

## REFLEXIONES EN UNA COMUNIDAD DE PRÁCTICA DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS SOBRE EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

Sandra Evely Parada Rico y Jorge Enrique Fiallo Leal  
sparada@matematicas.uis.edu.co, jfiallo@uis.edu.co  
Universidad Industrial de Santander (UIS), Colombia

Tema: TIC y Matemática

Modalidad: CB.

Nivel: Formación y actualización docente

Palabras clave: Comunidad de Práctica, formación de profesores, tecnologías digitales.

### Resumen

*Presentaremos aquí resultados iniciales de una investigación con la que se busca responder fundamentalmente la siguiente cuestión ¿Cómo promover la formación de educadores matemáticos alrededor del uso de las tecnologías digitales en sus prácticas? Para ello se han posibilitado dos experiencias con profesores de educación básica secundaria. Un primer ejercicio se desarrolla bajo la dirección un investigador quien con un grupo de profesores trabaja sobre el diseño y uso de actividades realizadas con el sustento de la Teoría de las Situaciones Didácticas (Brousseau, 1998). La otra experiencia se realizó bajo el modelo metodológico de Reflexión-y-Acción de Parada (2011) en la que se motivó a un grupo de profesores para que diseñaran e implementaran una clase en la que incorporaran las TD, en ésta los investigadores participantes atendieron particularidades de los profesores en cuanto al uso del software que seleccionaron. De ambas experiencias se pueden evidenciar los conflictos por los que atraviesan los profesores tanto en su proceso de desarrollo profesional como en sus prácticas docentes en el aula, se pudo ver en ambas comunidades la necesidad que sienten los profesores por con un guion de clase para sentirse más seguros en la implementarlo de diseños en el aula.*

### 1 Introducción

Desde los años 70's el NCTM recomienda el uso de las Tecnologías Digitales (TD) en las clases de matemáticas de primaria y secundaria. Estas recomendaciones enfatizan en que la actividad matemática (en términos de Treffers (1987)) del aula, mediada por las tecnologías se centre 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.

Por todo lo anterior, se propone una investigación cuyo objetivo es: *promover y fortalecer la constitución de comunidades de práctica de educadores matemáticos que incorporan las tecnologías digitales en sus prácticas profesionales, a favor de la construcción colaborativa de conocimiento que favorezca la actividad matemática que se espera con la implementación de dichos recursos.*

## **2 Aspectos teóricos**

En la primera Comunidad (A) se orienta la formación de los profesores bajo la Teoría de las Situaciones Didácticas (Brousseau, 1998) y la otra Comunidad (B) desarrolló sus actividades bajo el modelo metodológico de Reflexión-y-Acción de Parada (2011). En los siguientes sub apartados describimos algunos de los elementos de ambos referentes teóricos, que guiaron más que el análisis de los datos, el diseño de la metodología de trabajo de cada una de las CoP.

### ***2.1 Elementos retomados de la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD)***

Los conceptos de la TSD que orientan el diseño y el análisis de las actividades de clase son: el aprendizaje por adaptación, situación didáctica, situación a-didáctica, proceso de devolución, proceso de institucionalización.

*El aprendizaje por adaptación* se caracteriza porque se produce sin la mediación de un profesor; es el producto de la interacción entre un sujeto y un medio, el sujeto tiene una necesidad, un propósito, un objetivo; para alcanzar su intención, el sujeto realiza una acción sobre el medio; el medio reacciona a la acción del sujeto (retroacción); el sujeto interpreta la retroacción del medio y valida su acción; la validación puede ser negativa, en cuyo caso el sujeto abandonará la acción realizada y comenzará un nuevo ciclo de interacción con una acción diferente, o podrá ser positiva, en cuyo caso el sujeto reforzará la acción, es decir la integrará como una respuesta automática a su intención.

*Una Situación Didáctica* es aquella en la que intervienen un profesor, un alumno y un saber. El profesor es alguien que quiere transmitir el saber al alumno, el alumno es quien quiere aprender el saber. El profesor no puede transmitir de manera directa el saber al alumno. Todo intento de hacer esta transmisión directa está llamado a fracasar. Por eso el proceso de enseñanza no puede ser visto únicamente como un proceso de comunicación. El profesor debe usar una estrategia indirecta para transmitir el saber, crear las condiciones necesarias para que se dé un aprendizaje por adaptación, debe crear una *situación a-didáctica*. De esta manera el ciclo de aprendizaje por adaptación pasa a ser parte de la situación didáctica, y recibe el nombre de *situación a-didáctica*, puesto que en la relación entre el sujeto y el medio no hay ninguna intención de enseñar. *El proceso de devolución* pone en funcionamiento una situación a-didáctica, entregando al alumno un problema y un medio adecuados, y acompañando dicho proceso para que el ciclo de aprendizaje por adaptación se lleve a cabo. Una vez haya funcionado la situación a-didáctica, los alumnos deben haber construido un conocimiento personal y contextualizado. Entonces el profesor puede realizar *la institucionalización* que consiste en explicitar las relaciones entre el conocimiento construido por los alumnos y el saber. El hecho de introducir el saber únicamente a partir de los conocimientos construidos por los alumnos, garantiza que el saber adquiera sentido para los alumnos, quienes pueden relacionarlo con su experiencia personal.

## **2.2 Modelo de Reflexión-y-Acción**

Este modelo se consolida al interior de las comunidades de práctica de educadores matemáticas, con el fin que cada uno desde los participantes aporte desde sus conocimientos y experiencias herramientas necesarias que se concreten en acciones en la clase de matemáticas. A continuación se describen brevemente los elementos que componen el modelo R-y-A con el cual se diseñan y organizan las actividades de la comunidad de práctica (sujeto de nuestro estudio) y con el cuál se analizarán posteriormente los resultados del proceso.

Hemos caracterizado los procesos de reflexión a partir de algunas ideas de Dewey(1989) y Schön (1992) así: i) reflexión-para-la acción, consiste en un análisis objetivo y crítico de los profesores sobre la actividad que van a llevar a cabo en el aula, específicamente en la planeación y diseño de actividades; ii) La reflexión-en-la acción, está presente en la interacción del profesor y el estudiante; cuando el profesor establece esa relación mediática entre el conocimiento y el estudiante; en la forma como conduce el aprendizaje esperado por parte de los estudiantes y la capacidad de responder a las

situaciones inesperadas de la clase; y iii) La reflexión-sobre-la acción cumple una función crítica de la que ya ha ocurrido en el aula, la forma como el profesor evalúa la interacción entre el conocimiento matemático escolar y el alumno, desde la perspectiva de la consecución de los objetivos de aprendizaje esperados

**2.2.1 Comunidades de práctica (CoP)**, el modelo R-y-A hace uso de la definición de CoP de Wenger (1998) quien dice que éstas 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 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. Prácticas profesionales. Además consideramos que el significado negociado es modificable y depende del contexto desde el que se dilucide.

**2.2.2 Pensamiento reflexivo del profesor de matemáticas**, en el modelo propuesto para la reflexión se reconoce que la labor docente es ‘muy amplia y compleja y que serían muchos los aspectos sobre los cuales valdría la pena reflexionar por parte de los maestros. Sin embargo, nosotros proponemos centrar la atención en tres aspectos puntuales de su acción pedagógica: a) Pensamiento matemático escolar (el profesor necesita dominar los objetos matemáticos que se estudian en el grado en que desempeña su labor docente según lo indican los programas curriculares), b) Pensamiento didáctico (maneras como el maestro acerca los conocimientos matemáticos a los estudiantes) y c) Pensamiento orquestal, está caracterizado en torno a la conducción de clase (se hace presente en la reflexión-en-la acción) por parte del maestro, y en torno a las maneras como éste usa los recursos que ha seleccionado, de acuerdo a la actividad matemática que tiene prevista para sus estudiantes.

### 3 Aspectos metodológicos

La investigación sigue una metodología cualitativa, la cual se podría tipificar como investigación acción colaborativa, dado que más allá de estudiar la problemática antes descrita se espera provocar cambios positivos del mismo. Para el logro del objetivo de investigación (enunciado en el apartado anterior) se siguieron las siguientes fases.

**Fase I. Caracterización de las comunidades de Práctica.** Los participantes de la CoP A vienen trabajando desde hace cinco años, en el proyecto institucional de uso de la geometría dinámica, el cual se centra en la transformación curricular y la institucionalización del uso de las TD. Actualmente esta CoP 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 nivel de doctorado. En la comunidad B, participaron 19 profesores de colegios públicos, 1 estudiante de Licenciatura, 2 estudiantes de Maestría en Educación Matemática y 3 investigadores.

**Fase II. Diseño del trabajo colaborativo.** Los integrantes de esta CoP se reúnen en sesiones presenciales cada 7 días con una intensidad de 4 hora en las que se organizan encuentros para que los profesores participen en el diseño, experimentación y discusión de actividades estructuradas en un Software de Geometría Dinámica. En la comunidad B con el fin de incentivar la participación y comunicación constante entre los participantes, se propuso el trabajo colaborativo de manera presencial (dos sesiones presenciales de horas cada mes) y a distancia (para ellos se diseñó un sitio Web para el servicio de la CoP).

**Fase III. Procesos de participación.** En la comunidad A los miembros participan en la implementación y análisis de las situaciones a-didacticas. 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. El modelo de enseñanza se replantea de la siguiente manera: 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 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 lo ocurrido en el desarrollo de la actividad a la CoP, en donde se realizan aportes para una próxima aplicación; i) En la comunidad B, inicialmente se intercambiaron algunas sesiones de discusión de temas alrededor del uso de las TD en clase de matemáticas, esto con el fin de conocer la dinámica de trabajo y los procesos de negociación de significados que vienen realizando los profesores con sus colegas en las instituciones. Luego se dio a conocer el modelo R-y-A y se discutieron ejemplos de reflexión-y-acción en otras comunidades, además se analizaron cómo han sido los procesos de incorporación de las TD en la educación en otros contextos. Posteriormente se les propuso desarrollar un proceso de reflexión-y-acción, es decir que planearan una clase sobre un tema que estuviera trabajando en ese momento, en la que vincularan las TD (*reflexión-para-la acción*), que la llevaran a cabo y se filmaran (*reflexión-en-la acción*), y finalmente que socializarán su experiencia en una sesión presencial con la CoP (*reflexión-sobre-la acción*).

**Fase IV. Seguimiento y acompañamiento.** En esta etapa se encuentra actualmente la investigación, en este momento se están acompañando los procesos de los participantes desde sus contextos particulares. Estamos viendo cómo los profesores están usando las TD en sus clases de matemáticas y cómo dichos procesos están influyendo en el desarrollo del pensamiento matemático de ellos mismos y de sus estudiantes.

**Fase V. Análisis de experiencias.** De las Fases III y IV, se recuperaron una serie de datos (diseño de situaciones a-didácticas con sus respectivos análisis a priori y a posteriori, planeaciones escritas de clases, guías de trabajo, videos de clase y videos de sesiones de reflexión con los profesores) de los cuales pudimos identificar algunas concepciones de los profesores participantes sobre uso de las TD en sus prácticas profesionales, concepciones emergentes de sus procesos de formación, e sus experiencias y de contextos laborales.

#### **4 Reflexiones de profesores de matemáticas que se inician en el uso de las TD en sus prácticas profesionales**

En la CoP A debido a la manera como el moderador participó en la construcción y negociación de significados de los participantes, se ha podido observar un proceso más

de formación docente 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 lo 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.

En Parada & Fiallo (2012) se reportaron unos primeros resultados del proceso con la comunidad B, de allí recuperamos unas primeras reflexiones de esta comunidad alrededor de cómo se vienen dando los procesos de incorporación de las TD en sus instituciones. Varios de ellos coincidieron en que ellos no usan las TD en sus clases de matemáticas, algunos mencionan que esto sucede porque no cuentan con recursos físicos ni tecnológicos y además porque no tienen la preparación suficiente para hacerlo. Después de una revisión rápida de diferentes recursos tecnológicos usados para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, los profesores diseñaron actividades en programas como: Geogebra, Logo y Matlab. Ellos al no tener una formación sobre el uso de dichos recursos generaron estrategias con sus colegas para aprender a manejarlo y para crear pequeños diseños que pudieran implementar en sus aulas. La primera experiencia vivida por los profesores, fue muy enriquecedora para toda la comunidad. Los profesores expresaron que lograron hacer algo que les parecía muy difícil. No obstante, reconocieron que es un proceso largo por recorrer y que para llegar a hacer una buena implementación de las TD se necesita un dominio claro de los contenidos matemáticos de estudio y del recurso tecnológico que desea implementarse.

## 5 Algunos resultados

De las experiencias vividas con las dos comunidades podemos decir que aunque 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 esta aún está en nuestra región en una etapa muy elemental. Los significados negociados dan cuenta de 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 las CoP en Edumat-UIS tienen deseos de incursionar en este campo, y que a pesar de sus limitaciones o dificultades buscan manera de “usar” las tecnologías. Los investigadores reconocen la necesidad de acompañamiento más cercano en las instituciones para apoyar los procesos desde lo académico, lo técnico y lo administrativo. Dadas las diferentes dificultades vividas en esa primera experimentación.

### Referencias bibliográficas

- Brousseau G. (1998): *Théorie des Situations Didactiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage.
- Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos. Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Barcelona: Paidós.
- 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
- Moreno, L (2002) Instrumentos matemáticos computacionales. Tecnologías de información y comunicaciones para enseñanza básica y media. Ministerio de Educación Nacional. Colombia Recuperado en EDUTEKA el martes 16 de octubre de 2007
- 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.
- Parada, S. y Fiallo, J. (2012) Una mirada con profesores de Santander (Colombia) sobre el uso de tecnologías en clase de matemática. En Jerónimo, J. (Ed) *Memoria Congreso iberoamericano de Aprendizaje Mediado por Tecnología* (pp.757-766). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos*. Buenos Aires: Paidós.
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions: A model of goal and theory description in mathematics education: The Wiskobas project*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.