta digital a alumnos de 5º grado de educación primaria, para ser usada en casa y en la escuela. Ante esta iniciativa, y recuperando la postura de Rojano, las interrogantes son: ¿Qué tipo de formación han recibido los docentes? ¿Qué orientaciones se han proporcionado a niños y padres? ¿A qué recursos digitales tienen acceso los alumnos y con qué objetivos? ¿Qué modelo pedagógico se está promoviendo para la integración de estos recursos a los aprendizajes de los alumnos? Desde nuestra perspectiva, resulta imperativo replantear no sólo el tipo de problemas y de actividades que se proponen, sino la organización en el aula y los roles instituidos, de los actores -estudiantes y profesores, desde el inicio de los programas tecnológicos de innovación para educación.

Un supuesto en nuestra investigación es que la mediación de TD para el aprendizaje de contenidos escolares puede asumir formas innovadoras de representación y manipulación de los objetos matemáticos involucrados. Para ello se requiere que el maestro, realice una adecuada mediación que propicie situaciones para abordar objetos matemáticos con TD bajo formas alternativas de expresión, sistematización, generalización y argumentación, a fin de promover el desarrollo del pensamiento matemático de sus alumnos. Mishra y Koehler (2006) plantean que "La cuestión de qué necesitan conocer los profesores para incorporar la tecnología apropiadamente en la enseñanza, ha recibido una gran atención recientemente [...], sin embargo, nuestro principal interés debe ser estudiar cómo usan la tecnología." (p. 1018). Es decir, es

necesario saber lo que se está haciendo en las aulas y a partir de ello, proponer programas formativos que atiendan a las necesidades reales de los profesores, sus estudiantes y sus contextos.

En este capítulo describimos una herramienta científica propuesta (un cuestionario) para estudiar cómo usan TD profesores de primaria en sus clases, destacamos los referentes teóricos que lo sustentan, los aspectos metodológicos -incluida la estructura general del cuestionario- y algunos de sus ítems. Se muestran resultados de su aplicación para la validación de nuestra hipótesis.

2. REFERENTES TEÓRICOS.

Como se planteó en el apartado anterior, las TD no son un auxiliar en el proceso de aprendizaje, por lo que ni el equipamiento y la interacción con los equipos de cómputo, ni la formación centrada en el manejo técnico, son suficiente para enriquecer los aprendizajes de los estudiantes, o para que el maestro transforme su práctica docente. Integrarlas a las clases de matemáticas implica considerarlas como una herramienta que posibilita la construcción de conocimiento matemático (Rabardel, 1999). Ello demanda que el profesor cuente con Competencia Didáctica Matemática (DM) centrada en los conocimientos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Competencia de Contenido Matemático (CM) centrada en el conocimiento de las matemáticas. Y, Competencia Tecnológica, que incluye reconocer tanto factores que inciden en su integración como la diversificación de usos de las TD en la clase de matemáticas. En este capítulo únicamente se analiza la competencia tecnológica dado que la consideramos como un puente entre las competencias de contenido matemático y didáctico matemática.

Referentes para indagar la competencia tecnológica.

La multicausalidad de factores que inciden en el hacer del docente puede identificarse en la competencia tecnológica. Como referentes para el diseño y el análisis se consideran como referentes teórico a Hughes (2005) y Assude, Buteau y Forgasz (2010). El primero plantea una aproximación micro a partir de una tipificación de usos de TD en situaciones educativas (factor didáctico y del profesor). Assude et al. ofrecen una aproximación global considerando factores macro que inciden en las acciones particulares de los profesores. Si bien, diversos estudios han identificado factores en los procesos de apropiación tecnológica (Becta, 2004; Claro, 2010; Sunkel y Trucco, 2010), sus aproximaciones se centran o sólo en el docente, o no distinguen niveles de impacto y sus

interrelaciones, o no abordan contenidos matemáticos. La perspectiva de Assude et al. (2010), a diferencia de los estudios citados, propone un análisis multicausal sobre la integración de las TD en las prácticas de enseñanza en matemáticas, considerando cuatro niveles:

- *Político, económico, social y cultural*: acciones propuestas en las políticas educativas, que reflejan sus líneas de acción en los planes y programas educativos. Incluye también, las demandas que la sociedad hace a la educación.
- *Matemático y epistemológico*: experiencias de las prácticas matemáticas de las instituciones que generan conocimiento matemático (p.e. facultades y centros de investigación), así como la relación entre los objetos matemáticos, sus representaciones, la construcción del conocimiento matemático y su validación.
- *Escolar e institucional*: infraestructura (tanto material como formativa –aspectos técnico y didáctico) de que dispone el profesor en su escuela.
- *De aula y didáctico*: el salón de clases visto como un sistema didáctico conformado por el maestro, estudiantes y los conocimientos matemáticos, en el que surgen prácticas que evidencian factores personales (el cómo, para qué y por qué de su uso), dinámica del aula (modelo pedagógico implementado) y las transformaciones que sufre el conocimiento matemático para que pueda ser aprendido.

Acerca de los usos de las TD en las prácticas docentes, Hughes (2005) identifica tres que hemos adecuado para el caso de matemáticas: 1) como reemplazo de los recursos y actividades sin modificar la dinámica de la clase, el rol de los actores ni las acciones cognitivas (p.e., proyección de una lección del libro de texto); 2) como amplificador de las actividades y algunas acciones cognitivas que se diversifican con la intención de complementarlas (p.e., adaptar actividades de papel y lápiz, comprobar un resultado, ilustrar conceptos o intercambiar informaciones y propuestas); y 3) como transformador cuando las TD modifican sustancialmente las prácticas de enseñanza, impactan en el aprendizaje y contribuyen al desarrollo cognitivo del estudiante.

Creemos que es posible medir algunos factores que inciden en la integración de la tecnología, mediante el cuestionario -sustentado en los referentes antes enunciados- así como los usos de la tecnología en la clase de matemáticas. En la investigación global el nivel de “el salón de clase y la didáctica de las matemáticas” así como los usos de las TD, se contrastan y complementan con los datos tanto del cuestionario como los obtenidos de otros dos instrumentos, observaciones de clase y entrevistas.

3. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.

La hipótesis a validar a través del cuestionario es: *Una mayor competencia de los docentes en las dimensiones Tecnológica, Didáctica-Pedagógica, y de Contenido, implica mayores posibilidades de diversificar los usos de las TD (como reemplazo, amplificador y transformador) para enseñar matemáticas.* Puesto que:

- Cuando la propuesta de uso de TD -proveniente de los ámbitos político, institucional o de aula- está centrada en la enseñanza, los usos que se promueven son de reemplazo o reemplazo-amplificador.
- Cuando la propuesta de uso de TD está centrada en el aprendizaje de los alumnos, los usos de TD (reemplazo-amplificador-transformador) coexisten para lograr los objetivos didácticos.

4. ENTRE LO MACRO Y LO MICRO: UN ACERCAMIENTO METODOLÓGICO.

Nuestra investigación se realizó en escuelas públicas mexicanas con distinta estructura y modalidad (urbanas, rurales e indígenas) y con distintos niveles de logro educativo en matemáticas. La muestra tomó en cuenta la diversidad de cuatro entidades (Ciudad de México, Estado de México, Oaxaca y San Luis Potosí), que tienen condiciones diferenciadas por a) contextos geográficos; b) condiciones de equipamiento, conectividad y modalidades de incorporación y uso de tecnologías (uno a muchos, o laboratorio de cómputo o aula de medios); c) formación tanto inicial como continua en matemáticas escolares y uso de TD; d) concepciones sobre el papel de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas; y e) los contenidos matemáticos que se abordan.

4.1. Descripción y estructura general del Cuestionario para Profesores de Matemáticas en Primaria (CPMP).

El CPMP es un instrumento tanto psicométrico como cualitativo que evalúa las competencias Tecnológica, Didáctico-Matemática y de Contenido Matemático, a través de 41 reactivos en diferentes formatos y contenidos en:

- a) *Escalas tipo Likert* de cinco opciones de respuesta: 1. Muy en desacuerdo a 5. Muy de acuerdo; 1. Nunca a 5. Siempre; 1. Nada a 5. Una gran cantidad. Y de tres opciones de respuesta 1. No; 2. Sí; 3. No sé.
- b) *Escalas dicotómicas* de Sí y No.
- c) *Escalas de tipo ordinal* en donde se le pide al sujeto ordenar una serie de elementos por importancia.

El CPMP también contiene: a) reactivos que evalúan variables nominales; b) preguntas que solicitan una respuesta abierta, desarrollada; c) reactivos que evalúan los

conocimientos del profesor en matemáticas mediante la respuesta por explicación desarrollada, y d) preguntas sobre datos personales (preguntas abiertas y variables nominales). Los datos que se aportan al análisis cualitativo de esta investigación (Cohen, Manion & Morrison, 2007) se obtienen de las preguntas abiertas del CPMP, de entrevistas a maestros y de observaciones no participantes de clase. La estructura del CPMP consta de cuatro secciones:

1. *Datos personales* (codificados como *D*). Pregunta sobre datos generales, de formación y laborales, a partir de 12 reactivos.
2. *Tecnologías digitales (TD)* para su práctica en el aula. Identifica, a partir de 13 reactivos, factores que inciden en el proceso de integración de TD a las clases de matemáticas y estudia las concepciones que tiene el profesor sobre los usos de estas herramientas.
3. *Prácticas de enseñanza* en las que se indaga sobre dos categorías: Didáctico – Matemática (DM) y de Contenido Matemático (CM). Se conforma por 6 ítems con la intención de indagar sobre la enseñanza y aprendizaje de un contenido matemático de la escuela primaria, fracciones.
4. *Situación de enseñanza*: basada en una observación de clase sobre la ubicación de números decimales y fracciones en la recta numérica, describe sucesos entre un profesor y sus estudiantes, ante los cuales hay que expresar una postura o hacer una elección. Esta sección indaga, mediante 10 ítems, sobre tres categorías: Didáctico – Matemática (DM), Contenido Matemático (CM), y Tecnológica.

4.2. Proceso de construcción y validación del CPMP.

Las categorías y subcategorías de este estudio organizan el cuestionario y de ellas derivan los indicadores y reactivos/preguntas del mismo. Si bien las subcategorías se afinaron durante los procesos de diseño y validación, su construcción deriva de un proceso apriorístico (Cisterna Cabrera, 2005; Elliot, 1990) y no de un proceso emergente.

Se realizaron dos validaciones al instrumento antes de ser aplicado a los 100 profesores que conformaron la muestra.

1. Validación cuantitativa: La versión inicial del cuestionario fue piloteada con un grupo de 60 profesores. A partir de estos resultados, el instrumento se reelaboró para la validación de expertos. Dichos cambios se pilotearon con grupos pequeños (5 maestros por estado).

2. **Validación cualitativa:** El cuestionario tuvo una validación de contenido mediante juicio de expertos para determinar hasta dónde las categorías, subcategorías y reactivos/preguntas eran representativos “del dominio o universo de contenido de la propiedad que se desea medir” (Ruíz, 2002: 75).

Procedimiento para la validación: La revisión de expertos contó con especialistas seleccionados por su formación y experiencia para evaluar tanto el contenido como su estructura metodológica. El perfil de los expertos incluía formación en el campo de Educación Matemática con uso de tecnologías; Matemáticas, y/o formación en Investigación Educativa, específicamente de corte cuantitativo.

Para dicho proceso se elaboraron rúbricas de evaluación y codificación por Categoría, Subcategoría y reactivo. A continuación se describen los tres pasos del proceso:

Paso 1. Evaluar las categorías y sub-categorías en términos de dos aspectos: ser mutuamente excluyentes y ser exhaustivas (ej. Arnau, Anguera y Gómez, 1990). Para ello se pidió a los jueces que valoraran:

- a. La exclusividad y exhaustividad² de las categorías con relación al constructo general.
- b. La exclusividad y exhaustividad de las categorías con relación a sus sub-categorías.

Para ello, y como parte de los documentos entregados, se generaron matrices de doble entrada donde los expertos vertieran sus respuestas, considerando las opciones Sí, No, Parcialmente y un recuadro para observaciones.

Paso 2. Evaluar la *validez total aparente* del instrumento (ver Figura 1). Los expertos debían contestar a cuatro preguntas abiertas.

- a. Si el constructo (competencias de los profesores en la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria) se mide con las tres categorías (competencias) planteadas.
- b. Si cada categoría está representada por sus subcategorías.

² Cada uno de estos términos se definió para los jueces.

Pregunta 1. Subcategorías (nivel 1) Políticas Educativas y socio-culturales (PCS) y de Epistemología y matemáticas (E).
 En esta pregunta se busca indagar por factores que inciden en la integración de TIC en Educación.

	Pertinencia	Relevancia	Complejidad	Claridad	Sub-categoría Nivel 2
a. Su uso está planteado en los planes y programas vigentes.					PSC1
b. Son herramientas que permiten hacer operaciones, construcciones geométricas y gráficas más rápido que los recursos tradicionales, como papel y lápiz y juego de geometría.					EM5
c. Su uso es una necesidad para los nuevos ciudadanos del siglo XXI y debo preparar a mis alumnos para las actuales demandas sociales, científicas y tecnológicas.					PSC1
d. Facilitan la enseñanza, pues ofrecen recursos con sonido e imagen, que para los alumnos son más atractivos que los materiales impresos.					PSC1 y PSC4
e. Permiten trabajar con las diversas maneras en que los alumnos pueden trabajar en la clase (individual, en equipo, con diversos materiales).					PSC1
f. Permiten trabajar los diversos ritmos de aprendizaje de los alumnos.					PSC1

Figura 1. Ejemplo de un reactivo para validar el instrumento por parte de los expertos.

Paso 3. Evaluar cada uno de los ítems o reactivos contenidos de las tres categorías en términos de su *pertinencia*, *relevancia*, *completitud* y/o *claridad*, y su correspondencia con la subcategoría señalada. Los reactivos fueron evaluados en el mismo formato del cuestionario entregado a profesores, pero en vez de las escalas Likert contenían los cuatro criterios de calificación: *pertinencia*, *relevancia*, *completitud* y/o *claridad*.

Al finalizar dicha evaluación y una vez que los expertos emitieron su dictamen (evaluación de las categorías y sub-categorías, y validación del cuestionario para jueces), se generó una base de datos a fin de analizar los resultados y hacer los ajustes correspondientes. Se obtuvo un índice de grado de acuerdo inter-jueces adecuado, que por no ser el punto central de este capítulo, no se incluye.

4.3. Ejemplos de subcategorías y reactivos de la competencia tecnológica.

La sección Tecnológica del cuestionario está formada por 13 ítems, diez de respuesta cerrada y tres de respuesta abierta. El objetivo es recuperar conocimientos matemáticos que los maestros destacan como necesarios para enseñar matemáticas con TD; el sentido pedagógico que los profesores asignan a estos recursos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; las acciones que realizan para integrarlas y los factores que reconocen como intervinientes en su incorporación a la enseñanza. Junto

con el resto de secciones, muestra además las concepciones acerca de las matemáticas y las TD, como referentes macro de las definiciones que el maestro toma en situaciones específicas de enseñanza. Dos ejemplos de reactivos son:

- **Pregunta abierta:** "Si las conoce, indique dos páginas web que incluyan actividades/información sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas."
- **Pregunta de Escalas tipo Likert.** Véase la Figura 2.

Algunas subcategorías que se evalúan:

- Promover el uso de TD centrado en la enseñanza (p.e., proyectar, explicar, ejemplificar, motivar, dirigir la clase, completar información), esto es, como un auxiliar sin generar cambios en sus prácticas.
- Elegir TD para realizar acciones -por parte del profesor o el alumno- de manera eficiente y eficaz (comprobar, calcular más rápido, ilustrar, simular experimentos) sin generar cambios en las tareas de la enseñanza ni del aprendizaje.
- Promover el uso de TD centrado en el aprendizaje (p.e. explorar, comparar, conjeturar, validar, trabajo en equipo/cooperativo, experimenta) de manera que contribuyan a la comprensión de contenidos matemáticos.

5. FACTORES QUE INCIDEN EN LA INTEGRACIÓN DE TD Y USOS QUE SE PONDERAN EN LA CLASE DE MATEMÁTICAS.

Resultados desde un análisis de estadística descriptiva. Los factores de integración de TD en la clase de matemáticas (Assude et al, 2010) identificados en las respuestas al cuestionario señalan una aceptación de los profesores, en general, sobre el uso e importancia de las TD como una necesidad para los ciudadanos del siglo XXI (47%), y lo reconocen dentro de lo emanado de las propias políticas educativas (80%). Aunque el 85% de los encuestados las consideran como apoyo a los procesos de enseñar y aprender matemáticas, 63 profesores manifiestan que los alumnos se distraen de la actividad matemática al usarlas y que ello va en detrimento de destrezas básicas de los alumnos para operar, estimar, etc. (52%). Lo anterior evidencia que los participantes asumen el discurso de las políticas educativas nacionales y las exigencias de la sociedad sobre el uso de TD (nivel *político, económico, social y cultural*) aun cuando no lo articulan con el potencial de estas herramientas en el aprendizaje de las matemáticas (nivel *de aula y didáctico*). En cuanto a infraestructura, si bien en el 64% de las escuelas en la que laboran los participantes se cuenta con aulas de medios, el 86% de éstas no reciben mantenimiento para su buen funcionamiento. Referido a la capacitación, 51% de los profesores reportan haber recibido formación sobre aspectos tecnológicos pero centrados más en el manejo de equipo de cómputo y software. No se informa de cursos formativos donde se vinculen los aspectos tecnológicos con contenidos matemáticos y su didáctica,

eso es coherente con que el 70% manifieste interés por aprender a adaptar TD existentes para el aprendizaje de contenidos matemáticos, según las necesidades de sus alumnos y los programas vigentes. Aunque los profesores muestran interés por usar las TD en sus clases no cuentan con las condiciones necesarias y suficientes para llevarlo a cabo (niveles *Escolar e institucional* y *de aula y didáctico*).

A nivel del aula y didáctico específicamente, los datos de las preguntas que indagan sobre los usos son contrastantes. Por un lado (véase Figura 2) se evidencia una diversidad de usos de las TD con preponderancia en el uso transformador. Sin embargo, al analizar los 27 diferentes sitios web que sugieren los docentes, sin importar la frecuencia de enunciación, estos sitios son en su mayoría, repositorio de ligas a recursos en páginas web que ofrecen una selección de hojas de trabajo o ejercicios, digitalizados en formato Word o PDF, para impresión. Otros diversifican actividades y recursos, al incluir multimedios como imágenes, videos, algunos preexistentes, otros, creados ex profeso, con nula o limitada posibilidad de modificar la información contenida. Las actividades de matemáticas planteadas para el alumno y el maestro, demandan de un dominio tecnológico y matemático mínimo, por su diseño, por la interacción que proponen y por el tratamiento que hacen del contenido. Son i) juegos educativos o ii) actividades y ejercicios para contenidos escolares específicos; organizados por grados, o niveles en función de la complejidad del tema. Sin embargo, en ambos casos, las actividades consisten en observar, identificar, completar, colorear, asociar; utilizando imágenes, información numérica o geométrica para realizar cálculos u operaciones y aplicar fórmulas. La información o procedimientos propuestos, promueven que el usuario los aplique en situaciones similares. Cuando incluyen actividades a resolver en plataforma, éstas no ofrecen interacción o retroalimentación y si la hay, está centrada en el resultado y no en los procesos. El diseño e interactividad que se propone en estas páginas, ofrecen evidencias para caracterizar la conceptualización que estos sitios hacen de las TD como de reemplazo o, a lo más, amplificador. Sin embargo, surgen inconsistencias ya que por un lado, los datos sugieren carencias de infraestructura, falta de disponibilidad de equipos en el aula o de mantenimiento o de formación y por otro, siempre o casi siempre las TD se emplean para promover aprendizajes y el desarrollo de pensamiento matemático. Resultados que requieren contrastación con las entrevistas pero principalmente con las observaciones de clase.

Al momento de integrar tecnologías digitales en su clase de matemáticas, ¿con qué frecuencia realiza las siguientes acciones?

Acciones	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
a. Proyectar información (video, definiciones, ejemplos, lección del libro de texto, presentaciones ppt, hojas de trabajo, ...)	6.9%	15.7%	47%	11.8%	9.8%
b. Realizar los cálculos numéricos	6.7%	9%	41%	14.7%	17.6%
c. Favorecer que los alumnos planteen sus propios procedimientos y los contrasten con los del resto del grupo	14.7%	33.3%	24.5%	6.9%	9.8%
d. Favorecer que los alumnos planteen sus propios procedimientos y los contrasten con los del libro de texto	15.7%	34.3%	21.6%	9.8%	8.8%
e. Construir gráficas y figuras geométricas, conjuntamente con los alumnos	10.78%	26.5%	30.4%	4.9%	16.7%
f. Integrar diferentes representaciones de un concepto matemático	9.8%	22.5%	34.3%	9.8%	10.8%
g. Promover en los alumnos la exploración para resolver situaciones problemáticas	15.7%	25.5%	28.4%	9.8%	9.8%
h. Usar la información encontrada en internet para exponer el tema de la clase	10.8%	23.5%	42.2%	5%	7.8%
i. Realizar ejercicios similares a los propuestos en el libro de texto	19.6%	19.6%	38.2%	2.9%	8.8%
j. Usar programas que simulen experimentos como dados, la balanza, medidas de capacidad	5.9%	15.7%	32.3%	17.7%	16.7%
k. Usar el pizarrón electrónico para realizar con todo el grupo los ejercicios del libro	1%	9.8%	23.5%	17.6%	37.2%
l. Explicar el procedimiento a seguir para resolver las actividades y así los alumnos las resuelvan individualmente	26.5%	3%	32.4%	11.8%	14.7%

Reemplazo; reemplazo-amplificador; amplificador; amplificador-transformador; transformador

Figura 2. Ejemplo de un reactivo para identificar tipos de uso de TD en clase de matemáticas.

Resultados desde un análisis correlacional y la validación de la hipótesis. Para probar la hipótesis, a partir de la aplicación del cuestionario, se utilizó la lógica simbólica (antecedente/consecuente) y la estadística descriptiva. En este contexto se consideró a una variable como la representación estadística de una pregunta/reactivo. A continuación se muestra la matriz que despliega dicha desagregación:

Hipótesis 3	Antecedente 1	Una mayor competencia de los docentes en las dimensiones Didáctico Matemática,	-	26	29	30+	31	36	38	41	43	43
	Antecedente 2	tecnológica	-	No se puede medir en el cuestionario, solo en observaciones de clase								
	Antecedente 3	y de contenido matemático	F	27	28	34	35	37				
	Consecuente	implica mayores posibilidades de diversificar los usos de las TD (como reemplazo, amplificador y transformador) para enseñar matemáticas.	?	39	40	43						
Hipótesis 3.1	Antecedente	Cuando la propuesta de uso de TD -proveniente de los ámbitos político, institucional o de aula- está centrada en la enseñanza		13.10:5	13.12:5	13.32:5	13.42:5	13.15:5	14.3:5	14.4:5	14.7:5	
	Consecuente	los usos que se promueven son de reemplazo o reemplazo-amplificador.	V	19.4:5	19.6:5	19.7:5	21.3:5	21.4:5	21.8:5			
Hipótesis 3.2	Antecedente	Cuando la propuesta de uso de TD -proveniente de los ámbitos político, institucional o de aula- está centrada en una enseñanza que recupera los conocimientos de los alumnos y promueve nuevos aprendizajes		13.3:5	13.5:5	13.6:5	13.9:5	19.3:5	19.5:5	19.8:5	19.10:5	
	Consecuente	diversificación de usos de TD (reemplazo amplificador)	F	40.3:5	40.6:5	40.7:5	17.5:5	17.6:5	17.10:5	17.3:5	17.4:5	

Figura 3. Matriz de relación hipótesis (antecedentes y consecuentes), reactivos y variables a cruzar.

discurso del maestro, y probablemente, sus acciones al integrar TD en la clase de matemáticas.

6. REFLEXIONES FINALES.

Los resultados de investigaciones mixtas ofrecen una mirada holística (macro y micro) y complementaria de los fenómenos educativos. En nuestro caso, el cuestionario permitió indagar por conocimientos de los profesores sobre las condiciones institucionales, de formación y uso de las TD en la clase de matemáticas. Uno de los retos principales en este estudio ha sido el diseño y fundamentación del cuestionario. La construcción de ítems para capturar rasgos de prácticas de enseñanza mediadas con TD, dadas las limitaciones que un instrumento como éste tiene, resultó compleja. También lo fue indagar sobre la competencia tecnológica con herramientas de lápiz y papel. Empero, como se ha mostrado en este capítulo, los resultados permiten a) contextualizar las situaciones en que los maestros buscan integrar las TD para enseñar matemáticas; b) identificar los diversos usos que los maestros hacen de las TD en sus prácticas de enseñanza, aspecto central para validar nuestra hipótesis, pese a limitaciones de infraestructura y de formación; y c) obtener información de una población más amplia de profesores ya que realizar observaciones y entrevistas directas e individuales, es poco viable en términos de costos y tiempos para equipos de investigación con financiamiento limitado.

La validación de la hipótesis aquí planteada ratifica el potencial de la categorización construida en esta investigación para tipificar los usos que profesores de educación primaria (de quinto y sexto grado) hacen de las Tecnologías Digitales disponibles para sus clases cotidianas de matemáticas a saber, reemplazo, reemplazo-amplificador, amplificador, amplificador-transformador y transformador. Esta aportación sirve como referente para el diseño y análisis de materiales con soporte digital así como para orientar decisiones de selección y propuestas de uso de dichos materiales. Es decir, su alcance puede abarcar el análisis de objetos de aprendizaje, portales educativos, diseños de cursos en línea, entre otros. Y ser referente para grupos de expertos en dictaminación de materiales en formato digital así como para los diseñadores instruccionales y programadores. Además, consideramos que en el diseño e implementación de propuestas formativas y de desarrollo profesional de profesores que enseñan matemáticas, es necesario incluir actividades donde los participantes reconozcan la diversidad de usos de las TD a partir de las intenciones didácticas, de los contenidos a abordarse y el diseño

mismo del recurso. Aspectos que resultan fundamentales para la selección e integración de TD en la clase.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Área Moreira, M. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos. *Revista de Educación*, 352. Mayo-Agosto, pp. 77-97.
- Arnau, J., Anguera, T. y Gómez, J. (1990). *Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento*. Murcia: Universidad, Secretariado de Publicaciones.
- Assude, T., Buteau, C., y Forgasz, H. (2010). Factors influencing implementation of Technology-Rich Mathematics curriculum and practices. En Hoyles, y Lagrange (Eds), *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. Springer Science+Business Media, LLC.
- Becta (British Educational Communications and Technology Agency), (2004). *A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers*. <http://www.becta.org.uk> [Consultado 8-03-2013]
- Chong, A. (2011). *Conexiones del desarrollo: Impacto de las nuevas tecnologías de la información*. Washington DC, Desarrollo en las Américas BID.
- Cisterna Cabrera (2005) Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14 (1), 61-71.
- Claro, M. (2010). *Documento de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes: Estado del arte*. División de Desarrollo Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. New York: Taylor & Francis Group.
- Díaz-Barriga, F. (2007). La innovación en la enseñanza soportada en TIC. Una mirada al futuro desde las condiciones actuales. *Memorias de XXII Semana Monográfica Santillana de la Educación: Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación: retos y posibilidades*. Fundación Santillana [Consultado el 14 de mayo de 2011 de www.oei.es/tic/santillana/Barriga.pdf]
- Elliot, J. (1990) *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- Gross, B. (2000). *El ordenador invisible*. Barcelona: Ariel.
- 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.
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Rabardel, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. *Actes de lécole d'été de didactique des mathématiques*, Houlgate 18-21 Août, IUFM de Caen, 203 - 213.
- Reisner, R.A. (2001). A History of Instructional Design and Technology: Part I. A History of Instructional Media". *Educational Technology Research and Development*, 49(1), 53-64.
- Rico, L. y Lupiáñez, J. L. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza Editorial.
- Rojano, T (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: Proyecto de innovación educativa en Matemáticas y Ciencias en escuelas secundarias públicas de México. *Revista Iberoamericana de Educación*. Nº 33, 135-165.

- Ruiz, C. (2002). *Instrumentos de investigación educativa: Procedimientos para su diseño y validación*. Barquisimeto. CIDEG (Centro de Investigación y Desarrollo en Educación y Gerencia).
- Sunkel, G., y Trucco, D. (2010). *Nuevas tecnologías de la información para la educación en América Latina: riesgos y oportunidades*. División de Desarrollo Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile: Naciones Unidas.