

UN ESTUDIO CON PROFESORES EN FORMACIÓN SOBRE SU CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO EN MATEMÁTICAS

Ana María Martínez Blancarte, Simón Mochón Cohen
CINVESTAV – IPN
anismaba@hotmail.com

México

Resumen. Esta investigación se enfocó en averiguar y reflexionar el Conocimiento Pedagógico que los profesores en formación conocen y manejan al enseñar la asignatura de matemáticas, lo anterior se realizó mediante un taller de apoyo educativo y la aplicación de instrumentos metodológicos como son observaciones de clase (iniciales y finales) y cuestionarios. El análisis de los datos obtenidos se hizo con base en los cuatro parámetros de Askew, Brown, Denvir & Rhodes (2000): tareas, conversación, herramientas, relaciones y normas establecidos en un salón de clase, además de los aportes de McDonough & Clarke (2003) quienes mencionan diez categorías para identificar las prácticas de profesores efectivos.

Palabras clave: conocimiento pedagógico, futuros profesores, matemáticas.

Abstract This research was focused on finding out and reflecting upon the pedagogical knowledge that teachers in training know and manage when teaching mathematics, the former was carried out by means of a workshop for educational support and the implementation of methodological tools such as classroom observations (initial and final) and questionnaires. The analysis of the data was based on four parameters Askew, Brown, Denvir & Rhodes (2000): tasks, talk, tools, relationships and rules established in a classroom, in addition to the contributions of McDonough & Clarke (2003) who listed ten categories to identify the practices of effective teachers.

Key words: pedagogical knowledge, future teachers, mathematics.

Introducción

La formación docente tiene un papel fundamental en el aprendizaje de los alumnos (Adler, J., Ball, D., Krainer, K., Lin, F & Novotna, J., 2005), es por ello que para mejorar el desenvolvimiento de los educandos es necesario mejorar la formación de los profesores. Sin embargo, en la actualidad se observa que algunos docentes no han desarrollado sus habilidades pedagógicas (Baturó, 2004) y no cuentan con el conocimiento matemático suficiente para efectuar una adecuada enseñanza. Por lo anterior, nuestra problemática de estudio se enfocó en averiguar y reflexionar el conocimiento pedagógico que los estudiantes a profesor conocen y manejan al momento de enseñar la asignatura de matemáticas, teniendo como preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el conocimiento pedagógico que poseen los estudiantes a profesor acerca de la enseñanza/aprendizaje de la asignatura de matemáticas?
- ¿De qué manera se puede mejorar el conocimiento pedagógico del estudiante a profesor, mediante un taller de apoyo educativo?

Shulman (1986) resalta que el maestro necesita entender no sólo lo que algo es; sino comprender más allá del porqué es así; concebir si su justificación puede ser válida o no, y bajo

qué circunstancias. Para ello, el conocimiento para la enseñanza debe considerar aspectos de dimensión general y de contenido específico. Mencionaremos únicamente la segunda por ser el punto primordial donde se centra nuestro trabajo. Para Shulman (1986) la dimensión del contenido se divide en tres categorías: el conocimiento de contenido, el conocimiento curricular y el conocimiento de contenido pedagógico. A continuación solo explicaremos al último conocimiento por ser la prioridad de nuestro trabajo; por tanto tenemos que el Conocimiento de Contenido Pedagógico (CCP) es la categoría donde se mezclan el contenido y la pedagogía necesarios para la enseñanza de una asignatura. De acuerdo con Shulman (1987), este conocimiento permite entender cómo un docente puede organizar, modelar, representar o adaptar los tópicos particulares, los problemas o las situaciones a los diversos intereses, habilidades, concepciones y dificultades de sus estudiantes. El CCP ha desencadenado diversas investigaciones alrededor del conocimiento del profesor, y brindado nuevas aportaciones y hallazgos al respecto. Algunos investigadores como Ball, Thames & Phelps (2007); cuestionan ¿qué hace el maestro?, ¿cómo lo hace? y ¿qué demandas están inmersas en su conocimiento y enseñanza? Ellos, dentro de su estudio y análisis de la práctica de enseñanza, han desarrollando una teoría sobre el conocimiento matemático, originando así, lo que Ball denomina Conocimiento Matemático para la Enseñanza (CME) que es una combinación de contenido matemático y pedagogía; ambos son conocimientos que un profesor requiere para desempeñar su diaria labor. Dos de las tres facetas centrales del CME que se centran más en la cuestión pedagógica, son la del Conocimiento de estudiantes (este conocimiento se encuentra relacionado con los conocimientos de contenido y pedagogía, además de considerar el razonamiento de los alumnos; es decir, el conocer las estrategias, conceptos, dudas, confusiones o ideas erróneas de los educandos sobre un tópico matemático) y la del Conocimiento para la instrucción (está conformada por el conocimiento matemático y el pedagógico, pues ambos se complementan al brindar la enseñanza de un tópico en particular y deben ser dominados por el profesor al impartir una clase matemática).

Cooper, Baturó & Grant (2006) detectaron que existía una carencia de programas de aprendizaje profesional que se dedicara al aspecto de cómo enseñar los conceptos y procesos matemáticos de una manera efectiva. Estos investigadores encontraron que para dar respuesta a lo anterior debe existir una relación entre los profesores e investigadores sobre el aspecto pedagógico, mediante una pedagogía en contexto llamada también pedagogía a tres niveles, que a continuación describimos.

Primer nivel. Pedagogías genéricas: son las específicas de una asignatura, cualquiera que sea. En Cooper *et al.* (2006) encontramos que Krutetskii y Hershkowitz identifican cuatro

aproximaciones precisas para la enseñanza de las matemáticas: a) flexibilidad, b) reversibilidad, c) generalización y d) ejemplos no prototípicos.

Segundo nivel. Pedagogías de dominio: son aquellas estrategias o métodos de enseñanza y aprendizaje apropiados para desarrollar un tópico matemático. Retoman los cuatro parámetros de Askew *et al.* (2000), los cuales son tareas, conversación, herramientas, además, de las relaciones y normas; y las diez categorías que de acuerdo con McDonough & Clarke (2003) nos ayudarían a identificar a un profesor efectivo en la asignatura de matemáticas; dichas categorías son: características de las tareas, materiales y representaciones, adaptaciones y conexiones, estilos de organización, aproximaciones de enseñanza, interacción en el salón, expectativas, reflexión, métodos de evaluación y atributos personales del profesor.

Tercer nivel. Pedagogías técnicas: son los consejos y sugerencias prácticos que ayudan a que una lección en particular funcione. Como ejemplo citamos la enseñanza de las fracciones mediante el doblado de papel.

Como se observa, estas pedagogías en contexto definen el conocimiento pedagógico de la asignatura que impartirá un profesor en el aula. En el caso particular de las matemáticas, estos tres niveles de pedagogía conforman lo que llamamos Conocimiento Pedagógico en Matemáticas.

Otras investigaciones que se han realizado sobre el CME son la de Sorto, M., Marsall, J. H., Luschei, T. F. & Carnoy, M. (2009) el cual es un estudio sobre la relación entre el CME y la preparación y prácticas de los docentes en el nivel de educación básica. Sin embargo, su análisis difiere bastante del nuestro.

Algunos artículos en la misma línea de nuestra investigación serían: Mochón (2010), Pérez, V. E. L. & Mochón, S. (2009) y Ramírez, R. M. T. & Mochón, S. (2009); los dos últimos trabajos mencionados llevaron a cabo un taller de apoyo educativo, sin embargo, el artículo de Pérez *et al.* (2009) se centra más en la reflexión de la práctica docente y el conocimiento en general del profesor de primaria, mientras que el de Ramírez *et al.* (2009) remota las tres facetas del CME, pero difiere de nuestro trabajo debido a que nosotros solo retomamos dos facetas que están más apegadas al Conocimiento Pedagógico sobre dicha asignatura, además de que el estudio de Ramírez *et al.* (2009) se realizó con profesores de primaria en activo y el nuestro con futuros docentes de Secundaria, pues consideremos que podemos tener mayor impacto desde la formación de los futuros profesores.

Metodología

La investigación tuvo un carácter cualitativo con enseñanza y se llevó a cabo con profesores en formación del sexto semestre de la Licenciatura en Secundaria con especialidad en Matemáticas de la Escuela Normal Superior de México; en el espacio de la asignatura de Observación y Práctica Docente IV en donde los normalistas se encuentran realizando sus prácticas docentes en la asignatura de matemáticas con alumnos de los tres grados de secundaria y ponen en juego los elementos adquiridos en las asignaturas de su especialidad, además de tener horas en la normal para compartir y fortalecer sus experiencias frente a grupo. La recolección de datos de nuestra investigación, se llevó a cabo de algunos instrumentos como lo fueron:

I) Un cuestionario sobre la efectividad del profesor (de 22 reactivos) en la asignatura de matemáticas y **II)** un cuestionario de elementos pedagógicos (de nueve preguntas) cuyo objetivo fue indagar los aspectos pedagógicos que conocen y emplean los docentes en formación, en sus clases de matemáticas. Los ítems de ambos instrumentos estuvieron diseñados y analizados conforme a los cuatro parámetros de Askew *et al.* (2000) y las 10 categorías de MacDonough & Clarke (2003).

III) Observaciones de clases (cuatro iniciales y cuatro finales), teniendo por objetivo explorar el trabajo de los estudiantes a profesor, conocer las herramientas y actividades que utilizan para algunos temas de matemáticas, además de observar la manera en que organizan y se comunican con sus estudiantes durante la clase.

IV) Implementación de un taller de apoyo educativo de siete sesiones con el fin de explorar y reflexionar el Conocimiento Pedagógico que los estudiantes a profesor conocen y manejan al impartir una clase de matemáticas. Las actividades que se desarrollaron en las seis sesiones fueron las siguientes:

Primera sesión: se realizó la discusión de las respuestas a las preguntas del cuestionario de elementos pedagógicos que dieron los futuros docentes, con el objetivo de clarificar conceptos, averiguar y reflexionar el Conocimiento Pedagógico que conocen y dominan.

Segunda y tercera sesiones se organizó al grupo en equipos para que leyeran, analizaran y expusieran a sus compañeros una parte de los artículos “Colaboración con maestros para mejorar el aprendizaje de las matemáticas: Pedagogía a tres niveles” y “Describiendo la práctica de maestros efectivos de matemáticas en los años tempranos”, con el objetivo de identificar y reflexionar sobre la necesidad de poseer un conocimiento de contenido sobre la asignatura de

matemáticas, pero sobre todo contar y poner en práctica el conocimiento del contenido pedagógico para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en general.

Cuarta y sexta sesiones: los profesores en formación JP y LN impartieron una clase muestra abordando el tema de fracciones y números decimales, y el tema de cálculo mental, respectivamente. Tuvo como finalidad observar los elementos pedagógicos que el estudiante a profesor maneja; además, de que sus compañeros le recomendaran otros aspectos pedagógicos que podría incluir para mejorar su práctica docente.

Quinta sesión se dedicó al análisis de las hojas de trabajo que los futuros docentes diseñaron y emplearon en la primera jornada de sus prácticas docente.

Séptima sesión el normalista F nos mostró su manera de trabajar el tema de cálculo de áreas de figuras geométricas y al igual que a sus compañeros JP y LN, el resto del grupo le hizo aportaciones sobre los elementos pedagógicos que utilizó al desarrollar su clase.

V) Un cuestionario final cuyo objetivo fue conocer los elementos pedagógicos que los estudiantes a profesor rescataron y reflexionaron antes, durante y después del taller de apoyo educativo mejorando así su práctica docente; constó de tres reactivos.

Resultados

I) Primer cuestionario

De las diez categorías que enuncian McDonough & Clarke (2003) podemos mencionar lo siguiente, relacionado a la categoría de atributos personales y reflexión de la actividad docente, encontramos que solo una estudiante a profesora considera importante observar los errores del profesor y no solo los de los estudiantes de secundaria al momento de impartir una clase, como elementos importantes para que se tenga éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de matemáticas; sin embargo la mayoría de los docentes en formación se inclinan más hacia el conocimiento de un tópico matemático como el responsable de que la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de matemáticas tenga éxito, dejando de lado el aspecto pedagógico y didáctico de la materia mencionada.

En la categoría de métodos de evaluación, los docentes en formación reconocieron llevar a cabo una evaluación cuantitativa por medio de exámenes y resolución de ejercicios; además de ser el otorgamiento de una calificación el medio como estimulan a sus alumnos para que participen en clase.

Los docentes en formación en cuanto a la categoría de organización y estilos de enseñanza mencionaron que la forma en que más trabajan con el grupo es de manera individual o en equipos, como ejemplo citamos del trabajo individual citamos el siguiente comentario de la

normalista FA “Interesante para verificar que cada alumno sabe lo que hace...”; con respecto al trabajo en equipos tenemos las siguientes participaciones JA mencionó “Los alumnos, entre ellos dan ideas y llegan a cosas concretas” y OS “Por medio del trabajo en equipo, los alumnos socializan sus ideas”.

II) Segundo cuestionario

Se pudo observar que en el aspecto de actividades o tareas, la resolución de problemas es la tarea que más ponen en juego los profesores en formación, lo anterior se debe a que en los planes y programas se menciona como enfoque de la asignatura de matemáticas, la resolución de problemas.

Los tipos de conversación que se establecen en un salón de clase de acuerdo a Askew *et al.* (2000), no todos son puestos en práctica por los normalistas a lo largo de sus sesiones, a pesar de que identifican que todas son importantes. Pues algunos comentarios de la conversación que se establece entre alumnos encontramos los siguientes comentarios CR “Entre ellos difunden ideas erróneas del tema que se esté tratando...” y LN “Puede existir una mala información o una equivocación en el desarrollo de la actividad”.

En lo que respecta a las herramientas que los futuros docentes ponen en práctica, estas se basan más la pedagogía genérica que mencionan Cooper *et al.* (2006), sólo un docente en formación, reconoció la pedagogía técnica en la enseñanza de fracciones.

Las normas que más reconocen los normalistas que deben ser implementadas en un salón de clase son el respeto, la puntualidad y la disciplina de los estudiantes de secundaria.

III) Observaciones de clase

Algunas deficiencias que se detectaron en los docentes en formación al llevar a cabo las observaciones de clase, fueron:

- Escasa utilización diversos recursos didácticos, lo que más emplean son fotocopias con ejercicios, los libros de texto, juegos de geometría, entre otros.
- Las actividades diseñadas por los docentes en formación no siempre tienen un objetivo claro y suelen ser el planteamiento y resolución de problemas o ejercicios, además de la solución de hojas impresas.
- No siempre escuchan atentamente a sus alumnos, ni consideran sus conceptos previos para desarrollar el tópico a trabajar.
- Se les dificulta conectar los temas con ejemplos de la vida diaria.

- Para motivar a sus estudiantes a participar en clase, se valen del otorgamiento de una calificación o puntos extras.

Las situaciones anteriores reafirman el escaso conocimiento por parte de los profesores en formación sobre el diseño, selección de actividades y materiales que permitan el desarrollo de un contenido matemático, aspectos que van de la mano con los cuatro parámetros y las diez categorías que Askew et al. (2000) y MacDonoug & Clarke (2003) consideran importantes y que el profesor debe tomar en cuenta al planear y diseñar una clase de matemáticas.

IV) Sesiones del taller

Sesión uno: en la pregunta que se refirió al diseño de actividades, encontramos que en su mayoría estaban basadas en la práctica o mecanización de los ejercicios o algoritmos, en lugar de ser tareas que ayuden a desarrollar el pensamiento de los estudiantes, para ilustrar lo anterior citamos el siguiente comentario de la profesora en formación MY “*La verdad, realizamos ejercicios de memorización o mecanización, por ejemplo, al impartir un tema de ecuaciones de primer grado, primero damos la explicación sobre la forma de resolverlas y sus reglas, después entregamos una serie de ejercicios a resolver; son quince o veinte ecuaciones nada más*”.

Sesiones dos y tres: Después de la revisión de los artículos de investigación internacional sobre el Conocimiento Pedagógico en la asignatura de matemáticas, retomamos el comentario de la normalista MY sobre el diseño de las actividades y planteamos la siguiente interrogante ¿cómo sería entonces una actividad que ayude a desarrollar el pensamiento de los alumnos y no resulte ser sólo una mecanización?, algunas sugerencias que dieron los futuros profesores fueron:

- CI: “*Sería una actividad o tarea que tenga un grado de complejidad*”.
- LN: “*La actividad si debe tener una complejidad, pero en cuanto al desarrollo del pensamiento, no debe ser algo muy elaborado o complejo que los alumnos no lo entiendan y terminen por abandonarlo*”.
- MY: “*Un ejemplo claro es lo que acabamos de ver sobre los decimales y las fracciones, ¿cuál es mayor $\frac{1}{3}$ ó 0.33333?, entonces el alumno ya activa su pensamiento buscando estrategias y argumentos que le permitan demostrar cuál es mayor y por qué*”.

Las participaciones anteriores, nos demuestran que mediante los textos leídos y analizados a lo largo del taller, los estudiantes a profesor reconocen que es necesario modificar el diseño de las actividades o tareas que brindan a sus alumnos, para lo cual deben evitar el empleo de la mecanización.

Sesión cinco: encontramos que las de trabajo diseñadas por los normalistas, en su mayoría solo enlistaban una serie de operaciones o problemas que los alumnos deberían de resolver, como la que se muestra a continuación en la figura 1.

Escuela Secundaria Diurna No. 78 “República de Paraguay”		
Nombre del alumno: _____		No. De lista: _____
Grupo: _____	Fecha: _____	subtema: Ecuaciones
Resuelve las siguientes ecuaciones y realiza su comprobación.		
a) $k-2=23$	d) $5d=18$	g) $2d+14=30$
b) $f+9=24$	e) $6t=33$	h) $6k-17=37$
c) $x+2.5=5$	f) $10g=42$	i) $8t+42=58$

Figura 1. Hoja de trabajo diseñada por los normalistas durante la primera jornada de trabajo

En el ejemplo anterior, se muestra que los futuros docentes tienen la creencia de que una hoja de trabajo es una lista de ejercicios por resolver y mecanizar; además de no brindar el espacio suficiente para solucionar el trabajo. Cabe aclarar que la mecanización puede llevar a los estudiantes incluso a la repetición de los mismos errores de solución en los ejercicios planteados. La situación anterior se mejoró en la segunda jornada de trabajo donde mostraron hojas de trabajo con un objetivo, diversidad de ejercicios y con espacio suficiente para ser solucionados, e incluso las ocuparon para desarrollar toda la sesión y no solo como medio para evaluar el tema trabajado en clase.

V) Sesión siete donde se analizó el cuestionario final

En el cuestionario final que se aplicó, resultó importante plantear la siguiente pregunta a los docentes en formación, ¿Escribe lo que aprendiste en este taller acerca del aspecto pedagógico que se debe llevar a cabo en la asignatura de matemáticas? Pues permitió conocer la concepción inicial que tenían y lo que tienen después de la participación en el taller, como lo muestra el siguiente comentario de la futura profesora FA “Aprendí el significado de la pedagogía dentro de un salón de clases, porque no se trata solamente de llegar al aula pasar lista, explicar, dejar trabajo a los alumnos y sentarse, si no es todo una serie de actividades que deben ser planeadas, actividades con respecto a las actitudes y capacidades de cada alumno, es buscar la forma en que el alumno adquiera, procese un conocimiento...”. En la aportación se observa la reflexión sobre el concepto e importancia del Conocimiento Pedagógico en la asignatura de matemáticas.

Conclusiones

Los profesores en formación reconocieron que tienen carencias sobre lo que significa el Conocimiento Pedagógico (que involucra el conocimiento para la instrucción y de estudiantes) en la asignatura de matemática, y por ello se inclinan más al dominio y conocimiento de los temas específicos de la asignatura de matemáticas.

Se hace necesario un conocimiento de herramientas y materiales didácticos que permitan a los futuros docentes el desarrollo de un tópico matemático de una manera distinta a la que están acostumbrados (explicación y resolución de ejercicios).

Los docentes en formación reconocieron las carencias que tenían al planear, desarrollar y evaluar una clase de matemáticas, además del diseño de hojas de trabajo; dichos aspectos se fortalecieron gracias a la lectura y reflexión de los artículos enfocados a identificar el Conocimiento Pedagógico en la asignatura de matemáticas.

Referencias bibliográficas

- Adler, J., Ball, D., Krainer, K., Lin, F & Novotna, J. (2005). Reflections on an emerging field: Researching Mathematics Teacher Education. *Educational Studies in Mathematics* 60(3), 359-381.
- Askew, M., Brown, M., Denvir, H. y Rhodes, V. (2000). Describing primary mathematics lessons observed in the Leverhulme Numeracy Research Programme: A qualitative framework. *Proceeding Psychology of Mathematics Education* 24(2), 17-24.
- Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2007). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? Manuscrito enviado para publicación.
- Baturo, A. R. (2004). Empowering Andrea to help year 5 students construct fraction understanding. *Proceeding Psychology of Mathematics Education* 28(2), 95-102.
- Cooper, T., Baturo, A. & Grant, E. (2006). Collaboration with teachers to improve mathematics learning: Pedagogy at three levels. *Proceeding Psychology of Mathematics Education* 30(2), 361-368.
- McDonough, A. & Clarke, D. (2003). Describing the practice of effective teachers of mathematics in the early years. *Proceeding Psychology of Mathematics Education* 27(3), 261-268.
- Mochon, S. (2010). La relación del comportamiento del profesor con el avance cognitivo de los estudiantes al introducir un software educativo en el aula, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 13(4), 355-371.

- Pérez, V. E. L. & Mochón, S. (2009), Impacto de un taller de discusión en el conocimiento y en la reflexión sobre la práctica docente de maestros de primaria. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 1521-1528. México. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Ramírez, R. M. T. & Mochón, S. (2009), Estudio de los efectos de un taller de apoyo educativo en matemáticas para maestros de educación básica. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 1463-1472. México. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research* 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review* 57(1), 1-22.
- Sorto, M. A.; Marshall, J. H.; Luschei, T. F. & Carnoy, M. (2009). Teacher Knowledge and teaching in Panama and Costa Rica: a comparative study in primary and secondary education, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 12(2), 251-290