



I CEMACYC

I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

6 al 8 noviembre. 2013

i.cemacyc.org

Santo Domingo, República Dominicana



¿Qué cambios implementan los profesores de Matemáticas en su práctica docente a partir de sus reflexiones sobre las diferentes reformas y propuestas curriculares?

Sandra Evely **Parada** Rico
Universidad Industrial de Santander
Colombia
sparada@matematicas.uis.edu.co
María de Lourdes **Miranda** Quintero
CINVESTAV IPN
México
mmiranda2002@hotmail.com

Resumen

En esta contribución presentamos resultados de dos estudios relacionadas con los posibles cambios que implementan los profesor de matemáticas en su pensamiento didáctico (en términos de Parada (2011)) a partir de sus reflexiones sobre las diferentes reformas y propuestas curriculares, mismas que “conocen” por los diferentes programas de desarrollo curricular a los que tienen acceso. En este documento reportamos reflexiones emergentes de experiencias realizadas con profesores del nivel medio superior de México (a propósito de la reforma educativa en México) y de profesores de Educación Básica Secundaria de Colombia que intentan incorporar las tecnologías digitales en sus clases. En ambos estudios se analiza cómo están reflexionando los profesores sobre las diferentes propuestas curriculares (entre ellas las que sugieren el uso de la tecnología como apoyo para la enseñanza) y cómo implementan dichas reflexiones en sus prácticas profesionales.

Palabras clave: educación, matemática, didáctica, currículo.

¿Qué cambios implementan los profesores de Matemáticas en su práctica docente...

I Aspectos curriculares que los profesores mexicanos tendrían que reflexionar

En una parte de esta investigación se intentaron identificar (de acuerdo a la reforma educativa) algunos de los conocimientos adquiridos por los profesores de matemática a través de sus procesos de profesionalización. Para ello consideramos las categorías propuestas por Shulman (1987, 2001), relacionadas con el Conocimiento Pedagógico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge – PCK) del cual consideramos: los conocimientos de la asignatura que imparte, del contenido, del currículo, y de los contextos educacionales. Más recientemente, Mishra y Koehler (2006) complementan el trabajo de Shulman, con el Conocimiento Pedagógico del Contenido Tecnológico (Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK); éste está constituido por tres tipos de conocimiento: el tecnológico, el pedagógico y el del contenido, estos autores plantean un modelo de integración tecnológica para la enseñanza y aprendizaje.

Para esta investigación se encuestaron a 180 profesores mexicanos, de ellos se seleccionaron 20 para ser entrevistados y observados en el aula. Estos profesores laboran en 3 instituciones educativas públicas diferentes. Entre los elementos de interés para las observaciones se identificaron los cambios realizados por los profesores a propósito de los cambios plasmados en los documentos educativos oficiales, esto es, si han modificado sus metodologías, estrategias, conocimientos, y formas de abordar la matemática en su didáctica cotidiana y al utilizar las herramientas tecnológicas en el aula.

Por otra parte, en este trabajo se realizó una investigación documental del proceso de reforma educativa. Durante la revisión de las reformas curriculares propuestas en México en el Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000), nos dimos cuenta que éstas son consideradas de manera superficial en las diversas instituciones educativas. Aunado a esto, por ejemplo, en nuestro país, el Consejo Mexicano de Investigaciones sobre Educación (COMIE) ha realizado una recopilación, que refleja el estado del arte de la investigación educativa, llamada “La investigación educativa en México 1992 - 2002”; donde se detecta la escasa investigación en el país en temas como: la reforma curricular, metodologías de enseñanza-aprendizaje, tendencias educativas o uso de las herramientas digitales entre otras cosas.

Metodología de investigación

La muestra está conformada por 180 profesores de matemáticas del Nivel Medio Superior en México. A estos profesores se les realizó una encuesta para observar de manera panorámica dos aspectos: primero observar de manera panorámica la forma cómo han percibido los cambios educativos en el mundo; segundo, permitir seleccionar profesores para observar su práctica. Esta selección se realizó en base a los siguientes criterios: i) si los profesores tienen conocimiento de que, como parte de los procesos de globalización, se han llevado a cabo cambios en todos los niveles educativos, sobre todo en relación a la integración de la tecnología; ii) si los profesores dicen haber modificado su práctica, como parte de las propuestas en la reforma educativa; y iii) si los profesores utilizan algún tipo de tecnología digital (TD) como apoyo didáctico durante sus clases.

De esta forma se realizó la selección de 14 profesores que cubrieron los tres criterios mencionados. A estos 14 profesores se les realizó una entrevista que considera cinco secciones con dos o tres preguntas cada una. Con la entrevista queríamos profundizar en los conocimientos de estos profesores relacionados con: a) los cambios mundiales; b) el impacto de los cambios curriculares en la institución en que laboran; c) la metodología de enseñanza que usan, específicamente la constructivista –que es la mencionada en los programas de todas las

escuelas–; d) cómo perciben su didáctica; y e) el tipo de TD que utilizan como apoyo didáctico. Posterior a la entrevista se realizó la observación de su clase la cual se video grabó. Como parte de este proceso se realizaría también la observación de la clase del profesor utilizando TD con sus estudiantes. Sin embargo, de los 14 profesores sólo 4 de ellos usaron algún tipo de TD con sus alumnos en el momento de la investigación. Por tal motivo, se tuvo que indagar de manera directa en las escuelas, para saber cuáles eran los profesores que utilizaban de manera regular las TD en sus clases y solicitarles su autorización para realizar las observaciones; de allí se obtuvieron otros 6 profesores, por lo que en total en este estudio se observaron en el aula a 20 profesores.

De los cuestionarios se realizó un análisis cuantitativo; de las entrevistas y las observaciones el análisis fue principalmente cualitativo, con un acercamiento al estudio de casos para cada uno de los 20 participantes en donde se observaron sus conocimientos a partir de las categorías de PCK y TPCK. Finalmente se realizó una triangulación metodológica para identificar de manera general algunas de las barreras que evitan que se integren adecuadamente las TD en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las instituciones educativas del nivel medio superior de nuestro país.

Algunos resultados

De los tres criterios considerados en la encuesta para la selección de los profesores, detectamos lo siguiente,

De los 180 profesores encuestados, el 91% señaló estar enterado de los cambios educativos a nivel mundial. Sin embargo, el 48% considera que el cambio ha sido más notorio en el área metodológica y sólo el 38% mencionó que los cambios tienen relación con el uso de las TD. Específicamente el 40.2% (62) sugiere que el cambio ha sido “mucho” respecto al uso de internet y las tecnologías de la comunicación, en contraste con el 20% (32) que menciona que el cambio ha sido “mucho” en cuanto al uso del software computacional de apoyo para las clases de matemáticas. Se observa con esto que el uso de las TD no ha impactando de manera contundente la didáctica del profesor.

En cuanto al segundo criterio, el 70% de los encuestados mencionó que conoce por lo menos “algunas” de las propuestas contenidas en la reforma educativa realizada en la década de los 90s. Adicionalmente el 79% sugirió que ha modificado su práctica entre medianamente (58%) y mucho (21%) a raíz de esta reforma. De esto se infiere que un número importante de profesores afirma haber modificado su práctica según las propuestas curriculares actuales.

En la tabla 1 se muestran los porcentajes para cada tipo de TD que utilizan los profesores. Cada profesor tenía la libertad de elegir más de un tipo de herramienta; por lo tanto los porcentajes se dan en porcentajes para cada caso.

Tabla 1

Profesores que utilizan las TD.

TIPO DE TD UTILIZADA POR LOS PROFESORES					
CALCULADORA	COMPUTADORA	INTERNET	APPLETS	VIDEO	CALCULADORA GRAFICADORA

¿Qué cambios implementan los profesores de Matemáticas en su práctica docente...

154	130	112	22	59	32
87.9%	72.5%	65.1%	14%	34.2%	20.1%

De la tabla 1 se infiere que un alto porcentaje de profesores dice utilizar TD en su práctica y específicamente en el aula con sus estudiantes. Sin embargo, como ya se mencionó en el apartado de metodología, fue muy difícil observar a los profesores utilizar herramientas digitales con los estudiantes; entre sus explicaciones para justificar esta falta de uso, se expresan diversas razones tales como: la falta de tiempo durante la clase, la falta de recursos de la institución, el escaso uso durante el ciclo escolar, entre otros.

De los 180 profesores que respondieron la encuesta, el 91% señaló estar enterado de los cambios educativos a nivel mundial. El 48% considera que el cambio ha sido más notorio en el área metodológica, el 38% mencionó que los cambios tienen mayor relación con el uso de las tecnologías digitales y sólo el 10% considera el cambio curricular como el más sobresaliente.

Al respecto, se observó que los profesores valoran la necesidad de actualización permanente, expresando su disposición para participar en procesos de desarrollo profesional. Algunos de ellos reconocen que no han realizado cambios significativos en su práctica después de la reforma, y manifiestan que se les hace difícil implementar cambios en sus prácticas por factores como: la falta de recursos institucionales –Esto es, no hay suficientes proyectores, o computadoras, inclusive no hay tomacorrientes en los salones de algunas escuelas- También mencionan la escasa capacitación en la forma como el currículo recomienda la implementación de las sugerencias a) como ciertas orientaciones metodológicas (p. e., el constructivismo); b) en el uso y la pedagogía para apoyarse de la tecnología digital en el aula, entre otros. Algunas de estas categorías se han identificado en investigaciones como la de BECTA (2004) donde se mencionan a éstas como barreras para una integración de los diferentes conocimientos.

Es importante notar que el 46% de los profesores encuestados mencionó que los cambios educativos a nivel mundial han impactado entre “poco y nada” los procesos de enseñanza en nuestro país. Entre los resultados sobresalientes se distingue que el 70% de los profesores menciona que conoce algunos o todos los cambios curriculares que fueron parte de la reforma educativa en la mitad de la década de los 90s en México, sin embargo no se detectó evidencia de que los estén implementando en su práctica. Con relación al uso de la computadora como apoyo didáctico en las clases de matemáticas, el 73.8% de los profesores encuestados mencionó que sí las utilizan. Sin embargo, en las observaciones directas en el aula se detectó que en la mayoría de los casos es un proceso mecánico poco significativo para el aprendizaje de los contenidos estudiados.

2. Incorporación de las Tecnologías Digitales por profesores colombianos

A nivel internacional se viene sugiriendo el uso de las Tecnologías Digitales (TD) en las clases de matemáticas de primaria y secundaria. En los NCTM (2003) se enfatiza en que la actividad matemática mediada por las tecnologías debe centrarse en la resolución de problemas y no en las operaciones aritméticas, accediendo a los conceptos y no a los cálculos. Moreno (2002) menciona que las herramientas computacionales han generado un cambio denominado “nuevo

realismo matemático” pues allí se pueden **manipular** los objetos matemáticos sobre la pantalla bajo el control del individuo, por eso se consideran objetos matemáticos manipulables. Dichos modelos permiten la exploración y flexibilidad de representación de objetos matemáticos que le permiten al educando comprender muchos elementos que difícilmente se perciben con los modelos tradicionales, allí se manipulan los objetos en la pantalla, a través de esta exploración, se comprueban conjeturas y se crean modelos. Así mismo, Jones & Pratt (2006), consideran que los medios computacionales pueden ser una buena herramienta para que los estudiantes construyan nuevos significados sobre los objetos matemáticos que manipulan directamente en la pantalla. Evidentemente hay una necesidad de que se generen espacios donde los maestros exploren las bondades y limitaciones que puede tener incorporar las TD en la clase de matemáticas, así mismo, para que se reflexione sobre cuándo y cómo implementarlas, según los objetivos de aprendizaje previstos. Parada (2011) menciona que la conformación de comunidades de práctica (CoP) de educadores matemáticos puede ser una posibilidad para fomentar el uso de las TD.

Es por ello que el grupo de investigación en Educación Matemática de la UIS (Edumat-UIS) está desarrollando una investigación cuyo objetivo es: *analizar cómo la constitución de comunidades de práctica de educadores matemáticos que incorporan las tecnologías digitales en sus prácticas profesionales favorece la construcción colaborativa de conocimiento, y cómo este conocimiento aporta en la actividad matemática esperada por parte de los estudiantes durante la clase.*

Aspectos teóricos

Wenger (1998) explica que las Comunidades de Práctica (CoP) se conforman por un grupo de personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas o un interés común acerca de un tema, y que profundizan su conocimiento y habilidad en esta área a través de una estructura social basada en la construcción colaborativa de conocimientos y orientada a mantener la ventaja competitiva de sus miembros. Wenger (1998) declara que la negociación de significados es un proceso motivado por las reacciones de unos y de otros; no necesariamente se tienen que evaluar las razones por las que cada quien cree, sabe o piensa algo. Entonces definiremos la negociación de significados como el proceso mediante el cual se construyen interpretaciones de un saber propio permeado por los saberes de los demás. Además consideramos que el significado negociado es modificable y depende del contexto desde el que se dilucide.

Chevallard, Bosch y Gascón (1997) caracterizan la actividad matemática como un trabajo del pensamiento que construye conceptos para resolver problemas. Estos autores describen tres grandes tipos de actividades que podrían considerarse matemáticas: a) utilizar matemáticas conocidas: el primer gran tipo de actividad matemática consiste en resolver problemas a partir de las herramientas matemáticas que uno ya conoce y sabe cómo utilizar; b) aprender y enseñar matemáticas, frente a un problema que no se sabe cómo resolver; y c) crear matemáticas nuevas: en principio, se podría decir que sólo los matemáticos producen matemáticas nuevas, pero en realidad, en el nivel de los alumnos se puede afirmar que todo aquel que aprende matemáticas participa de alguna manera en un trabajo creador.

La matemática como actividad de resolución de problemas introduce en muchos casos una componente fundamental: la matematización. Matematizar, según Treffers (1987), es organizar y estructurar la información que aparece en un problema, identificando los aspectos matemáticos relevantes, descubriendo regularidades, relaciones y estructuras.

¿Qué cambios implementan los profesores de Matemáticas en su práctica docente...

El interés de un análisis de la actividad matemática del profesor es identificar las condiciones necesarias del pensamiento reflexivo (en términos de Parada (2011)) de éste, para que logre conducir la apropiación por parte de los estudiantes. Con esta preocupación, nos centramos en que existen algunos requisitos específicos del pensamiento matemático escolar del profesor para que logre desarrollar iniciativas en los procesos de reflexión antes, durante y después de la clase.

Incorporación de las tecnologías digitales (TD) en la Educación Matemática colombiana

En Colombia, el proceso de incorporación de las tecnologías digitales (TD) en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se inicia en la década de 90's por iniciativas de grupos de profesores. En 1998, desde el Ministerio de Educación Nacional, con el apoyo de la OEA, se lideró la primera experiencia de uso de las TD en las clases de matemática, dando lugar a la publicación del documento Nuevas Tecnologías y Currículo de Matemáticas (MEN, 1999). Producto de esta experiencia, en el periodo comprendido entre los años 2000 al 2004, el MEN apoyó y ejecutó el proyecto Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas de la Educación Básica Secundaria¹ y Media de Colombia. Con este proyecto se logró conformar un grupo de docentes comprometidos con la diseminación de la cultura informática (500 docentes) en el país; implementar (en 120 colegios y 23 universidades) el uso de calculadoras gráficas basado en un modelo pedagógico.

En el departamento de Santander², el proceso empezó en el año 2000, en la fase inicial del proyecto Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas de la Educación Básica Secundaria y Media de Colombia, bajo la coordinación de la Universidad Industrial de Santander (UIS), con la participación de cinco instituciones del departamento. Actualmente se viene trabajando con una Comunidad de Práctica (CoP) de profesores de Matemáticas de Educación Básica Secundaria quienes en colectivo están trabajando sobre el diseño de recursos en un Software de Geometría Dinámica (SGD), mismos que se sustentan en la Teoría de las Situaciones Didácticas de Brousseau (1998). Esta comunidad está conformada por 9 profesores de colegios públicos, 4 estudiantes de Licenciatura en Matemáticas y 2 de Maestría en Educación Matemática y 4 investigadores con doctorado. En el apartado siguiente se presentan algunas evidencias de las maneras como los profesores reflexionan alrededor de la incorporación de las tecnologías digitales en el aula.

Reflexiones con profesores sobre las maneras como han incorporado las TD en sus clases

En esta comunidad los miembros participan en la implementación y análisis de las situaciones a-didácticas. Los profesores y estudiantes expertos en el uso del SGD y la TSD, ayudan a formar a los profesores novatos en el uso del SGD. Los expertos en didáctica de la matemática ayudan a toda la comunidad en la orientación teórica y metodológica. La metodología de trabajo colaborativo en la comunidad está organizado así: a) Los expertos en didáctica diseñan una situación a-didáctica; b) El profesor se apropia de la situación a-didáctica: comprende los objetivos de la misma, conoce todas las posibles acciones que puede realizar el alumno, las distintas retroacciones del medio a cada una de esas acciones, y los efectos esperados de esas retroacciones; de esta manera prepara su intervención durante la situación a-didáctica. c) Durante

¹ La educación en Colombia se conforma por los niveles de educación preescolar, educación básica (primaria con 5 grados y secundaria con 4 grados), educación media y de nivel superior.

² Colombia se divide administrativa y políticamente en 33 divisiones: 32 departamentos, los cuales son gobernados desde sus respectivas ciudades capitales, y Bogotá (distrito capital). Santander es un departamento ubicado al nororiente el país.

la implementación de la situación a-didáctica, el profesor observa la interacción de los alumnos con el medio, intentando identificar los comportamientos no previstos en el análisis a priori, clasificando el trabajo de los alumnos según las estrategias previstas en el análisis a priori, interviniendo cuando es necesario para relanzar el problema, para señalar las retroacciones del medio, para solicitar que el alumno valide sus procedimientos; d) La situación a-didáctica conduce a que los alumnos construyan determinados conocimientos que están en relación con el saber a enseñar; e) Después de la situación a-didáctica el profesor organiza una puesta en común, durante la cual a la vez promueve la participación de todos los estudiantes, y verifica que hayan construido los conocimientos que se esperaba durante la situación a-didáctica; g) Posteriormente, institucionaliza el saber, poniéndolo en relación con los conocimientos construidos durante la (o las) situación(es) a-didáctica(s); h) Finalmente, el profesor comenta en las sesiones de trabajo (las que se realizan cada viernes durante dos horas) de la CoP, en esta sesión todos los participan se realizan sus comentarios y aportes buscando refinar las actividades para futuras aplicaciones.

En la CoP debido a la manera como el moderador ha participado en la construcción y negociación de significados de los participantes, se ha podido observar un proceso de desarrollo profesional alrededor de aspectos como: la comprensión y apropiación de la TSD, el manejo de herramientas de un SGD y el refuerzo de conocimientos sobre objetos geométricos, específicamente, los relacionados con los contenidos vistos de sexto a octavo grado de la Educación Básica Secundaria de Colombia. Los maestros han mostrado avances significativos que los ha hecho sentir más seguros a la hora de abordar los contenidos en clase, los ha ayudado a motivar a sus estudiantes hacia el aprendizaje de la geometría y además le ha permitido conseguir recursos para organizar salas de informática dotadas de computadores. Además, se ha podido evidenciar una relación dialéctica entre los profesores expertos y los novatos, pues han logrado consolidar equipos institucionales con los cuales se apoyan para la implementación de los diseños en las aulas y para el estudio de los análisis a priori y a posteriori que han construido bajo la coordinación del moderador. Aunque esta CoP ha avanzado en la negociación de sus significados geométricos, didácticos y sobre el uso de las TD en sus prácticas profesionales, a veces pierde el norte en cuanto a su trabajo comunitario y se constituye en un grupo que asiste a clases especializadas semanalmente. Hemos podido ver que para los profesores es necesario que el moderador les de un guión claro (como puede ser los análisis a priori de las actividades diseñadas) para implementar lo que han aprendido en sus clases.

Para concluir podemos decir que en esta CoP se han identificado una serie de situaciones, entre ellas: i) los profesores de la comunidad presentan cierta dependencia del moderador (experto) para producir nuevas actividades y para que acompañe las actividades realizadas en el aula. Lo anterior no se percibe como negativo o positivo, dado que esto ha posibilitado la participación permanente y un compromiso mutuo de los profesores; ii) los profesores novatos que también hace parte de esta comunidad, sienten muchos temores de implementar lo que sus colegas con mayor experiencia socializan en las sesiones colectivas, manifiestan que necesitan más tiempo para dominar el Software de Geometría Dinámica con el que se diseñaron las actividades; iii) algunos profesores manifiestan la dificultad para acceder de las salas de computo y que en ocasiones tienen que programar actividades extracurriculares, por último algunos han expresado que no cuentan con el apoyo de sus directivos y compañeros, lo que complejiza la situación.

Las anteriores apreciaciones muestran los diferentes obstáculos que aún se tienen para que las TD lleguen a usarse en clase de matemáticas, tal como se espera. Pero vale la pena mencionar que los participantes que conforman la CoP en Edumat-UIS tienen deseos de incursionar en este

¿Qué cambios implementan los profesores de Matemáticas en su práctica docente...

campo, y que a pesar de sus limitaciones o dificultades buscan la manera de “usar” las tecnologías.

3. Algunos resultados comunes en el contexto mexicano y colombiano

En el contexto mexicano, como colombiano, se encontraron muchas similitudes en cuanto a la forma como los profesores están implementando las reformas y propuestas curriculares, entre ellas:

- Los profesores resaltan la necesidad de contar con procesos de formación (o de actualización) permanentes y estructurados, dado que éstas se realizan en un tiempo muy corto y por profesionales sin formación pedagógica, o por colegas de la misma institución.
- Aunque para la comunidad de académicos en educación matemática se reconoce la importancia que ha adquirido el uso de las TD en el aula, y que debieran ser un componente importante para lograr una educación integral, ésta no es una realidad. Podemos observar que para algunos maestros de nuestra región, estas verdades aún no hacen parte de sus prácticas profesionales, de hecho, algunos maestros manifiestan temor de utilizarlas.

Referencias bibliográficas

- Ávila, A. & Mancera, E. (Coords.) with Block, D., Carvajal, A., Eudave, D., Aguayo, L., & Camarena, P. (2003). El campo de la Educación Matemática 1993–2001, pp 35-353 en Mario Rueda (coord.), Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos, Vol. 7, México, COMIE, 2003, 560 p.
- BECTA (2004). A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers. Coventry: British Educational Communications and Technology Agency.
- Brousseau G. (1998): *Théorie des Situations Didactiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y., Bosch, M. & Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: ICE/Horsori
- Jones, I & Pratt, D (2006) Connecting the equals sign Centre for New Technologies Research in Education. *The University of Warwick, Coventry International Journal of Computers for Mathematical Learning* 11:301-325. Springer Science
- Ministerio de Educación Nacional (1999). *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas*. Colombia: M.E.N.
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge. A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record* 108 (6): 1017-1054.
- Moreno, L (2002) *Instrumentos matemáticos computacionales*. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/Tema3.php>
- NCTM (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sevilla: SAEM Thales
- Parada, S. (2011). *Reflexión sobre la práctica profesional: actividad matemática promovida por el profesor en su salón de clases*. Tesis de doctorado no publicada. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, México.
- Plan de Desarrollo Educativo en México, 1995-2000. Educación Media Superior y Superior. ANUIES http://www.anui.es.mx/servicios/p_anui.es/publicaciones/revsup/res097/txt7.htm#1. Consultado en octubre 2009
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching. Foundations and the New Reform. *Harvard Educational Review*. 57 (1).

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.