



Las prácticas en el aula de matemáticas: una mirada desde la formación de profesores

- The Practices in the Mathematics Classroom: A Look from Teachers' Training
- Práticas na sala de aula de matemática: um olhar da formação de professores

Resumen

Este artículo presenta los resultados de un proyecto de investigación cuyo objeto fue valorar los cambios en las comprensiones de los profesores de matemáticas sobre su práctica en el aula, como consecuencia de la participación en experiencias de aprendizaje organizadas intencionalmente en torno a ella. El proyecto se desarrolló en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) con diez profesores de matemáticas. En el estudio de corte cualitativo se contrastaron las proposiciones teóricas construidas alrededor de algunos aspectos de las prácticas en el aula (problemas matemáticos, interacciones y diálogos, preguntas y la interpretación de la producción matemática del estudiante) con los datos obtenidos de la implementación de un "Laboratorio de prácticas docentes" que se centraba sobre estos mismos aspectos. Desde el laboratorio se diseñaron y realizaron experiencias de aprendizaje para los profesores con actividades como: observaciones de prácticas, experimentos de enseñanza, análisis de diversos registros de clases y diseños de tareas matemáticas. Los resultados evidencian un avance significativo en sus miradas frente al papel de los problemas matemáticos en el aula, o, la consideración del rol de las preguntas y los diálogos en el aprendizaje de esta disciplina. De igual forma, se reportó un avance menor en habilidades para la interpretación del pensamiento matemático de los estudiantes y la consecuente toma de decisiones.

Palabras clave

Enseñanza de las matemáticas; aprendizaje del profesor; desarrollo profesional; formación profesional

Abstract

This article presents the results of a research project aimed at assessing changes in the understanding of math teachers about their classroom practices as a result of their participation around a series of learning experiences. The project was developed by the Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) with the participation of ten math teachers. The qualitative study contrasted the

María Rocío Malagón Patiño*

* Licenciada en Educación Matemática, especialista en Educación Matemática, magíster en Educación, candidata a doctora en Educación. Formadora de docentes en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Colombia.
Correo electrónico: rmalagon@senar.edu.co
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1217-6102>



theoretical propositions constructed around four aspects of classroom practices with the data obtained from the implementation of an “Experiment of Teaching Practices” which revolved around these aspects. From the experiment were designed and carried out learning experiences for teachers with activities such as: observation of practices, teaching experiments, analysis of various class records and mathematical tasks designed for the classroom. As results we found, for example, a significant advance in their perspective on the role of mathematical problems in the classroom or, the consideration of the role of questions and dialogues in the learning of the subject. Similarly, a minor advance in interpretation skills of the students in mathematical thinking and consequent decision-making was reported.

Keywords

Teaching of mathematics; teacher's learning; professional development; professional training

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de um projeto de pesquisa cujo objetivo era avaliar as mudanças no entendimento dos professores de matemática sobre sua prática em sala de aula, como resultado da participação em uma série de experiências de aprendizagem em torno dele. O projeto foi desenvolvido no Serviço Nacional de Aprendizagem (SENA) com dez professores de matemática. No estudo qualitativo, as proposições teóricas construídas em torno de quatro aspectos das práticas em sala de aula foram contrastadas com os dados obtidos a partir da implementação de um “Laboratório de práticas de ensino” que girava em torno desses aspectos. No laboratório, as experiências de aprendizado foram projetadas e realizadas para professores com atividades como: observação prática, experimentos de ensino, análise de vários registros de aula e desenho de tarefas matemáticas para a sala de aula. Como resultado, por exemplo, houve um avanço significativo em seus olhos em relação ao papel dos problemas matemáticos na sala de aula ou a consideração do papel das perguntas e diálogos na aprendizagem dessa disciplina. Da mesma forma, foi relatado um pequeno avanço nas habilidades para a interpretação do pensamento matemático dos alunos e a consequente tomada de decisões.

Palavras-chave

Práticas de ensino; ensino de matemática; aprendizagem do professor; desenvolvimento profissional; formação profissional

Introducción

Las prácticas de enseñanza en el aula de matemáticas son fuente de discusión entre las autoridades educativas y gubernamentales por su rol en la implementación de nuevas políticas curriculares, en la búsqueda de mejores desempeños estudiantiles, en la definición de políticas de formación de profesores, etc. Como consecuencia, son un campo de investigación fructífero con resultados teóricos y metodológicos que aportan en el avance de su comprensión y construcción de posibilidades de cambio.

En el contexto anterior, este artículo presenta algunos referentes y resultados de un proyecto de investigación en torno a las prácticas en el aula de matemáticas. El estudio tuvo como objetivo analizar los cambios en la comprensión de los profesores sobre sus prácticas como resultado de la participación en un conjunto de actividades que cumplieron con dos condiciones: a) se construyeron sobre la noción de *laboratorio*, entendido como un espacio colectivo-experiencial-situado, y b) se organizaron sobre la base de los componentes de las prácticas en el aula de matemáticas, en particular, desde la gestión del profesor.

Antecedentes

Desde la investigación, en las últimas décadas han surgido numerosos aportes en relación con lo que se entiende por prácticas en el aula de matemáticas, cuál es su vínculo con el desarrollo profesional de los profesores, cómo se conecta con los conocimientos profesionales que él ha construido, etcétera.

En esta perspectiva, Escudero y Sánchez (1999a) presentan varios trabajos investigativos en torno a las prácticas en el aula. En primer lugar, estudiaron lo que subyace al cambio entre el contenido matemático

que planea el profesor y lo que realmente desarrolla en el aula; también abordaron la organización del contenido matemático y su relación con las prácticas de los profesores en un segmento específico de la clase (Escudero y Sánchez, 1999b); la identificación de los dominios de conocimiento integrados en los distintos momentos de la práctica docente (Escudero y Sánchez, 2002), y finalmente, la relación entre dominios del conocimiento y la práctica docente en la presentación de un tópico matemático específico (Escudero y Sánchez, 2007).

De igual forma, Schoenfeld (2002) presenta una investigación donde se analizan y modelan las rutinas de clases de dos profesores, Jim Minstrell en una clase de física en secundaria y Deborah Ball en una clase de tercer grado de la escuela primaria. Ambos profesores trabajan para que sus clases funcionen como comunidades de investigación y reflexión. En este caso, el investigador expone que para los dos profesores “es importante que sus estudiantes se vean a sí mismos como personas capaces de dar sentido a los fenómenos matemáticos y del mundo real, razonando cuidadosamente sobre ellos” (p. 2). Se resalta en este estudio la herramienta analítica que diseñaron para explicar cómo y por qué los profesores toman determinadas decisiones en medio de las interacciones en el aula.

Más adelante, Schoenfeld (2013) reporta una investigación que hace corresponder de forma directa el comportamiento del profesor en el aula con el rendimiento matemático de los estudiantes. Específicamente, en el estudio buscó claridad en la determinación de lo que es un proceso de *instrucción eficaz*. Con este propósito presentó tres factores claves en la toma de decisiones del profesor: sus orientaciones (creencias, preferencias, etc.), sus metas u objetivos para la enseñanza y el conocimiento que está a su disposición para

alcanzar estos objetivos. Un apunte de cierre de este trabajo está en el énfasis que pone en que la cuestión no es averiguar qué tanto sabe o qué dice creer un profesor, sino cómo conocimientos y creencias se ponen en acción en las prácticas en el aula, mostrando que incluso puede haber una distancia entre lo que los profesores afirman saber o creer y lo que realmente hacen o promueven en el salón de clase, lo que conlleva una complejidad y una necesaria triangulación de la información obtenida en las diferentes fuentes de datos sobre tales prácticas.

Por otro lado, la relación entre *desarrollo profesional* de los profesores de matemáticas y prácticas en el aula es también un tema recurrente en la investigación en el campo (v.g., Goldsmith et ál., 2014; Guskey, 2002; Sztajn et ál., 2017; entre otros). Un argumento de común encuentro en estos estudios es que, además de una formación basada en conocimientos matemáticos y en estudios de la didáctica de las matemáticas, los profesores deben ser formados sobre aquellas actividades o acciones que son propias a su práctica como, por ejemplo, la selección o diseño de tareas matemáticas, la gestión de la interacción en el aula, la generación de discursos matemáticos y sociales en el ambiente de aprendizaje, entre otras.

Marco teórico y conceptual

Las prácticas en el aula de matemáticas han connotado múltiples definiciones y caracterizaciones a lo largo de las últimas décadas. Por ejemplo, mientras que para Boaler (2003) son las actividades recurrentes y las normas que se desarrollan en las aulas a través del tiempo, a las que los profesores y los alumnos se dedican; para Da Ponte y Chapman (2006), las prácticas del profesor de matemáticas, en especial, refieren a las actividades que realizan periódicamente teniendo en cuenta contexto de trabajo, significados e intenciones. A su vez, Gavilán et ál. (2007) afirman que las prácticas del profesor encierran un sistema de actividades de naturaleza social, relacionadas con la participación directa o periférica de los estudiantes. En tanto, Franke et ál. (2007) definen tres características centrales para las prácticas en el aula: a) la creación de un discurso matemático, b) el desarrollo de normas de clase que apoyen las oportunidades para el aprendizaje matemático y c) la construcción de relaciones entre los sujetos en las prácticas que aporten a la consecución de los aprendizajes.

Además, un tema transversal a las prácticas del profesor en el aula es su conocimiento profesional. Según Escudero y Sánchez (2007) este conocimiento es “una construcción personal generada a través de la actividad profesional en la que se integran varios dominios de conocimiento” (p. 313), incorporando factores como creencias, puntos de vista y preferencias del profesor; es, por tanto, un conocimiento que se construye durante un largo tiempo, experiencial y situado en tanto se relaciona con los contextos o situaciones en la cuales se produjo.

Por su parte, en los estudios de Llinares (1996, 1998), el conocimiento profesional del profesor es interpretado como aquel que apoya y justifica sus decisiones y acciones cuando enseña matemáticas. Llinares y Blanco (1998) enfatizan en la necesidad de abordar no solo su definición, también su naturaleza epistémica, sus componentes, su estructura y las formas en que se genera, como una manera de entender mejor los procesos de aprendizaje de los profesores. Literalmente, este conocimiento es definido por Da Ponte (1992, citado por Llinares, 1996) como el “producto de la actividad profesional caracterizada por la acumulación de una experiencia práctica en un dominio dado, y que será tanto más eficaz cuanto más se pueda referir a conocimientos de orden científicos” (p. 18).

Otras investigaciones, como las de Ball et ál. (2008); Llinares (2008); Ruiz et ál. (2014); D'Amore (2015), entre otras, han planteado explícitamente el problema de la relación entre los conocimientos que debe poner en funcionamiento el profesor de matemáticas y las características de sus prácticas en el aula. Es de común encuentro en algunos de ellos que hay varios tipos de conocimiento claves, por ejemplo, el conocimiento de y sobre las matemáticas, el conocimiento sobre cómo se aprende esta disciplina, el conocimiento sobre la enseñanza en relación principalmente con la interacción y la gestión en el aula, el conocimiento sobre el currículo y sus posibles formas de organización, etc.

A su vez, este conocimiento lo pone en acto el profesor a través de asuntos como la selección o diseño de las situaciones, tareas o actividades matemáticas para proponer en clase, en la forma de gestionarlas o evaluarlas, en la interpretación de las estrategias que desarrollan los estudiantes, en el tipo de pregunta que hace, en el discurso matemático que promueve, entre otros aspectos. En resu-

men, se dilucida el papel del conocimiento del profesor en los diferentes aspectos que integran sus prácticas.

Los componentes de las prácticas en el aula

Los aspectos que integran las prácticas son diversos, están imbricados y son complejos de interpretar. Para el estudio que se presenta en este artículo se contrastaron teóricamente cuatro, cuyas descripciones son:

Aspecto 1: el papel de los problemas matemáticos en el aula

Más que buscar conceptos o heurísticas de solución, en este apartado se cuestiona el papel que tienen los problemas matemáticos en el diseño, planeación y gestión en el aula. Frente a los problemas, Contreras (1998) afirma:

Entre los profesores de matemáticas, a casi nadie le resulta ajeno el término y, sin embargo, bajo esa aparente uniformidad se esconde una gama de significados diferentes. Nos será fácil encontrar a dos profesores que nos aporten, en esencia, una misma definición del término; un poco menos fácil que le otorguen el mismo papel en el currículo y bastante difícil que, de hecho, utilicen de igual forma la resolución de problemas en sus aulas. (p. 98).

El texto anterior enfatiza en la multiplicidad de modos de ingreso de los problemas matemáticos en el aula. En ese orden de ideas, Radford (2017a), por ejemplo, ubica los problemas como los generadores de la actividad matemática en el aula. Específicamente, expone que esta actividad tiene como objeto el encuentro de los estudiantes con formas culturales y codificadas de pensar matemáticamente sobre un fenómeno o situación, lo que implica identificar unas metas que estarían, según esta

perspectiva, en resolver problemas con los estudiantes sobre determinados tópicos matemáticos. Para materializar esas metas se requiere proponer unas tareas específicas que pueden ser una secuencia de problemas de complejidad creciente, afirma el investigador.

Los problemas, por tanto, no se consideran como un sinónimo de ejercicios, ni como una exemplificación del saber matemático, y menos, como una aplicación o evaluación de conceptos, técnicas o procedimientos. Los problemas matemáticos en el aula constituyen la estructura que toma la actividad para poder alcanzar su objeto: que los estudiantes se encuentren con el saber, que tomen conciencia de su existencia y lo usen. Son el generador de la actividad en el aula (Radford, 2017b).

Aspecto 2: el papel de las interacciones y los diálogos matemáticos en el aula

En las aulas de matemáticas es común que se les comine a los estudiantes a escuchar, memorizar y recordar lo escuchado para repetirlo en ejercicios-tipo, en muy contados casos se les invita a que expliquen lo que están pensando, a controvertir las ideas de otros compañeros o a complementarlas, a llegar consensos sobre ideas matemáticas expuestas por ellos mismos, etcétera.

Pero, aunque es difícil negar la importancia de las conversaciones en el aula, para Burgos et ál. (2006) no todas promueven el aprendizaje. Para ellos, la interacción es provechosa si hay verdadero diálogo, y hay diálogo si hay negociación de significados y no toda conversación lo permite: "Negociar significa discutir en torno a los significados surgidos del diálogo y consensuar significados desde la pluralidad de perspectivas" (p. 50), a diferencia de la simple conversación donde incluso algunos interlocutores pueden expresar ideas, pero éstas no ser tenidas en cuenta.

Desde la perspectiva anterior, Planas y Gorgorió (2004) sentencian: "Una cultura escolar que sea capaz de reconocer la diversidad de significados de las ideas matemáticas y democratizar el acceso a la participación de todos los alumnos es un reto fundamental para una educación matemática de calidad" (p. 19), lo cual constituye una tarea compleja para el profesor, no solo por la necesidad de generar condiciones para la emergencia de diversos significados para determinado saber matemático, también porque estos surjan desde la participación de todos los estudiantes y, más aún, para que se llegue a consensos.

En esta vía surge una pregunta: ¿Cómo lograr que todos los estudiantes de forma genuina participen en las discusiones en clase, es decir, tengan interacciones provechosas para el aprendizaje? Preocupado por este tema, Vilella (2013) expone la necesidad de fomentar aulas inclusivas donde se valoren todas las participaciones, creando espacios para el debate, las argumentaciones y

contraargumentaciones, el encuentro positivo con los errores, etcétera; según él, se debe partir de la premisa que todas las personas tienen conocimientos matemáticos, pero, además, pueden avanzar en su aprendizaje y tienen cosas que comunicar en relación con ellas.

Aspecto 3: el papel de las preguntas en el aula.

Otro aspecto por considerar en el aula son las preguntas. ¿Qué tipo de preguntas se hacen con frecuencia en la clase?, ¿quién las hace?, ¿cómo son los tratamientos que se le dan a estas preguntas en el aula? En el NCTM (2014) se afirma: "La enseñanza eficaz de las matemáticas se apoya en plantear preguntas que estimulen a los estudiantes a explicar y reflexionar sobre su propio pensamiento, lo cual representa un componente esencial del discurso matemático significativo" (p. 24). Las preguntas deliberadas permiten a los profesores centrar el discurso en ideas matemáticas ricas y discernir sobre los aprendizajes que sus estudiantes han alcanzado, y con esto, tomar decisiones de acción que aporten a la superación de las dificultades o a la ampliación de los aprendizajes.

Según el documento citado, para alcanzar los propósitos anteriores no basta con hacer preguntas, además, deben tenerse en cuenta los tipos de pregunta que se hacen. Estas van desde aquellas que solo indagan por información, pasando por las que requieren explorar algún tipo de razonamiento, hasta las que demandan reflexión y justificación de los argumentos o juicios aportados. Tal es la importancia que se le otorga a realizar buenas preguntas en el aula, que estos investigadores proponen que los profesores las planeen, que lleguen al aula con un banco de posibles preguntas.

Aspecto 4: el papel de la interpretación de la producción matemática del estudiante

Para el NCTM (2014) es necesario que el profesor desarrolle prácticas en el aula que le permitan obtener evidencia del pensamiento del estudiante como parte de una enseñanza eficaz, lo que implica

[...] descubrir las matemáticas en los comentarios y acciones de los estudiantes, considerando lo que al parecer conocen, a la luz de las metas de aprendizaje pretendidas y del progreso realizado, también consiste en determinar cómo brindarles la mejor respuesta y el mejor apoyo, con base en su actual comprensión. (p. 57)

Sobre la práctica de "obtener evidencia del pensamiento del estudiante" subyace toda una trayectoria de investigación que reconoce en ella la competencia docente *mirar con sentido*, como la denominan y definen Llinares (2016), o Buforn, Zorrilla y Fernández (2017), entre varios en lengua castellana o *professional noticing*, como la denominan en lengua inglesa investigadores como Jacobs et ál. (2010), o Mason (2011), por ejemplo.

En especial, esta competencia se identifica con la demanda hacia el profesor para que *mire de forma profesional* los fenómenos que ocurren en el aula de matemáticas, esto es, que identifique las características de las ideas que enuncian o de las estrategias matemáticas que proponen los estudiantes, las interpreten en relación con su conocimiento de las matemáticas escolares y de la didáctica, para luego tomar decisiones de acción que se direccionen hacia mayores y mejores aprendizajes, y que además aporten a la calidad de la enseñanza de las matemáticas (Fernández et ál., 2011).

El aprendizaje del profesor y los programas de desarrollo profesional

En el marco de los resultados de investigación sobre las prácticas en el aula de matemáticas surge un cuestionamiento: ¿Qué relación se puede establecer entre estas prácticas y el desarrollo profesional del profesor de matemáticas? Esta pregunta contiene un elemento clave: *el aprendizaje del profesor*. Según Putnam y Borko (2000), al estudiar cómo el profesor aprende, se debe considerar que su cognición está a) situada en contextos físicos y sociales particulares, b) es de naturaleza social y c) está distribuida a través del profesor, otras personas (entre estos, otros profesores) y las herramientas que median el proceso. Además, para Sztajn, Borko y Smith (2017), las prácticas en el aula son el principal espacio para el aprendizaje de los profesores:

Los profesores aprenden tanto a través de situaciones auténticas de aprendizaje integradas en sus vidas profesionales diarias (Webster-Wright, 2009) como a través de oportunidades de aprendizaje que los involucran con diversas facetas o artefactos de su enseñanza. (Ball y Cohen, 1999, citados por Sztajn et ál., 2017, traducción propia)

En general, el aprendizaje del profesor y los programas de desarrollo profesional para los profesores de matemáticas son un campo de reflexión e investigación con numerosos resultados y aportes, a la fecha. Por ejemplo, algunos de los resultados son los reportados por Guskey (1995), quien encontró que un objetivo usual de estos programas era mejorar el desempeño de las escuelas, su personal (entre ellos el profesor) y, en última instancia, el de los estudiantes. De forma similar, Sztajn et ál. (2017), después de varios estudios al respecto, documentaron la importancia que tienen estos programas para los distritos, las escuelas y los mismos profesores, proponiendo que es a través de ellos como se pueden fortalecer los conocimientos de los profesores y el mejoramiento de sus prácticas en el aula.

Otro de los aspectos claves es el papel de la actividad o del tipo de situaciones de aprendizaje que se deben proponer en estos programas para facilitar su éxito. Al respecto, Garet et ál. (2001) afirman que estos deben promover experiencias de aprendizaje activo, como por ejemplo:

[...] la oportunidad de observar profesores expertos y ser observados en su enseñanza, planificar cómo se utilizarán los nuevos materiales curriculares y los nuevos métodos de enseñanza en el aula; revisar el trabajo de los estudiantes de las áreas temáticas que se cubren; dirigir las discusiones y participar en trabajos escritos. (p. 925)

Lo que implica experiencias de aprendizaje donde se privilegian discusiones, debates, trabajo en equipo, estudio de casos, entre otras formas activas. En esta dirección, el laboratorio se consolida como una estrategia que favorece este

tipo de dinámicas en la formación de profesores. Este ya no es un concepto exclusivo de la experimentación científica, asociado con un modelo positivista, las ciencias sociales lo han acogido desde los denominados *laboratorios sociales*:

[...] son dispositivos que, a partir de experiencias locales vinculadas a problemáticas diversas, se constituyen en “unidades de investigación-acción”, su objetivo es recoger saberes populares que permiten comprender las complejidades de la realidad que los aqueja y encontrar las estrategias de resolución que los libre de sentimientos de impotencia y tristeza”. (Banasayag, 2012, citado por Ruiz et ál., 2015, pp. 216-217).

El laboratorio es, por tanto, un espacio que permite nuevas formas de indagación y crítica, una manera conjunta de crear interpretaciones y significados para situaciones complejas. Por su parte, Dewey (1995), con su modelo de escuela-laboratorio, les apostó a dos propósitos claves, a) presentar, examinar, verificar y criticar los principios teóricos, y b) hacer un aporte al conjunto de los hechos y principios de un campo específico. En este contexto hay una primacía de la experiencia, el aprender a hacer lo que no se sabe haciendo, fundamentado, además, en el nexo entre acción y pensamiento. Al respecto, el mismo Dewey (1937) afirmaba: “Pensar, en otras palabras, es el esfuerzo intencional para descubrir conexiones específicas entre algo que hacemos y las consecuencias que resultan, para que los dos se vuelvan continuos” (p. 140), valorando con ello una concepción de la experiencia que trasciende la acción o el pensamiento en sí mismo.

En tiempos más actuales, Ball y Bass (2014) propusieron el laboratorio como una estrategia de formación de profesores con

el propósito de que los participantes desarrollaran habilidades en torno a prácticas matemáticas en el aula. Este planteamiento se valoró porque, según los autores, permite: a) que la enseñanza sea pública y abierta para el estudio colectivo de una comunidad de observadores; b) que haya documentación cuidadosa (alta calidad de audio y vídeo, planes de lecciones detallados, cuadernos de trabajo de los estudiantes, etc.); c) que la enseñanza y el aprendizaje sean deliberadamente hechos tan públicos y visibles como sea posible, entre otras características.

Metodología

El proyecto de investigación se desarrolló tomando un enfoque cualitativo del estudio de casos. El contexto de la investigación se ubicó en los entornos de trabajo de los diez profesores de matemáticas de los Centros de Formación del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en la regional Valle del Cauca. De este conjunto se seleccionaron dos sujetos de estudio: el profesor Andrés y la profesora Paula¹, para quienes se hizo el análisis en profundidad de cómo se transformaban sus comprensiones de las prácticas en el aula como resultado de su participación en las experiencias de aprendizaje desarrolladas a través de las catorce sesiones del laboratorio de prácticas.

Por consiguiente, las sesiones del laboratorio se concibieron y desarrollaron como espacios que provocasen experiencias de trabajo colectivo con los profesores participantes, donde tuvieran lugar debates, confrontaciones teóricas y prácticas, diseños y planeaciones colaborativas de clase, enseñanzas conjuntas y análisis de sus resultados, etc. En correspondencia, se usaron diversos

1 Los nombres se modificaron para efectos de la investigación.

instrumentos de práctica como videos de clases, registros de prácticas, diseños de experimentos de clases, análisis de textos o documentos académicos, problemas matemáticos escolares y ejemplos de secuencias de producciones de los estudiantes. Con estos instrumentos se diseñaron las tareas, hojas de trabajo y demás recursos para el desarrollo de cada una de las sesiones.

Por su lado, las fuentes de datos para el desarrollo de la investigación fueron tomadas de entrevistas semiestructuradas realizadas a los participantes, grabaciones en video (de las sesiones del laboratorio y de las clases de los profesores participantes), diarios de aprendizaje (diligenciados por cada uno al terminar la sesión) y, finalmente, de las transcripciones de segmentos de clase de los profesores participantes con sus estudiantes.

Análisis y resultados

El análisis de los datos inició con la construcción de las proposiciones teóricas del caso. Estas se elaboraron desde los cuatro aspectos expuestos de las prácticas del profesor de matemáticas. Como una segunda etapa en el análisis, con el programa MAXQDA se procedió a organizar y construir categorías sobre los datos. La tabla 1 muestra uno de los resultados de esta etapa.

Tabla 1. Categorías de análisis de los datos

Proposición teórica	Categorías emergentes	
Problemas matemáticos	Problemas como medio de aplicación.	
	Problemas y razonamiento matemático.	
	Problemas e interacciones.	
	Diversas estrategias en la solución de problemas.	
Interacciones/Diálogos/Conversaciones	Problemas como actividad en la clase.	
	Preguntas	Organización de los grupos
		Trabajo en los pequeños grupos/con todo el grupo.
		Preguntas del profesor.
Producción matemática		Preguntas de control y supervisión.
		Tipos de preguntas.
		Preguntas para la discusión.
		Interacciones y normas: contextualización de los problemas.
Mirada integral de la práctica en el aula		Interpretación de las dificultades en el aprendizaje.
		Acciones emprendidas para superar dificultades en el aprendizaje.
		La clase magistral.
		La clase en torno a la solución de problemas.
		La gestión de la clase.

Fuente: elaboración propia.

Las categorías así descritas permiten confrontar el desarrollo de los objetivos del proyecto de investigación, los cuales están centrados en caracterizar los cambios en la comprensión de los profesores sobre su práctica en el aula y valorar cómo ese cambio se relaciona con su participación en las experiencias del laboratorio. Para esto, se apostó por un diseño de las situaciones de aprendizaje en torno a los cuatro aspectos de las prácticas ya descritos.

Consistente con lo expuesto, con base en los reportes de MAXQDA se realizó el análisis global o cruce de cada una de las proposiciones teóricas con los datos para cada uno de los sujetos del estudio. La tabla 2 muestra el movimiento de las narrativas² del profesor Andrés en el avance de las sesiones del laboratorio de prácticas en una de las categorías analizadas, específicamente, sobre el cambio en la comprensión del papel de los problemas en el aula de matemáticas. Más que un paso de un nivel a otro, lo que se puede interpretar

del contenido de la tabla es una nueva mirada del profesor, enriquecida con temas como la participación de los otros en la solución del problema, esto es, ya no como un tema individual sino colectivo, donde él no es más que otro actor, con un rol diferenciado.

Finalmente, se desarrolló el análisis comparativo entre los desempeños de los sujetos de estudio. Las narrativas que se presentan en la tabla 3 muestran los acercamientos, pero también las diferencias entre las posiciones de los dos profesores del caso frente a la misma categoría (los problemas matemáticos en el aula). Allí mismo se nota que ambos profesores presentaron cambios de posición y están dirigidos hacia la misma meta: valorar la participación de los estudiantes durante la resolución de problemas, además del fortalecimiento de la actividad en el aula desde este mismo tipo de tareas matemáticas. Este comportamiento constituye una señal de que Paula y Andrés estaban inmersos en experiencias comunes que los llevó a estos encuentros.

Tabla 2. Profesor Andrés. Categorías emergentes: el papel de los problemas en el aula de matemáticas

Los problemas como medio de...			
I. Aplicación	II. Razonamiento	III. Generación de interacciones	IV. Actividad en el aula
“Yo creo que el papel primordial de los problemas en el aula es aterrizar los conceptos, mover la aplicabilidad del concepto que se está dando en clase”.	“Me parece que más que resolver problemas, lo que busca él [profesor] con las preguntas es que razonen con el problema. Cuando uno razona el problema es capaz de argumentar”.	“[...] pero ese problema tiene que manejar una metodología [sic] que esté en pro de las interacciones no solo del profesor/estudiante, sino entre ellos también”.	“Antes daba una clase magistral y al final una socialización de problemas. Ahora toda la clase es una socialización de un problema en el cual todos estén involucrados”.

Fuente: elaboración propia.

2 El uso de la palabra narrativa se refiere a la descripción oral o escrita que hacían los profesores participantes sobre los hechos, las acciones o las situaciones vividas.

Tabla 3. Comparación progresos de los profesores Andrés y Paula. Categoría 1

Paula	Andrés
Aproximaciones	
<p>"Primero les hago una explicación, luego les entrego el problema para que ellos lo lean, lo traten como de desarrollar. Primero cada uno... ya después de un determinado tiempo, pueden ser diez minutos, ya los organizo en grupos de tres... entonces se ubican y ya empiezan ellos a trabajar sobre eso que está ahí planteado. Estoy pasando por cada grupo mirando lo que están haciendo, si de pronto veo que hay alguna equivocación trato como de que vuelvan como a encausarse, es como eso, ..., después que ya todos hayan terminado socializamos". (Marzo 7 del 2018)</p>	<p>"A ver, yo antes daba una clase magistral y al final una socialización de problemas, ahora toda la clase es una socialización de un problema o de problemas, en la cual todos estén involucrados, no es que la clase magistral sobre, o bueno, si sobra porque en la clase magistral era yo, y los aprendices eran receptores solamente, no eran estudiantes que interactúan conmigo, solamente escuchaban y creo que eso es el cambio fundamental que hay entre las dos". (Junio 18 del 2018)</p>
<p>"Definitivamente se ha mejorado... desde el momento que empieza uno a buscar los problemas, cuando está en el trabajo ya con ellos, o sea, de pronto lo hacia anteriormente, pero no tenía tanto en cuenta el diálogo de ellos, la participación de ellos, pero ahora sí, o sea, cuando ellos ya trabajan en grupos, estoy compartiendo con ellos, lo que ellos dicen lo tomo en cuenta, las ideas que ellos tienen". (Mayo 29 del 2018).</p>	<p>"[...] pero ese problema tiene que manejar una metodología que esté en pro de las interacciones no solo del profesor/estudiante sino entre ellos también, pues así me gustaría a mí, ya sea que cada uno participe individualmente socializando en el grupo o trabajen en grupos y después al final socialicen entre todos, pero sí que haya interacciones entre todos los estudiantes del grupo". (Junio 18 del 2018).</p>
Diferencias	
<p>"Lo primero, pienso yo... abordar con problemas, un problema contextualizado no necesariamente enfocado a lo que ellos estén aprendiendo. Un problema del salón, cualquier cosa que de pronto se le ocurra a uno en el momento, allí logra uno captar la atención de ellos". (Febrero 13 del 2018).</p>	<p>Yo creo que el papel primordial de los problemas en el aula es aterrizar los conceptos, mover la aplicabilidad del concepto [sic] que se está dando en clase en un problema de la vida cotidiana". (Marzo 8 del 2018).</p>

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

En los primeros momentos la expresión *prácticas en el aula de matemáticas* resultó novedosa para los participantes del laboratorio. Pero, con el avance de las sesiones los profesores empezaron a hablar, discutir o reflexionar sobre nuevos aspectos de esta práctica, lo que implicó diferentes planteamientos sobre su papel como profesores de matemáticas.

Un ejemplo de lo anterior se reflejó cuando se observaba cómo los profesores le otorgaban valor en el aprendizaje a las conversaciones entre los estudiantes, a las diferentes formas de resolver los problemas, a las preguntas que hacían los estudiantes, a las que ellos debían anticipar, etc. En consecuencia, se observó una nueva dinámica para sus aulas de matemáticas, un escenario donde pueden ser incorporados nuevos aspectos o conocimientos como resultado de sus reflexiones y de los aprendizajes alcanzados a través de las experiencias del laboratorio.

Lo anterior no excluyó la aparición de dificultades. Una de las más significativas, por su presencia en varios momentos y su incidencia en los procesos, estuvo relacionada con los conocimientos de los profesores participantes sobre las matemáticas escolares, lo que conduce a dos preguntas que pueden generar un nuevo proceso investigativo: ¿Cuáles son las matemáticas escolares que deben ser parte del conocimiento profesional de estos profesores para sustentar sus prácticas en el aula? ¿Qué tipo de situaciones o experiencias les permiten a los profesores alcanzar este conocimiento y un buen uso en situaciones de enseñanza?

En la misma línea de cierre, con el desarrollo del laboratorio se evidenció cómo las prácticas en el aula de matemáticas fueron un objeto de aprendizaje intencional por parte de los profesores, que no es un asunto metodológico, ni de intuición o voluntad. Es un arduo proceso de aprendizaje teórico-práctico que, además, debe ser sostenido a lo largo de su desempeño profesional.

Finalmente, se reconoce que las prácticas de los profesores en el aula de matemáticas es un campo abierto de investigación, en el cual emergen cuestiones claves que permiten no solo su comprensión, también el surgimiento de teorías y herramientas metodológicas para su intervención. Lo expuesto en este artículo es solo una muestra de esta hipótesis.

Referencias

Ball, D. L., Thames, M. H. y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. 10.1177/0022487108324554

Ball, D. L. y Bass, H. L. (2014). Mathematics and education: Collaboration in practice. En M. N. Fried y T. Dreyfus (eds.), *Mathematics & mathematics education: Searching for common ground* (pp. 299-312). Springer.

Boaler, J. (2003). Studying and capturing the complexity of practice: The case of the dance of agency. En N. Pateman, B. J. Dougherty y J.T. Zilliox (eds.), *Proceedings of the 27th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 3-16. CRDG, College of Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ed500873.pdf>

Buforn, A., Zorrilla, C. y Fernández, C. (2017). Un experimento de enseñanza: mirar profesionalmente el pensamiento de los estudiantes cuando resuelven problemas realistas. En R. Roig-Vila (ed.), *Investigación en docencia Universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa* (pp. 88-96). Ediciones Octaedro.

Burgos, S., Domínguez, M., Rojas, F. J., Planas, N. y Vilella, X. (2006). La participación en el aula de Matemáticas. En J. M. Goñi (ed.), *Matemáticas e interculturalidad* (pp. 49-62). Ediciones Graó.

Contreras, L. C. (1998). *Resolución de problemas: un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula* [tesis doctoral]. Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva, Huelva. <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/2953>

D'Amore, B. (2015). Saber, conocer, labor en didáctica de la matemática: una contribución a la teoría de la objetivación. En L. Branchetti (ed.), *Teaching and learning mathematics. Some past and current approaches to mathematics education* (pp. 151-171). University of Urbino Carlo Bo. <http://isonomia.uniurb.it/epistemologica>.

Dewey, J. (1937). *Experiencia y educación*. Ediciones Losada.

Dewey, J. (1995). *Democracia y educación: una introducción a la filosofía de la educación*. Ediciones Morata.

Escudero, I. y Sánchez, V. (1999a). The relationship between professional knowledge and teaching practice: The case of similarity. En O. Zaslavsky (ed.), *Proceedings of the 23rd conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 734-741). Haifa, Israel.

Escudero, I. y Sánchez, V. (1999b). Una aproximación al conocimiento profesional del profesor de Matemáticas en la práctica: la semejanza como objeto de enseñanza aprendizaje. *Quadrante. Revista Teorica e de Investigacao*, 8, 85-110.

Escudero, I. y Sánchez, V. (2002). Integration of domains of knowledge in mathematics teachers' practice. En A. D. Cockburn y E. Nardi (eds.), *Proceedings of the 26th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 177-184). Anglia, Reino Unido.

Escudero, I. y Sánchez, V. (2007). How do domains of knowledge integrate into mathematics teachers' practice? *The Journal of Mathematical Behavior*, 26(4), 312-327. 10.1016/j.jmathb.2007.11.002

Fernández, C., Valls, J. y Llinares, S. (2011). El desarrollo de un esquema para caracterizar la competencia docente “mirar con sentido” el pensamiento matemático de los estudiantes. En M.M. Rodríguez et ál. (eds.), *Investigación en educación matemática xv* (pp. 351-360). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). <http://funes.uniandes.edu.co/1820/>

Franke, M. L., Kazemi, E. y Battey, D. (2007). Mathematics teaching and classroom practice. En F. K. Lester, Jr. (ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 225-256). Information Age Publishing.

Garet, M.S., Porter, A.C., Desimone, L., Birman, B.F. y Yoon, K.S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945. 10.3102/00028312038004915

Gavilán, J. M., García, M. y Llinares, S. (2007). Una perspectiva para el análisis de la práctica del profesor de matemáticas. Implicaciones metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 157-170. <http://ddd.uab.cat/record/39718>

Goldsmith, L. T., Doerr, H. M. y Lewis, C. C. (2014). Mathematics teachers' learning: A conceptual framework and synthesis of research. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 17(1), 5-36. 10.1007/s10857-013-9245-4

Guskey, T. (1995). Results-oriented professional development: In search of an optimal mix of effective practices. *Journal of Staff Development*, 15(4), 42-50. Recuperado de http://www.ncrel.org/sdrs/areas/rpl_esys/pdlit_rev.htm.

Guskey, T. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8(3/4), 381-392. 10.1080/135406002100000512

Jacobs, V. R., Lamb, L. L. y Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202.

Llinares, S. (1996). Conocimiento profesional del profesor de matemáticas: conocimiento, creencias y contexto en relación a la noción de función. En J. P. da Ponte, C. Monteiro, M. Maia, L. Serrazina y C. Loureiro (eds.), *Desenvolvimento profissional dos professores de matemática. Que formação?* (pp. 47-82). Secção de Educação e Matemática, Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação (PCE). http://spiem.pt/docs/atas_encontros/1995/1995_03_sllinares.pdf

Llinares, S. (1998). Conocimiento profesional del profesor de matemáticas y procesos de formación. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 17, 51-64. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=638501>

Llinares, S. (2008). Construir el conocimiento necesario para enseñar matemática: prácticas sociales y tecnología. *Evaluación e Investigación*, 1(3), 9-30 <http://hdl.handle.net/10045/10435>

Llinares, S. (2016). Enseñar matemáticas y aprender a mirar de forma profesional la enseñanza. En G. Perafán, E. Badillo y A. Adúriz-Bravo (coords.), *Conocimiento y emociones del profesorado. Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didácticas* (pp. 211-238). Editorial Aula de Humanidades.

Llinares, S. y Blanco, M. (1998). Un método para el análisis del contenido y estructura del conocimiento profesional del profesor de matemáticas. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 17, 65-82. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=638502>

Mason, J. (2011). Noticing: Roots and branches. En M. G. Sherin, V. R. Jacobs y R. A. Philipp (eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes* (pp. 35-50). Routledge.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2014). *De los principios a la acción. Para garantizar el éxito matemático de todos*. NCTM.

Planas, N. y Gorgorió, N. (2004). Are different students expected to learn norms differently in the mathematics classroom? *Mathematics Education Research Journal*, 16(1), 19-40. [10.1007/BF03217389](https://doi.org/10.1007/BF03217389)

Da Ponte, J. P. y Chapman, O. (2006). Mathematics teachers' knowledge and practices. En A. Gutierrez y P. Boero (eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 461-494). Sense Publishers. [10.1007/978-0-387-09601-8_17](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8_17)

Putnam, R. T. y Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational Researcher*, 29(1), 4-15. [10.3102/0013189X029001004](https://doi.org/10.3102/0013189X029001004)

Radford, L. (2017a). Saber y conocimiento desde la perspectiva de la teoría de la objetivación. En B. D'Amore y L. Radford, *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos* (pp. 97-114). Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Radford, L. (2017b). Aprendizaje desde la perspectiva de la teoría de la objetivación. En B. D'Amore y L. Radford, *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos* (pp. 115-136). Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Ruiz, A., Sierra, T., Bosch, M. y Gascón, J. (2014). Las matemáticas para la enseñanza en una formación del profesorado basada en el estudio de cuestiones. *Bolema: Boletim de Educação Matemática-Mathematics Education Bulletin*, 28(48), 319-340. 10.1590/1980-4415v28n48a16

Ruiz, S., Vázquez, M., Díez, P. y Manolucos, J. A. (2015). Experiencia didáctica en un humedal de la ciudad de Río Gallegos como laboratorio social. *Cardinalis*, 4(1), 215-229. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/article/view/11807>

Schoenfeld, A. H. (2002). A highly interactive discourse structure. En J. Brophy (ed.), *Social constructivist teaching: Its affordances and constraints* (pp. 131-170). JAI Press.

Schoenfeld, A. H. (2013). Classroom observations in theory and practice. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 45(4), 607-621. 10.1007/s11858-012-0483-1

Sztajn, P., Borko, H. y Smith, T. (2017). Research on mathematics professional development. En J. Cai (ed.), *Compendium for research in mathematics education* (pp. 793-823). National Council of Teachers of Mathematics.

Vilella, X. (2013). Diàleg entre iguals a l'aula. Eina per a la construcció del coneixement matemàtic. *Noubiaix: Revista de la FEEMCAT i la SCM*, 42, 36-48. <https://www.raco.cat/index.php/Noubiaix/index>

Para citar este artículo

Malagón Patiño, M. R. (2021). Las prácticas docentes en el aula de matemáticas: una mirada desde la formación de profesores. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (49), 91-106. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-10153>