



¿Están preparados los profesores de matemáticas para implementar las tecnologías digitales en sus prácticas?

María de Lourdes **Miranda** Quintero
CINVESTAV-IPN.
México D. F.
mmiranda2002@hotmail.com

Sandra Evely **Parada** Rico
CINVESTAV-IPN.
México D. F.
sparada@cinvestav.mx

Resumen

Este documento da cuenta, a partir de dos investigaciones, de las formas como se están adaptando los profesores del nivel medio y medio superior de México a los cambios tecnológicos, como respuesta a las necesidades del siglo XXI y a las reformas curriculares propuestas por organismos nacionales e internacionales en los últimos tiempos. En el presente artículo se muestran algunos resultados de investigaciones en curso que presentan evidencias de cómo los maestros están incorporando algunas herramientas tecnológicas y de comunicación en sus prácticas de aprendizaje y de enseñanza, y de las formas como están comprendiendo estos procesos de incorporación de las tecnologías digitales (TD) en la educación matemática.

Palabras clave: Globalización, didáctica, matemática, tecnologías digitales, comunidades de práctica, currículo, nivel medio y medio superior.

Introducción

En la práctica profesional se propicia la concurrencia de los conocimientos (científicos y técnicos) de la realidad concreta y de las actividades cotidianas. Para definir las prácticas del

profesor de matemáticas Parada (2010) retoma los aspectos que Ponte & Serrazina (2004) señalan como ejercicios propios de la actividad docente de los maestros: i) promover actividad matemática en clase; ii) seleccionar usar y diseñar materiales didácticos, iii) comunicarse en el aula; iv) considerar aspectos curriculares; v) evaluar; vi) colaborar en la comunidad educativa y; vii) la de profesionalizarse.

Con relación a las prácticas docentes del profesor de matemáticas, durante la década de los 90s se da un auge en la producción de reformas e innovaciones educativas, motivadas principalmente por la acelerada transformación que producen los avances en la ciencia y la tecnología. En foros educativos internacionales se ha enfatizado que los profesores necesitan una profesionalización que potencie sus conocimientos y habilidades necesarias para el siglo XXI - en particular incorporando el uso de las tecnologías digitales (TD) en su práctica docente. Pero, ¿están preparados los profesores para esto? Al respecto, Sacristán et al (2009) mencionan que el proceso de habituación de los maestros en el uso de las TD, es lento y requiere de un seguimiento.

Nosotras hemos observado, en nuestras investigaciones actuales, que las características de la cultura escolar y de los mismos maestros de secundaria y media superior en el México de hoy, no favorecen la incorporación de las TD en el aula. Por un lado, es necesario traspasar la brecha digital (en términos de Prensky, 2001, los maestros son inmigrantes digitales), ya que el conocimiento de los profesores, con relación al uso de las TD, es derivado de sus interacciones con su contexto real y del uso que le dan (Liu & Huang, 2005); es decir, si en su propia vida los profesores no usan TD, o las usan de manera muy limitada, esto repercutirá en su percepción y uso en la práctica docente.

En casi todos los países del mundo se han realizado reformas educativas con las que se intenta unificar los objetivos de la educación a partir de las necesidades actuales, y por la modernización. Para cumplir con los objetivos propuestos por dichas reformas se han creado a nivel mundial diversos foros y agrupaciones que presentan propuestas, y hacen seguimientos a las mismas.

Con relación a lo anterior, la UNESCO, a través de la Oficina Internacional de Educación (OIE), ha impulsado la Conferencia Internacional de Educación (CIE) que es un foro para el diálogo entre los ministros de educación a nivel mundial, y conferencias regionales similares (e.g. la Conferencia Iberoamericana de Educación). La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), es otro organismo internacional que da gran importancia a propuestas educativas internacionales, y constituye uno de los foros mundiales más influyentes y que ha mantenido como objetivo la mejora de la calidad de la enseñanza incorporando las herramientas tecnológicas como apoyo didáctico.

También, la Comisión Internacional de la Instrucción Matemática (ICMI) ha generado foros de diálogo entre sus diferentes países miembros, como el Congreso Internacional de Educación Matemática (ICME) – el cual se celebra cada cuatro años – para discutir y estudiar todos los asuntos relacionados con la educación matemática en todos los niveles educativos. El ICME constituye un importante espacio para la generación de propuestas, uno de sus principales objetivos es impulsar el estudio de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas.

Entre los acuerdos tomados en el marco de la VIII Conferencia Iberoamericana de Educación se menciona la importancia de “favorecer el conocimiento y aprovechamiento de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, así como su aplicación pedagógica,

eficiente y crítica...” (OEI, 1998, p. 4). En particular, en Estados Unidos el *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) sugiere que los profesores necesitan ampliar sus conocimientos para reflejar los cambios curriculares y tecnológicos.

Algunos de los puntos fundamentales en los procesos de reforma que se relacionan con la didáctica del profesor, radica en la necesidad de implementar herramientas tecnológicas en sus clases. Desde finales del siglo pasado, el uso de las computadoras adquirió gran relevancia, debido a los rápidos avances tecnológicos y a su penetración en la sociedad a nivel global. Las tecnologías están consideradas como parte fundamental de los procesos de reforma y a su uso como apoyo educativo. Actualmente la utilización de nuevos entornos digitales en procesos de enseñanza y aprendizaje innovadores, obliga a cuestionarse ¿qué tanto entiende el profesor de estas innovaciones como potencializadoras de aprendizajes? Papert (1993) menciona que los procesos de innovación en las escuelas se presentan de manera lenta debido a la resistencia que presentan los profesores a lo desconocido.

El NCTM (2000) menciona que el uso de la tecnología debería utilizarse amplia y responsablemente para lograr una formación matemática completa, ya que esto facilita la visualización del estudiante sobre las ideas matemáticas, ahorrándole tiempo al realizar cálculos de manera eficiente y precisa, enfocando su atención en la toma de decisiones, reflexionar, razonar y resolver problemas. También, Sacristán (2005) menciona que el uso de la computadora crea un nuevo dominio epistemológico en el estudiante. Moreno y Santos (2001) sugieren que

“al manipular los objetos matemáticos con los instrumentos computacionales se facilita la construcción del sentido de los objetos matemáticos bajo estudio” (p. 96).

En todo caso, es clara la importancia que ha adquirido el uso de las herramientas tecnológicas en el aula, y que debieran ser un componente importante para lograr una educación integral.

En países de todo el mundo se investigan las formas como se han incorporado algunas herramientas tecnológicas en la educación, su efectividad y aprovechamiento para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Kilpatrick y Cuban (1998) hacen un recuento de como se observaron los cambios a lo largo de 30 años y mencionan que hasta ese momento el uso que se ha dado a las computadoras en el aula ha mostrado, tener un efecto moderado, e incluso a veces nulo, referente al rendimiento académico de los estudiantes. También, en México Trigueros (2007) y Trigueros, Sacristán & Guerrero (2008) han enfatizado, en particular, en la importancia de centrarse en el uso de la enseñanza con tecnología.

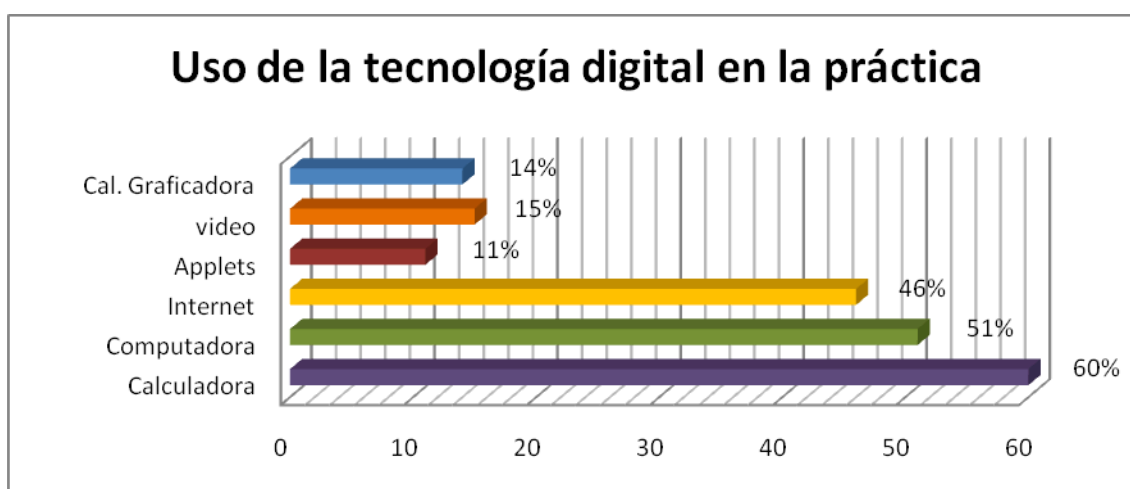
En una de nuestras investigaciones se utilizó un cuestionario para saber, entre otras cosas, si los profesores de Educación Media Superior (EMS) utilizan las herramientas tecnológicas en su práctica. A pesar de que muchos manifestaron usar la tecnología en sus clases de matemática, en visitas a las aulas se observó que su uso es muy escaso y la mayoría de las veces nulo. En otro estudio que venimos realizando, en el que se han propuesto actividades de desarrollo profesional mediadas por un portal colaborativo virtual en comunidades de práctica (en términos de Wenger 2001) de profesores de nivel medio, se ha observado una participación insuficiente de los maestros en este aspecto tecnológico. Al indagar sobre las razones de esto, los maestros mencionan falta de tiempo y de acceso a Internet; sin embargo, en una observación directa de la interacción de los profesores con la herramienta, se detectó la poca familiaridad que ellos tienen con la computadora, con los entornos virtuales y con Internet. A continuación presentaremos algunos datos recabados en las investigaciones mencionadas.

Maneras como los maestros incorporan las TD en sus clases de matemáticas

Para observar cómo están entendiendo los maestros de medio superior la incorporación de las TD en clase de matemáticas, se aplicó un cuestionario a 145 profesores, 70 del Distrito Federal (ciudad capital) y 75 en el interior de la república mexicana. Este cuestionario tuvo como objetivo recabar información en forma general de los conocimientos que tienen los profesores acerca de los cambios en las propuestas educativas mundiales, referentes al uso de las herramientas tecnológicas como apoyo didáctico entre otras cosas. Algunos maestros respondieron que utilizaban herramientas tecnológicas como apoyo didáctico en su práctica como lo muestra la siguiente tabla

Tabla 4

Uso de algunas de las herramientas tecnológicas por profesores de matemáticas el nivel medio superior en México.



De estos profesores que manifestaron utilizar TD se hizo una selección para entrevistarlos y videograbar su práctica en el aula, esto con el fin de observar cómo están incorporando las TD con sus estudiantes. De las observaciones en el aula se pudo extraer la siguiente información:

- Todos los entrevistados coinciden en que el uso de la tecnología se ha convertido en parte esencial en todos los ámbitos laborales y que es importante su incorporación en la didáctica como herramienta de apoyo. Sin embargo, no se logró grabar a ningún maestro utilizando TD para promover actividad matemática significativa en los estudiantes.
- Algunos profesores mencionaron que utilizan la tecnología cuando la temática de la asignatura implica elaborar graficas, para esto, llevan a los estudiantes al aula de cómputo sólo una vez al semestre o al año con el fin de enseñarles el uso del software para graficar. Sin embargo, la utilización que le dan es solamente con fines comparativos de los resultados, por ejemplo utilizan este software en la computadora o el teléfono celular, para verificar la grafica que hicieron en papel y lápiz.
- Otros profesores mencionaron que utilizan el Internet, como medio de consulta o para el envío de tareas a través del correo electrónico.

- Muchas instituciones no están equipadas con centros de computo y las que sí cuentan con ellas no capacitan al profesor para explotar su uso como herramienta didáctica significativa en el aula.

A partir de estas observaciones podemos decir que aunque los profesores están al tanto de los cambios en torno a las TD y de la urgencia que representa su uso en la sociedad y la vida cotidiana, en su didáctica se refleja una comprensión parcial sobre lo que esto implica.

Acercamiento de los maestros a las TD en sus procesos de desarrollo profesional

En otra investigación de acción colaborativa realizada con dos comunidades de profesores de nivel medio (una en Ciudad Juárez y otra en el Estado de México), se busca incentivar la participación y comunicación constante entre los integrantes de las comunidades, para ello se propone una forma de trabajo virtual y presencial. Para el trabajo virtual se utiliza un portal colaborativo que cuenta con: i) Herramientas para el desarrollo profesional como: bancos de archivos propuestos por investigadores externos y del Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav que conforman la comunidad de práctica (CP); relatorías y presentaciones de las sesiones de trabajo; repositorio de materiales compartidos por los maestros – videos, archivos, planeaciones; así como enlaces a páginas Web de matemática educativa y de otras comunidades, y direcciones que dan accesos a software y material gratuito, entre otras cosas. ii) Herramientas para la comunicación (foros de discusión y blogs) con las que se espera la socialización de inquietudes y necesidades por parte de los participantes. El objetivo de incorporar un espacio virtual de formación y comunicación de los profesores, es que ellos se encuentren y se auxilien permanentemente para resolver sus conflictos conceptuales y didácticos.

Las Actividades del foro están diseñadas para enfrentar al maestro con el contenido matemático que enseñan, y están divididas en dos grandes partes: resolución de problemas que los llevarán a analizar sus dominios del tema y la otra que pretende orientar el diseño de una secuencia de aprendizaje, la cual posteriormente se aplicará y de la cual se espera que se socialicen. También se proponen applets construidos con diferente software de geometría dinámica, con el fin de mostrar diversidad de formas de acercarse a los contenidos y responder a los intereses de los maestros, pues ellos dicen que necesitan trabajar sobre el diseño de situaciones de clase en las que se usen las TD.

La participación de los profesores en el portal de ambas comunidades fue escasa. Por ejemplo, de los 31 participantes de la CP de Ciudad Juárez, 23 están registrados en el portal y de ellos participan regularmente 4 maestros -con esto nos referimos a que suben recursos, comparten materiales, responde a los foros- el resto de los participantes ingresa al portal para descargar relatorías de las sesiones o los materiales que allí se suben y también para usar los enlaces a otras páginas donde se pueden descargar software y otras herramientas didácticas. La respuesta de los participantes de esta CP a los foros de discusión, inicia hasta el tercer mes de poner a sus servicio el portal, algunos maestros rompieron el hielo y subieron sus respuestas a las actividades del foro sobre área y perímetro de las figuras, pero no a través del espacio de discusión sino que construyeron documentos o enviaron mensajes en el espacio que ellos tienen destinado para su Base de archivos.

En la CP del Estado de México de los 43 maestros inscritos en la comunidad, 22 están registrados en el portal y de ellos participan activamente 7 maestros. En esta comunidad los

maestros registrados inician rápidamente la exploración de la base de archivos, de los enlaces y abren un foro de discusión sobre un problema de ecuaciones, el cual es muy interesante y aunque tiene sólo 7 respuestas de las 113 visitas, deja ver que los maestros sí tienen muchas preguntas que vale la pena discutir. También otro maestro abre un foro de opinión sobre competencias matemáticas, mismo que registra sólo 3 respuestas y 63 visitas, reflejando los intereses de los maestros, pero el temor para opinar.

En esta comunidad para el primer semestre se propuso un foro sobre el uso de los números negativos, aquí los maestros mostraron algunas inquietudes con relación a sus dificultades para interactuar con el portal, por tal motivo, se propuso un taller en una de la escuela. En el taller se realizó la actividad práctica propuesta para el mes, el cual consistía en adaptar una hoja de trabajo diseñada para los estudiantes, posteriormente aplicarla y finalmente socializar sus reflexiones sobre el proceso. En éste se guió a los maestros para que accedieran, bajaran los archivos, los subieran y respondieran al foro. Fue muy interesante observar lo novedoso que resulta para los maestros interactuar con la computadora, muchos de ellos tienen poca confianza incluso en las cuestiones básicas de la informática como: prender el computador, usar el ratón y utilizar el teclado. Otros sólo comentan que sólo lo usan para digitar documentos y por ello no reconocen las ventanas ni herramientas del explorador.

Para la mayoría de los profesores, especialmente para los de mayor edad, fue complicado entender el lenguaje del portal, por lo que fue necesario explorar de manera individualizada con algunos de ellos. Todo lo anterior para que lograran descargar los archivos, modificarlos y luego subirlos a la base de archivos del portal. Con esto se logró que posteriormente estos maestros interactuaran con mayor confianza con el portal, varios de ellos dieron respuestas a la encuesta sobre el funcionamiento del portal por este medio porque se sintieron con mayor confianza y a partir de ahí han estado subiendo sus archivos.

Al observar la poca participación a través del portal, en ambas comunidades, se realiza una encuesta a los maestros sobre el funcionamiento del portal, se les pidió que respondieran a ésta mediante el foro, o mediante el correo pudiendo descargar el archivo, responderla y subir las respuestas al portal o enviarlas al correo. Aunque el cuestionario tiene más de 100 visitas en el espacio de cada comunidad, a este responden menos de 10 maestros –respectivamente-. La mayoría de respuestas se reciben a través del correo electrónico y de ella se extraen datos como:

- A los profesores les ha interesado ingresar al portal para conocer y bajar actividades para aplicarlas en la clase, además encontrar algunas recomendaciones o sugerencias que les ayuden a mejorar su práctica docente
- Hay participantes que buscan sustento teórico a lo que pasa en sus aulas de clase. Una maestra lo expresa así: "...creo que el saber lo que se hace, como se hace y para que se hace, debe ser guía de nuestra práctica docente...en el portal estoy encontrando estos tres aspectos..."
- Los maestros comentan que les parece interesante cada tema del foro, porque están de acuerdo a los programas, además porque orientan al diseño de situaciones didácticas, además de ayudarlos a organizar sus objetivos de enseñanza.
- Reconocen que no han tenido buena participación en las discusiones, argumentando que esto se debe a que la mayoría de ellos no están acostumbrados a este tipo de actividades de reflexión, sienten temor de equivocarse y sobre todo ponerse en evidencia.

- Todos los maestros aunque cuentan con computadora en su casa o lugar de trabajo, comentan que no han subido respuestas al foro por la falta de experiencia en este tipo de propuestas. Uno de los maestros lo expresa así “ha sido la falta de iniciativa, el temor de ser la primera o algo así... el temor al error o a evidenciarnos a través de una falla...”
- Otros maestros dicen que aún no dominan las TD y por eso les ha sido muy difícil interactuar con el portal, una de las expresiones al respecto es: “Ya estoy intentando adéntrame en estas cuestiones pero si le batallamos.” además “...nos tenemos que auxiliar y establecer compromisos, como ser más constante en los espacios de formación que la CP ofrece...”.
- Los profesores manifiestan que su poca interacción con el portal, es porque no están familiarizados con la computadora. Un maestro lo expresa así: “...en nuestra zona hay maestros que les cuesta trabajo la computadora...y nos da pena que sepan los compañeros...”

A partir de estos resultados se pidió a las directivas institucionales mayor apoyo y acompañamiento cercano a los procesos de los profesores en sus escuelas, sugerencia que fue aceptada y que reflejó un leve aumento en los ingresos al portal y en mayor respuesta mediante archivos construidos y que se subieron al portal. Sin embargo la respuesta a los foros sigue siendo muy escasa. Vale la pena mencionar que para los directores de las escuelas es preocupante lo que está pasando con los profesores, pues ven que hay poco aprovechamiento de los recursos instalados en los laboratorios de matemáticas, posiblemente por las mismas razones que ellos expresaron en las encuestas.

Reflexiones finales

Las reformas educativas de la década de los noventa han afectado todos los ámbitos educativos institucionales en el país. Esto se ve reflejado en los planes de desarrollo de las escuelas y en el currículo escolar. Sin embargo, se percibe que los profesores no comprenden en qué consisten esas reformas aún cuando el 99% de los encuestados reconocen que necesitan implementar cambios que atiendan las necesidades educativas.

Los maestros intentan incorporar las TD en las clases de matemáticas, por ejemplo para hacer representaciones y graficas de diferentes situaciones. Sin embargo, se observa que lo hacen para atender los requerimientos y reformas educativas propuestas por las autoridades, esto es, no logran hacerlo de la mejor manera porque se observa que necesitan más orientación y seguimiento.

De la investigación en curso se puede evidenciar que una posible causa de que los profesores no tengan una buena participación a través del portal colaborativo es por su poca familiaridad con el uso de la computadora, con Internet y más aún más con la interacción con actividades de formación virtual. Es por ello que creemos que se necesitan favorecer experiencias de acercamiento a las TD como medios de aprendizaje para que luego puedan incorporarlas como herramientas de enseñanza. Además creemos que este tipo de procesos requiere de un seguimiento y acompañamiento continuo que permita atender las necesidades que ellos vayan manifestando.

Referencias

Kirkpatrick, H. y Cuban, L. (1998). Computers Make Kids Smarter Right? Technos Quarterly Vol. 7 No. 2. http://www.technos.net/tq_07/2cuban.htm

- Liu, Y. & Huang, C. (2005) Concerns of teachers about technology integration in the USA. *European Journal of Teacher Education*, 28 (1), 35-47.
- Moreno, L. y Santos, M. (2001) The Students Processes of Transforming the Use of Technology in Mathematics Problem Solving Tools. En: Marja van den Heuvel- Panhuizen (Ed.). *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Utrecht-The Netherlands Vol. 2, pp 57-64.
- OEI (1998). VIII Conferencia Iberoamericana de Educación. Organización de Estados Iberoamericanos.
- Papert, S. (1993). La máquina de los niños. *Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. España: Paidós.
- Parada, S. (2010) Conformación de comunidades de práctica de profesores de matemáticas para la reflexión sobre su práctica profesional. *Documento predoctoral no publicado*. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, México.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants, Part II: Do They Really Think Differently? On the Horizon. University Press 9 (6) Recuperado el 15 de mayo de 2009 en [://www.marcprensky.com/writing](http://www.marcprensky.com/writing)
- Sacristán, A.I.,(2005). “Teacher’s Difficulties in Adapting to the Use of New Technologies in Mathematics Classrooms and the Influence on Student’s Learning and attitudes”. En Lloyd, G. M., Wilkins, J.L., & Behm, S.L. (Eds.) *Proceedings of the 27th annual meeting of the North American Chapter of The International Group for the Psychology of Mathematics Education* (CD-ROM). Eugene, OR: All Academic.
- Sacristán, A.I., Parada, S.E., Sandoval, I. & Gil, N. (2009). Experiences related to the professional development of mathematics teachers for the use of technology in their practice. En Tzekaki, M., Kaldrimidou, M. & Sakonidis, H. (Eds.). *Proc. of the 33rd Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 5, pp. 41-48). Thessaloniki, Greece: PME.
- Trigueros, M. (2007) Diseño y uso de Enciclopedia. En el IX Congreso Nacional de Investigación Educativa, Mérida, Yucatán, México.
- Trigueros, M, Sacristán, A.I. & Guerrero, L. (2008). “Research in Mathematics Education in Mexico: achievements and challenges”. En Figueras, O., Cortina, J.L., Alatorre, S., Rojano, T., & Sepúlveda, A. (eds) *Proceedings of the Joint Meeting of PME 32 and PME-NA XXXV*. 1: 219-231. México: Cinvestav-UMSNH