

EFFECTO DE UN DISPOSITIVO DE FORMACIÓN INICIAL DOCENTE SOBRE EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN LOS ALUMNOS DE SECUNDARIA

Hernán Morales

Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile)

hmorales@ucsc.cl

En este artículo se presentan los avances del desarrollo de una tesis doctoral, que tiene como propósito determinar cuáles son los efectos del proceso de enseñanza, en didáctica de la geometría, en el nivel universitario, sobre la práctica profesional de un estudiante de pedagogía, y si esto tiene un efecto sobre el desarrollo de competencias del alumno de la escuela. Para responder la pregunta de investigación se propuso una actividad que consiste en construir un capítulo de un libro de geometría, para luego describir la aplicación de este en la escuela. Los resultados preliminares son contradictorios, porque los estudiantes manifiestan su aprobación al método, pero su aplicación en la práctica no es alentadora.

EL PROCESO DE FORMACIÓN DE UN PROFESOR DE MATEMÁTICAS, DESDE EL AULA UNIVERSITARIA A LA ESCUELA

En Chile, el proceso de formación inicial de profesores tiene entre sus características una formación teórica y práctica. La formación teórica se realiza en las universidades, y la práctica, en estadias en escuelas o colegios. En el caso de los profesores de matemáticas, este proceso de formación busca el desarrollo de competencias profesionales de ese ámbito. Algunas de esas competencias se comienzan a desarrollar en la asignatura de didáctica de la geometría y luego se consolidan en la asignatura de práctica pedagógica que tiene lugar en las instituciones escolares. Sin embargo, es difícil saber cuál es el efecto del proceso de desarrollo de competencias iniciado en la universidad sobre la práctica que el estudiante realiza en un colegio, debido a la “distancia” entre estas dos actividades y a que este proceso debe competir y enfrentarse a otras influencias: la tradición de modelos de enseñanza; el currículo chileno (MINEDUC, 2011); la obligatoriedad de usar ciertos textos; la instalación, en escuelas o colegios, de modelos de enseñanza distintos de los enseñados en la universidad; obligaciones administrativas, entre otras. Entonces, esto nos lleva a pre-

Morales, H. (2013). Efecto de un dispositivo de formación inicial docente sobre el desarrollo de competencias matemáticas en los alumnos de secundaria. En P. Perry (Ed.), *Memorias del 21° Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones* (pp. 235-241). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

guntarnos: ¿Cuáles son los efectos del proceso de enseñanza en didáctica de la geometría sobre la práctica de un estudiante en un colegio? ¿Cómo se pueden explicar esos efectos?

Ya existen investigaciones que entregan alguna información sobre lo que sucede desde el trabajo del investigador hasta el estudiante que inicia su labor como profesor. A partir de tales estudios se señala que el énfasis debe hacerse en la adaptación de las explicaciones matemáticas al nivel de los estudiantes, deben usarse las experiencias mismas de los estudiantes para esas explicaciones, debe mostrarse cómo se conectan entre sí los temas matemáticos, y que no son entidades aisladas (Leatham y Peterson, 2010). Otro elemento que se debe considerar son los errores de los estudiantes y que ellos reflexionen en torno a que sus alumnos también los cometerán. En otras palabras, el error de un alumno representa una situación problemática que puede guiar al profesor en un trabajo reflexivo sobre las elecciones, decisiones y acciones que él efectúa en función del procedimiento erróneo. Cada situación de trabajo del error es distinta debido a sus particularidades, y ella presenta obligaciones y posibilidades a la actividad del profesor (Normandeau, 2010). Se señala también que cuando tienen lugar las primeras prácticas en la escuela, el estudiante debe ir acompañado por el académico que lo formó pues de no ser así, puede ser guiado de manera débil en ambas áreas, la matemática y la didáctica. Esta aseveración es tan radical, que se afirma que solo los profesores universitarios deberían guiar este proceso, de modo que el estudiante cuando ya sea profesor continúe aprendiendo sobre cómo enseñar matemáticas y gestionar una clase (Fernández y Erbilgin, 2009). Otro elemento para tener en cuenta es el uso de textos. Se menciona que un proceso de formación de profesores debe contemplar el desarrollo de la competencia para analizar los textos y que debe estar formada por los siguientes elementos: 1) lenguaje, 2) situaciones problema, 3) conceptos, 4) procedimientos, técnicas, 5) proposiciones, propiedades, teoremas, y 6) argumentaciones (Font y Godino, 2006).

La propuesta para responder las preguntas señaladas anteriormente está dada en la planificación y puesta en práctica de un proceso de formación de un profesor de matemáticas; proceso este, fundamentado en torno a un grupo de saberes matemáticos, disidentes, poco habituales en la tradición frontal e idealista de la enseñanza de las matemáticas en Chile, pero coherentes con el currículo oficial y con el desarrollo de las competencias matemáticas del alumno, y que considera tres etapas. En la primera etapa, “Relación de investigación”, se lleva a cabo la transposición didáctica (Chevallard, 1985/1991) del saber di-

dáctico al conocimiento didáctico; y se planifican y definen aquellos aspectos del saber didáctico que se enseñarán a los estudiantes universitarios y que harán parte de lo que llamaremos *dispositivo de formación*. Este dispositivo incluye un método de referencia que denominamos *capítulo paradigmático modelo*. Luego de definido este dispositivo, se pasa a una segunda etapa, “Relación de formación”, en la que el académico enseña los aspectos esenciales del conocimiento didáctico al estudiante, futuro profesor, siempre en el contexto de la asignatura de didáctica de la geometría, utilizando el dispositivo mencionado. Esta acción ocurre en el aula universitaria, donde se realiza la devolución (Brousseau, 1997) en un medio didáctico y en condiciones del contrato didáctico y donde el estudiante construye su propio capítulo paradigmático, construcción esta, que implica la transposición didáctica del saber matemático al conocimiento matemático enseñable (Chevallard, 1985/1991). El profesor va evaluando esta construcción para proponer sugerencias de mejora y coherencia respecto del capítulo paradigmático modelo, al mismo tiempo que evalúa el trabajo del estudiante para su calificación final en la asignatura. Posteriormente, en la tercera etapa, “Relación didáctica”, el estudiante enseña el conocimiento matemático en un colegio. Esta tercera etapa ocurre durante la asignatura de práctica pedagógica. Así, este estudiante, enseña al alumno los conocimientos matemáticos ya definidos. Este proceso, al igual que el anterior, también ocurre en un medio, la sala de clases de un colegio, y en condiciones de contrato didáctico, y se hace presente el capítulo paradigmático construido por el estudiante.

Las actividades incluidas en el capítulo paradigmático deben responder a la siguiente pregunta: ¿cuáles son las tareas que debe proponer un profesor para que el alumno “active” sus esquemas y ponga en actividad sus conceptos en acción? (Vergnaud, 1990). Nuestra propuesta considera dos tipos de tareas. La primera fundamentada en el constructivismo de Bruner (1996); es decir las tareas deben seguir la siguiente lógica: concreto, pictórico, abstracto. Lo concreto lo entendemos como el uso de material concreto como objetos, imágenes, videos, mapas. Lo pictórico se refiere al trabajo en guías escritas de ejercicios en los cuales aparecen las representaciones pictóricas de lo concreto. Lo abstracto implica el uso de algoritmos, como una etapa final luego de lo pictórico. Estas tres etapas deben estar conectadas, de modo que una tarea pueda ser representada a través de lo concreto, lo pictórico y lo abstracto, con el objetivo, como ya lo señalamos, de activar los esquemas de los alumnos. Así, cada vez que el profesor piensa una tarea en la etapa de la transposición didác-

tica, debe considerar esta lógica. El segundo tipo de tarea está vinculado a la clase de desempeño que se espera que realice el alumno. Para definir los desempeños contamos con dos fuentes de información: los programas de estudio del Ministerio de Educación (MINEDUC, 2011) que señalan los aprendizajes esperados, y las competencias PISA (OCDE, 2006) que presentan una relevante fundamentación sobre el tipo de tareas que se deben proponer a los alumnos. Estas son: de reproducción, de conexión, de reflexión:

| Grupo de reproducción | Grupo de conexión | Grupo de reflexión |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Representaciones y definiciones estándar - Cálculos rutinarios - Procedimientos rutinarios - Solución rutinaria de problemas | <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de modelos - Solución, traducción e interpretación estándar de problemas - Métodos múltiples claramente definidos | <ul style="list-style-type: none"> - Planteamiento y solución de problemas de nivel complejo - Reflexión e intuición - Enfoque matemático original - Métodos múltiples complejos - Generalización |

Figura 1: Competencia matemática

Considerando lo descrito, el proyecto que se desea implementar se propone describir los efectos de un dispositivo diseñado para la formación de profesores de matemáticas en el ámbito de la didáctica de la matemática, sobre el desarrollo de competencias matemáticas en alumnos de educación secundaria.

MARCO METODOLÓGICO

En términos generales, el marco metodológico considerará lo siguiente: en primer lugar señalemos que será una investigación cualitativa, con elección deliberada de estudiantes y estudio en el terreno, en el medio de acción natural de los estudiantes. El proceso considera que durante el desarrollo de la asignatura de didáctica de la geometría, cada estudiante construirá un capítulo paradigmático. Luego de finalizada esa asignatura, y cuando el estudiante se encuentre en la asignatura de práctica pedagógica, el estudiante aplicará su capítulo paradigmático frente a los alumnos de un colegio. Se elegirán de 2 a 5 estudiantes que hayan realizado capítulos paradigmáticos interesantes; la elección se hará a partir de la evaluación de logro de las competencias de los estudiantes en la asignatura de didáctica de la geometría. Además, como cada uno

de los estudiantes habrá considerado temas distintos, se podrá comparar la información entre ellos. Durante el proceso en que el estudiante realice la Relación didáctica (tercera fase), se podrán observar y obtener evidencias del proceso de adquisición y logro de competencias de los alumnos del colegio (Balacheff y Margolinas, 2005), en el ámbito de las matemáticas. Esto permitirá responder la pregunta de investigación.

Para el desarrollo de la investigación utilizaremos la ingeniería didáctica - Artigue (1996, citado en Campos, 2006) que

[D]esigna un conjunto de secuencias de clase concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo de forma coherente por un profesor-ingeniero para efectuar un proyecto de aprendizaje de un contenido matemático dado para un grupo concreto de alumnos. La ingeniería didáctica es, al mismo tiempo, un producto, resultante de un análisis *a priori*, y un proceso, resultante de una adaptación de la puesta en funcionamiento de un producto acorde con las condiciones dinámicas de una clase. (p. 1)

Señalemos que la ingeniería didáctica considera tres dimensiones en su construcción:

- una dimensión epistemológica que está asociada a las características del saber puesto en funcionamiento,
- una dimensión cognitiva que está asociada a las características cognitivas de los alumnos a los que se dirige la enseñanza,
- una dimensión didáctica asociada a las características del funcionamiento del sistema de re-enseñanza.

Es claro que la ingeniería didáctica es coherente con la estructura didáctica presentada anteriormente, ya que la dimensión epistemológica es correspondiente con el saber sabio y su transposición didáctica; la dimensión cognitiva está asociada al alumno; y la dimensión didáctica está asociada al profesor, la devolución, el medio y el contrato didáctico.

Ya definido el camino de nuestra metodología de investigación, Artigue (1995) señala que el proceso experimental de la ingeniería didáctica consta de cuatro fases:

- análisis preliminares,

- concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas,
- experimentación.

También utilizaremos un enfoque etnográfico (Spradley, 1979), ya que el investigador tiene una observación participante, de modo que se sumerge en la realidad social que investiga. El investigador observa, acompaña y comparte las rutinas típicas del fenómeno que investiga. Él debe suponer que no sabe nada, y que va a aprender todo lo posible de sus informantes. Se trata de conocer el significado que tienen las acciones y los eventos para la gente (estudiantes y alumnos) que se estudia. Estos significados pueden expresarse a través del lenguaje, la palabra o la acción. El enfoque etnográfico nos entrega la fundamentación para participar como observadores en la puesta en acción de las prácticas pedagógicas de los estudiantes, y explicar que sucede con los aprendizajes de la geometría en los alumnos. Nos entrega también la fundamentación para obtener la percepción y argumentación de los estudiantes y alumnos sobre la construcción y puesta en acción del “capítulo paradigmático”, conociendo sus “regularidades y variaciones”. Esto se hace a través de la observación y de entrevistas en profundidad a los estudiantes y alumnos.

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad, este trabajo se encuentra en desarrollo en la Facultad de Educación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Los estudiantes construyeron su capítulo paradigmático e iniciaron ya su práctica pedagógica para comenzar la etapa de observación de la aplicación del capítulo paradigmático en la escuela. Su construcción ha sido ya desarrollada, y los estudiantes han propuesto interesantes trabajos, que podrán ser vistos en la exposición de este trabajo.

Las primeras etapas de la observación de la aplicación aún no son muy alentadoras, ya que los estudiantes, en sus primeras actividades de práctica pedagógica, están repitiendo un modelo de enseñanza muy tradicional, copiando tal vez, cómo a ellos les enseñaron geometría. Es algo que está por verse y aún se requiere más información.

REFERENCIAS

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En M. Artigue, R. Douady, Luis Moreno y P. Gómez (Eds.), *Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la*

- investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (p. 33-60). México: Grupo Editorial Iberoamérica & una empresa docente. Disponible en <http://funes.uniandes.edu.co/676/1/Artigueetal195.pdf>
- Balacheff, N. y Margolinas, C. (2005). *cKç* Modele de connaissances pour le calcul de situations didactiques. En A. Mercier y C. Margolinas (Eds.), *Balises pour la didactique des mathématiques* (pp. 1-32). Francia: La Pensée Sauvage – Editions. Disponible en <http://ckc.imag.fr/images/d/df/Balacheff-Margolinas2005.pdf>
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics* (N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, y V. Warfield, Trs. y Eds.). Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers.
- Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Cambridge, EUA: Harvard University Press.
- Campos, E.D.F. (2006). Ingeniería didáctica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 1(2). Disponible en <http://cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/CIFEM/article/view/12>
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: Editorial Aique (primera edición en francés, 1985).
- Fernández, M. y Erbilgin, E. (2009). Examining the supervision of mathematics student teachers through analysis of conference communications. *Educational Studies in Mathematics*, 72(1), 93-110.
- Font, V. y Godino, J.D. (2006). La noción de configuración epistémica como herramienta de análisis de textos matemáticos: su uso en la formación de profesores. *Educação Matemática Pesquisa*, 8(1), 67-98.
- Leatham, K.R. y Peterson, B.E. (2010). Secondary mathematics cooperating teachers' perceptions of the purpose of student teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(2), 99-119.
- MINEDUC. (2011). *Programas de estudio del Ministerio de Educación*, Santiago, Chile.
- Normandeau, M.-P. (2010). *Erreurs arithmétiques des élèves et interventions de l'enseignant débutant: une analyse didactique en termes de schèmes* (Tesis doctoral). Université de Montréal, Montréal.
- OCDE. (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. España: Autor.
- Spradley, J. (1979). *The ethnographic interview*. New York: EUA: Holt, Rinehart and Winston.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-170.