Recursos pedagógicos digitales para la enseñanza de la geometría en educación básica[1]

Marisol **Santacruz** Rodríguez
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN)
México
msantacruzr@cinvestav.mx
Diego **Garzón** Castro
Universidad del Valle
Colombia
diego.garzon@correounivalle.edu.co

Resumen

Se presentan los resultados parciales de una investigación interesada en caracterizar las condiciones que determinan la emergencia de recursos pedagógicos digitales para profesores que enseñan geometría en educación básica. Para ello, se retoma un enfoque metodológico devenido de los estudios de caso, el cual permite dar cuenta de las prácticas profesionales de profesores interesados en la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas. Como resultado de la investigación se presenta una estrategia de formación colaborativa que permite fundamentar un modelo de análisis local que da cuenta de las interacciones entre recursos pedagógicos digitales y prácticas profesionales.

Palabras clave: Recursos pedagógicos digitales, formación de profesores, enseñanza de la geometría, educación básica.

Introducción y antecedentes

Desde años atrás, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) viene

[1] Esta ponencia se deriva del informe de avance del proyecto de investigación "Recursos pedagógicos en ambientes de aprendizaje mediados por TIC para la enseñanza de la geometría en educación básica: El caso de las Instituciones Educativas del CIER Sur", en el cual participan la Universidad del Valle y la Universidad Autónoma de Occidente. Proyecto financiado por Colciencias y el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

adelantando políticas y programas encaminados a promover la integración de tecnologías digitales en escuelas públicas. Una de sus más recientes iniciativas es el proyecto Centros de Innovación Educativa Regional (CIER), entendidos como espacios de investigación y formación de profesores en servicio, dotado con hardware y software para la producción, operación, organización y gestión de contenidos educativos.

Actualmente existen en Colombia cinco CIER, uno por cada región del país. En nuestro caso, el CIER-Sur, operado por la Universidad del Valle, le corresponde atender la región conformado por los departamentos de Amazonas, Caquetá, Cauca, Huila, Nariño, Putumayo, Tolima y Valle del Cauca.

Uno de los componentes de cada CIER, es su programa de investigación. En el caso del CIER-Sur, su programa de investigación "Contexto Escolar, TIC y Cambio Educativo", cofinanciado por el Ministerio de Educación Nacional y Colciencias, consta de cinco proyectos de investigación, la participación de 12 grupos de investigación de 3 universidades, profesores y estudiantes de diez instituciones educativas, y representantes de cinco secretarías de educación.

Los resultados de la investigación que aquí se reporta hace parte del programa de investigación del CIER-Sur, la cual surge como un proyecto en el campo de la Educación Matemática, pero que contempla la participación de investigadores de otros campos de conocimiento, tales como, la Comunicación Social, el Diseño y la Ingeniería de Sistemas y Computación.

De igual manera, este trabajo propone dar continuidad al proyecto de investigación "Caracterización de los vínculos entre los recursos pedagógicos y el conocimiento matemático en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica", realizado entre 2010 – 2012, por Jorge Arce Chaves, Gloria Castrillón Castro, Diego Garzón Castro, Octavio Pabón Ramírez y Myriam Vega Restrepo, del Grupo de Educación Matemática del Instituto de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle, Cali-Colombia. Proyecto cofinanciado por el Programa Nacional de Estudios Científicos en Educación COLCIENCIAS y la Universidad del Valle con contrato 364-2009 y código 1106-489- 25213 (Garzón, Vega, Arce, Castrillón & Pabón, 2012).

Sobre el problema de investigación

Variados desarrollos en Educación Matemática (Artigue, 2011; Garzón & Vega, 2011; Trouche & Gueudet, 2010) reportan la trascendencia de la noción de recurso pedagógico como una categoría teórica potente para el estudio de prácticas profesionales de profesores de matemáticas (Llinares, 2000), especialmente, cuando realizan trabajo colaborativo en el marco de comunidades de práctica (Wenger, 2001).

En este sentido, una conclusión importante de Garzón y Vega (2011), resalta la importancia de estudiar las posibles configuraciones de recursos pedagógicos usados por profesores como un camino para comprender las prácticas profesionales de los profesores, sobre todo si se considera que los profesores buscan y usan talleres, guías, tareas o ejercicios que ya han sido puestos en práctica por otros profesores.

En esta perspectiva, este problema de investigación se interesa por indagar las condiciones que determinan el diseño, desarrollo, experimentación y evaluación de recursos pedagógicos digitales para la enseñanza de la geometría en educación básica, para ello, se propone trabajar con comunidades de práctica de profesores en ejercicio, pertenecientes a instituciones educativas

vinculadas al CIER Sur, y que estén interesados en promover procesos de integración de tecnologías digitales en sus instituciones educativas.

La adjetivación de digital, adjudicada a los recursos pedagógicos no se hace de manera ingenua, por supuesto, hace alusión a la naturaleza de los recursos a considerar, muchos de ellos disponibles *on line* en portales de recursos para profesores de matemáticas y que además implican el uso de dispositivos digitales, como los sistemas de geometría dinámica.

Es así como gana relevancia una mirada centrada en los recursos pedagógicos digitales, que sobrepasa los acercamientos usuales que se tienen de los recursos como materiales o guías dispuestas para la enseñanza, sino que, como señalan Trouche y Gueudet (2010), constituyen artefactos propios de la práctica profesional del profesor y son capaces de evolucionar de acuerdo a las necesidades de uso, de adaptarse a nuevas condiciones y de validarse en el marco de una comunidad de práctica (Wenger, 2001).

Partimos de la hipótesis de que el trabajo colaborativo de los profesores con recursos pedagógicos digitales impacta su práctica profesional. Consideramos que el trabajo con recursos pedagógicos suscita en los profesores preguntas de distinta naturaleza, que de manera necesaria entran a cuestionar sus prácticas profesionales: ¿Qué tipo de tareas proponer a los estudiantes si trabajamos con tecnologías digitales? ¿Alrededor de qué conocimientos matemáticos? ¿Cuáles recursos pueden ser útiles en mi clase? ¿Cómo va a ser mi case si integro tecnologías digitales?

Algunos elementos teóricos

La concepción del problema anteriormente descrito permite reconocer que la integración de tecnologías digitales a las clases de matemáticas, pasa por considerar el diseño, uso y adecuación de tareas dirigidas a los estudiantes.

Lo anterior, implica una re-concepción de los recursos pedagógicos, en la cual se reconocen como características destacadas su adaptabilidad y disposición para la mutualidad (Guin & Trouche, 2007) en el marco de comunidades de profesores que comparten valoraciones respecto a su práctica profesional, y que finalmente demanda, de los profesores concebir los nuevos recursos pedagógicos, ponerlos en obra en las clases y hacerlos evolucionar a partir de la determinación de sus niveles de viabilidad y eficacia.

En este mismo sentido, Parada, Pluvinage y Sacristán (2013) reportan la importancia del trabajo colaborativo de profesores en comunidades de práctica en las que se promueve la reflexión de los profesores de matemáticas y la necesidad de adaptar los recursos pedagógicos a los propósitos de enseñanza y las características de los estudiantes.

Es así como la idea de comunidad de práctica se constituye en una categoría teórica que permite entender las interrelaciones entre práctica profesional y recursos pedagógicos. Tomando en consideración las aproximaciones de Wenger (2001), se entiende que una comunidad de práctica se configura como un grupo de personas que comparten preocupaciones e intereses respecto a un tema en común, y adoptan una estructura social colaborativa en la que se organizan, planean y toman decisiones buscando reflexionar sobre aquello que es de interés colectivo y a beneficio de todos sus miembros.

La naturaleza de las comunidades de práctica, permite establecer un vínculo conceptual con los recursos pedagógicos. Particularmente, interesa lo relacionado con el aprendizaje colaborativo, el cual se desarrolla en el marco de un sistema de interacciones sociales que, bajo

la premisa del compromiso mutuo, permite la influencia recíproca entre los participantes de la comunidad, en este caso profesores de matemáticas de educación básica interesados en la integración de tecnologías digitales a sus prácticas habituales de enseñanza.

Sin embargo, una característica central de los recursos pedagógicos tienen que ver con su uso en clases de matemáticas. Al respecto, Trouche y Gueudet (2010) destacan cómo los recursos pedagógicos se relacionan con las distintas configuraciones y disposiciones que los profesores proponen en el aula, y utilizan la noción de orquestación instrumental como una categoría que permite dar cuenta de las intencionalidades didácticas de los profesores cuando sistemáticamente integran diversos instrumentos a sus clases.

En este sentido, gana importancia la noción de orquestación en relación con la de recurso ya que, finalmente, es en la organización y disposición de los instrumentos en el aula, que se puede dar cuenta de las adaptaciones y selecciones que el profesor ha tomado en relación con los recursos puestos en juego, de las tareas propuestas a los estudiantes y de la manera como el profesor conduce la clase en procura de alcanzar los propósitos de aprendizaje propuestos.

Tomando en consideración los aspectos teóricos anteriormente esbozados, se destaca como presupuestos centrales de la investigación las nociones de práctica profesional, recurso pedagógico digital y orquestación instrumental.

Diseño metodológico

Esta investigación propone un enfoque metodológico devenido de los estudios de caso, en términos de investigación reflexiva (Guin & Trouche, 2007), que permite dar cuenta de la evolución de recursos pedagógicos en el marco de comunidades de práctica interesadas en la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las matemáticas.

En este tipo de acercamiento, se enfatiza el trabajo colaborativo de comunidades de práctica, que reflexionan sobre su práctica profesional a partir de documentar sus acciones y decisiones. De esta manera, el enfoque metodológico adoptado, se caracteriza por ser cualitativo y colaborativo, en tanto que profesores de instituciones educativas e investigadores colaboran para responder un interrogante común, cada uno desde el lugar que ocupa, en busca de documentar, comprender e interpretar, la experiencia de profesores alrededor de sus prácticas.

La investigación se realizó con profesores que ejercen en dos instituciones educativas públicas, pertenecientes al programa CIER-Sur, ubicadas en los departamentos de Valle del Cauca y Cauca, para ello se diseñó una estrategia colaborativa de formación de profesores en servicio como espacio de colaboración y cualificación a través de la documentación de prácticas relacionadas con la enseñanza de la geometría en educación básica.

Para la fase experimental de la investigación se diseñaron instrumentos para la recolección de información, que partieron de la realización de una encuesta a todos los participantes, con el propósito de reconocer las fuentes que sirven de referente para delimitar sus criterios para la selección de contenidos temáticos y la configuración de tareas dirigidas a los estudiantes, describir sus prácticas en la clase de matemáticas y su relación con la producción y/o reelaboración de los recursos a su disposición (Garzón & Vega, 2011).

La intervención con los dos grupos de profesores se ha realizado a los largo de siete sesiones, durante sietes meses de trabajo, en las cuales se han abordado tópicos tales como: la exploración de prácticas de la enseñanza de la geometría en la escuela, concepciones respecto al

papel y uso de los recursos pedagógicos digitales en la enseñanza, el estudio de aspectos curriculares y el análisis de secuencias didácticas para la enseñanza de la geometría.

En las sesiones de trabajo se ha tenido como premisa el favorecer la interacción de los profesores con recursos pedagógicos disponibles en portales o repositorios que además propongan tareas que integren sistemas de geometría dinámica. Se ha priorizado el trabajo con dispositivos gratuitos de los cuales los maestros puedan hacer un uso libre en sus instituciones.

Para la configuración de los datos se elaboraron varios instrumentos, una primer rejilla para consignar la información, segmentarla y priorizarla, posteriormente, se diseñó una segunda rejilla para la categorización y el procesamiento de los datos, en la cual se incluyeron los elementos y criterios para la realización del análisis.

Resultados

Los datos se van a presentar sistematizados alrededor de dos productos fundamentales del proyecto, por un lado, se van a reportar las características de la estrategia colaborativa de formación de profesores, que finalmente fungió como motor de la comunidad de práctica a estudiar y de espacio privilegiado para la recolección de datos, por otro lado, se va a presentar el modelo de análisis local fruto del análisis de los datos a la luz del marco teórico de la investigación.

La estrategia colaborativa de formación de profesores

El interés central de la estrategia de formación se centra en la configuración de dos semilleros de práctica, uno en cada institución educativa intervenida, el cual se dinamiza con una estrategia de formación de profesores transversal al proyecto de investigación. En cada grupo participan entre nueve y once profesores, que enseñan matemáticas en educación básica atendiendo estudiantes entre los 9 y 14 años.

Las sesiones de trabajo se realizan con una periodicidad mensual y partieron de una perspectiva exploratoria que tenía como propósito fundamentar el acercamiento a los recursos desde una mirada a la práctica profesional, los profesores participantes seleccionaran como tópico central el análisis y diseño de tareas que integran tecnología digital como un componente central de la formación.

Lo anterior permite reconocer que el diseño colaborativo de tareas, exige una re-concepción de los recursos pedagógicos tanto para el profesor como la clase, en la cual se reconocen como características destacadas su adaptabilidad y disposición para la mutualidad en el marco de comunidades de profesores que comparten valoraciones respecto a su práctica profesional.

Para desarrollar el acercamiento propuesto se adoptan tres dimensiones para la acción, primero, el reconocimiento de las interacciones profesor-recursos pedagógicos en sus prácticas "habituales" en la clase en el marco de un espacio colaborativo, por otro, lado se resaltan los talleres encaminados a efectuar el seguimiento del diseño de secuencia de tareas, y finalmente, la reflexión que suscita la puesta en escena de secuencias didácticas en un escenario concebido para el intercambio entre pares y la mutua retroalimentación.

Los conocimientos matemáticos que se ponen en juego en la formación corresponden a contenidos concertados por la comunidad de práctica y corresponden a contenidos geométricos propios de la escolaridad a nivel de educación básica. De hecho, cada grupo de profesores optó

por un contenido particular, con el propósito de profundizar la reflexión, así tenemos un grupo de profesores trabajando sobre las propiedades de los triángulos y el otro grupo, las propiedades de cuadriláteros.

Un ejemplo del tipo de actividad que se promueve en la estrategia de formación, es la presentada a continuación, la cual corresponde al trabajo realizado en la cuarta sesión de formación, esta sesión requirió un espacio de 6 horas de trabajo.

El propósito de la sesión era el de caracterizar rasgos básicos de los recursos pedagógicos digitales, que encontramos en sitios web, para el aprendizaje y la enseñanza de la geometría. La dinámica de trabajo se centró en generar un primer nivel de interacción con los recursos pedagógicos digitales, tomando como primera experiencia de exploración algunos de los recursos disponibles que se proponen portal InterGeo (http://i2geo.net).

InterGeo provee a los usuarios la posibilidad de encontrar o contribuir con nuevos recursos, suministrar interrogantes que permitan dar cuenta de la calidad de los mismos y sus posibilidades de adecuación a nuestro contexto curricular y cultural.

Los profesores se organizaron en parejas o tríos y una vez realizada una exploración inicial de InterGeo, discutieron sobre cómo la disponibilidad de distintos tipo de recursos, repercute en sus prácticas profesionales (Figura 1). Frente a esto, coincidieron en expresar que el acceso a recursos, potencialmente puede tener un impacto positivo en su práctica, además, expresaron su sorpresa ante la existencia de propuestas didácticas que ellos consideraron pertinentes para trabajar con sus estudiantes.

Figura 1. Escena de trabajo en pequeños grupos.

La actividad central de la sesión fue revisar algunos de los recursos disponibles para la enseñanza de la geometría en educación básica en InterGeo, seleccionar dos situaciones o tareas que llamen la atención de cada equipo de profesores y analizar los siguientes aspectos: cuál es el contenido geométrico abordado, determinar si la situación es adecuada al contexto curricular de su institución, evaluar si los diagramas dinámicos presentados en las situaciones o tareas eran pertinentes, y finalmente, revisar si el recurso provee información respecto a la posible intervención del profesor en la clase.

Una vez los grupos realizan la actividad, se propone una socialización a manera de reflexión final en la cual la discusión se decanta por determinar los posibles retos profesionales

que plantea la disponibilidad de recursos que circulan *on line*.

El análisis de los datos, dejaron entrever la importancia que los profesores le otorgan a la necesidad de ahondar en reflexiones didácticas encaminadas al diseño de tareas de aula, y la necesidad de promover trabajo colaborativo entre colegas. Se hace explícito el reclamo de los profesores por espacios institucionales en los cuales se promueva el trabajo colaborativo.

En este sentido, los profesores expresan que ignoran el tipo de trabajo que desarrollan sus compañeros, igualmente, señalan que la mayor parte de las tareas que proponen a sus estudiantes generalmente son retomadas de los libros de texto, sin mayores preocupaciones por adaptarlas o contextualizarlas a las necesidades de su clase.

Para la comunidad de práctica fue importante llegar a la conclusión de que los libros de texto no son el único repositorio de recursos, y que los recursos pedagógicos digitales pueden ser adaptados intencionalmente por los profesores según las necesidades de sus estudiantes.

Modelo de análisis local

Otro de los elementos a presentar, a manera de resultados de la investigación, es la realización de un modelo de análisis local que permita comprender las interacciones propuestas en el trabajo experimental.

Antecedentes de modelos de análisis en la vía de comunidades de práctica y recursos pedagógicos, los encontramos en Garzón, Pabón y Vega (2013) y Parada et al. (2013), sin embargo, la propuesta aquí presentada corresponde a un acercamiento colaborativo a prácticas profesionales de profesores que participan de una estrategia de formación relacionada intencionalmente con la concepción, diseño, uso y evaluación de recursos pedagógicos digitales para la enseñanza de la geometría.

Realizando una reinterpretación del modelo propuesto por Garzón y Vega (2011), se delimitaron, como elementos para el análisis, tres interrelaciones dominantes: profesor ↔ diseño de tareas, práctica ↔ recursos pedagógicos y recursos pedagógicos ↔ orquestaciones instrumentales.

El modelo presentado en la Figura 2, aún en una versión rudimentaria y bidimensional, intenta recoger los resultados de la investigación poniendo en conexión las interrelaciones anteriormente descritas.

De entrada, el modelo inicia con la concepción de recurso pedagógico digital, esta categoría permite determinar la naturaleza de la estrategia de formación anteriormente mencionada de manera explícita, tal que, que pueda ser compartida como una problemática común en la comunidad de práctica.

La referencia a la **estrategia de formación de profesores** se incluye como un ente articulador entre recurso pedagógico y comunidad emergente de práctica. La connotación de emergente que se le da a la comunidad de práctica, ya que ambas comunidades con que trabajamos gozan de algunas de las condiciones que propone Wenger (2001), sin embargo, es notorio la dependencia de las comunidades de nuestra investigación a las acciones del moderador, externo a la realidad institucional de los profesores.

Esta situación genera nuevas preguntas sobre la sostenibilidad de comunidades de práctica de profesores inscritas en el contexto de una institución educativa, preguntas que ameritan

ahondar en la investigación y que pueden quedar abiertas para posteriores indagaciones.

En esencia, el modelo exhibe una interacción de los tres elementos anteriormente presentados y el proceso que hemos denominado **ciclo de formación**, el cual representa el dinamismo con que se relacionan las prácticas profesionales de los profesores, sobre todo aquellas relacionadas con los **criterios para el diseño de tareas** y la disposición o organización del ambiente de la clase, u **orquestación instrumental**.

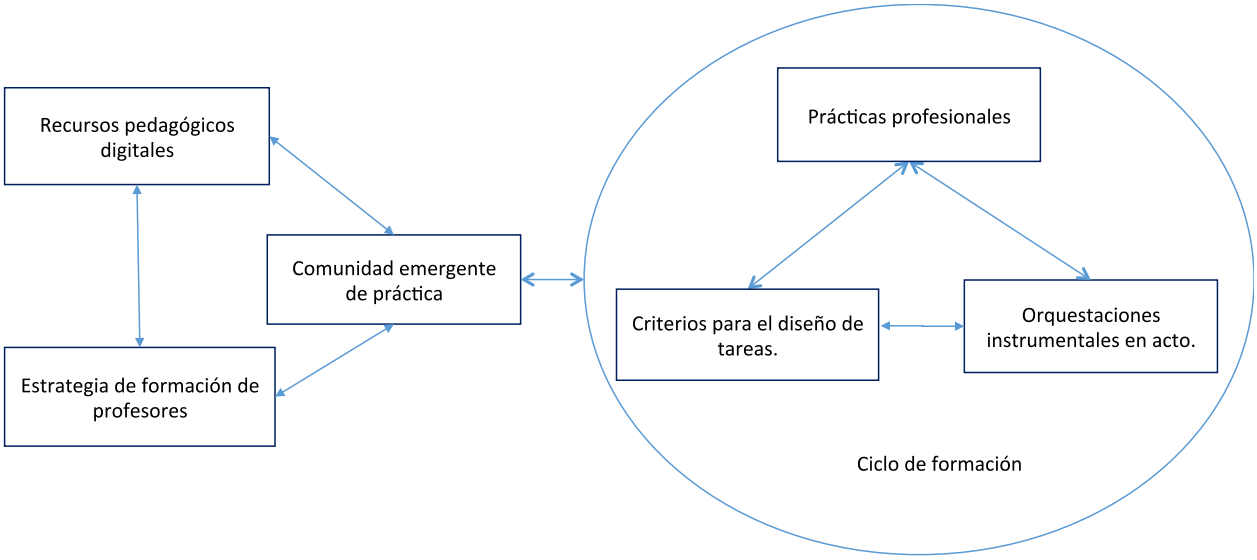

Figura 2. Modelo de análisis local.

Una posible conclusión en relación con este ciclo de formación es la necesidad de considerar la formación de profesores en ejercicio tomando como referente central las prácticas del profesor en el aula: consideraciones curriculares, planeación del funcionamiento, disposición y conducción de la clase, selección y adaptación de las tareas a poner en juego. De manera explícita los profesores expresan su interés de trabajar sobre temáticas, tareas, documentos y estrategias que puedan integrar a su práctica profesional.

Empero, este ciclo de formación depende en gran medida de los acuerdos de la comunidad de práctica, los resultados obtenidos dejan entrever el lugar preponderante de la comunidad de práctica en una estrategia colaborativa de formación, en la que sobresalen los acuerdos comunes, los repertorios compartidos y las decisiones, que la comunidad toma hacen que la formación cada vez sea más cercana a la práctica.

Finalmente, la categoría teórica comunidad de práctica actúa en términos de validación y organización en relación con la estrategia colaborativa de formación de profesores, no como un curso, no en la relación entre profesores y "expertos" sino entre pares, que desde el lugar que ocupan, se interesan en una problemática común.

Conclusiones

La investigación elaborada permitió abordar una perspectiva de las prácticas profesionales de los profesores en el contexto de la clase, a través de una estrategia colaborativa de formación de profesores y un modelo de análisis local, estructurado en torno a la articulación de enfoques

procedentes de la investigación en Educación Matemática.

En cuanto a la estrategia de formación se destaca como aspecto central el protagonismo que le otorgan los profesores a la selección, adaptación y diseño de tareas que integran tecnologías digitales. En este sentido la concepción de recurso se potencializa cuando los profesores acuerdan que las tarea que van a proponer en sus aulas pueden ser utilizadas, e incluso mejoraras por otros profesores.

Por otro lado, el modelo de análisis elaborado aporta una perspectiva compleja de los recursos pedagógicos digitales en relación con la dinámica que impone una comunidad de práctica. La dimensión social queda impresa en los recursos y hace posible repensar la formación de profesores desde una perspectiva que toma la clase como unidad de análisis fundamental.

La investigación enfatiza en una mirada de la formación de profesores, enmarcada en los acuerdos de una comunidad de práctica, la cual se consolida en la medida en que se decanta las interacciones entre recursos pedagógicos – práctica profesional. Igualmente le otorga importancia a la selección y diseño de las tareas, y su adaptación y transformación en el contexto de la comunidad a partir de aprender a observar y valorar procesos como la orquestación instrumental.

Esta investigación no ingresa en la discusión si las tareas o situaciones propuestas a los estudiantes las producen los profesores o las deben producir los expertos. Por el contrario, se pretende pensar en la cualificación de la práctica del profesor como una línea de investigación abierta y de importancia capital en el desarrollo de la Educación Matemática.

Referencias y bibliografía

Artigue, M. (2011). La educación matemática como un campo de investigación y como un campo de práctica: Resultados, desafíos. *XIII Comité Interamericano de Educación Matemática*. Brasil: CIAEM.

Garzón, D., & Vega M. (2011). Los recursos pedagógicos en la enseñanza de la geometría. *XIII Comité Interamericano de Educación Matemática*. Brasil: CIAEM.

Garzón, D., Pabón, O., & Vega M. (2013). Recursos pedagógicos y gestión didáctica del profesor de matemáticas. *I Congreso de Educación Matemática de América Central y de El Caribe*. República Dominicana: CEMACYC.

Garzón, D., Vega, M., Arce, J., Castrillón, G., & Pabón, O. (2012). *Caracterización de los vínculos entre los recursos pedagógicos y el conocimiento matemático en la enseñanza de las matemáticas en la educación básica* (Informe final de investigación). Universidad del Valle - Colciencias. Código: 1106-489-25213, contrato: 364-2009.

Guin, D., & Trouche, L. (2007). Une approche multidimenssionnelle pour la conception collaborative de resources pedagogiques. *Environnements informatices et ressources numeriques pour l'apprentissage* (pp. 197-226). Paris: Hermes Science.

Llinares, S. (2000). Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas. En J.P. da Ponte & L. Serrazina (Coord.) *Educação matemática em Portugal, Espanha e Italia* (pp. 109-132). Lisboa: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.

Parada, E., Pluvinage, F., & Sacristán, A. (2013). Reflexiones en una comunidad de práctica de educadores matemáticos sobre los números negativos. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 3*(33), 233-266.

Trouche, L., & Gueudet, G. (2010). *From text to"lived" resources. Mathematics curriculum materials*. Mathematics teacher education.

Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: Aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.