



TRABAJO COLABORATIVO CON MAESTROS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ALTERNATIVA PARA FAVORECER LA ARGUMENTACIÓN EN PRIMER AÑO DE SECUNDARIA

Yesenia Castaño Torres

Maestría en Ciencias con Especialidad en Investigaciones Educativas -tercer cuatrimestre-
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN – Departamento de Investigaciones Educativas-

Área temática: Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Las implicaciones del saber disciplinar en la gestión escolar, en la formación inicial y permanente de profesores y, en la práctica y los saberes docentes.

Porcentaje de avance: 35%.

Trabajo de investigación educativa asociada a tesis de grado.

Resumen:

Esta investigación pretende explorar procesos de formación de maestros de matemáticas, particularmente en la enseñanza de una geometría orientada a favorecer las prácticas argumentativas de los estudiantes de secundaria en el camino hacia el desarrollo del razonamiento deductivo. Se explora un dispositivo de formación de maestros, bajo la modalidad de trabajo colaborativo, en el cual maestros e investigadores: (i) Analizan y ajustan situaciones didácticas para abordar un contenido específico, (ii) implementan en las aulas de los profesores las situaciones ajustadas (iii) analizan los reportes de las experiencias en aula a fin de hacer nuevos ajustes en las situaciones venideras. El contenido del currículo de primer grado que se aborda es el de congruencia de triángulos. El marco teórico de referencia que se adopta presenta dos frentes, la Teoría de las Situaciones Didácticas [TSD] para sustentar el desarrollo de la secuencia didáctica; y la perspectiva sociocultural de los estudios sobre formación docente.

Palabras clave: Trabajo colaborativo, formación docente, argumentación, secuencia didáctica.

Introducción

Es reconocido por quienes tienen un vínculo con la enseñanza de la matemática que el estudio de la geometría ha ido perdiendo espacio y sentido, tanto en los programas curriculares como en la formación docente (Itzcovich, 2005). Son varias las investigaciones que ofrecen un contexto general sobre la realidad de su enseñanza: Algunas plantean un panorama desolador, por ejemplo, Barrantes (2004) y Goncalves (2006) afirman que la enseñanza de la geometría ha sido permeada por una fuerte tendencia a la memorización de conceptos, propiedades de las figuras y cuerpos geométricos, demostraciones de teoremas o las formas de resolver los problemas, a su vez se ha generado un desplazamiento muy temprano de la intuición como medio para acceder al conocimiento (Barrantes, 2004 en Araya & Alfaro, 2010).

Algunas propuestas didácticas sostienen que las matemáticas, y en particular la geometría que se enseña en la escuela, deben ser útiles para la vida cotidiana. Esta concepción, lleva a centrar la mirada en la utilidad práctica de la disciplina y favorece una posición instrumentalista de la enseñanza dejando de lado su alto valor formativo como refiere Itzcovich & Broitman (2003). Otra problemática, detonadora de esta investigación, que se ha identificado en la enseñanza de la geometría, es la dificultad que presentan los maestros para diseñar, seleccionar y/o adaptar situaciones de enseñanza que despierten el interés de los alumnos y se traduzcan en verdaderos desafíos para ellos (Itzcovich, 2005).

En este contexto, se propone como objetivo principal contribuir a los procesos de formación de profesores de matemáticas respecto a la enseñanza de la geometría en primer año de secundaria. La modalidad elegida para llevar a cabo tal objetivo es a través de la organización conjunta con los profesores, de una experiencia didáctica que busca ofrecer a los estudiantes un *medio* que les permita generar conocimientos nuevos y a la vez que favorezca las prácticas argumentativas en el aula.

Conforme a lo anterior, el objeto de estudio de esta investigación es la experiencia con la formación de profesores y las preguntas que la orientan son:

Pregunta principal

¿Cómo desarrollar una experiencia de trabajo colaborativo entre investigadores y maestros para construir una intencionalidad didáctica que fomente las prácticas argumentativas de los estudiantes un escenario de trabajo geométrico?

Preguntas auxiliares

Las preguntas auxiliares planteadas en esta investigación que se asocian al trabajo de los alumnos en el aula son:

- ¿Qué conocimiento geométrico ponen en juego los estudiantes en el desarrollo de las situaciones didácticas de los mensajes con figuras?, ¿qué dificultades y fortalezas presentan?
- ¿Cuáles son las formas de argumentación que manifiestan los alumnos frente al desarrollo de una secuencia didáctica sobre construcción, caracterización y análisis de propiedades de las figuras geométricas?

Desarrollo

Enfoque teórico

Esta investigación se ubica en el marco de la enseñanza de la geometría en la escuela secundaria, por lo que los referentes teóricos aquí presentados responden a dos aspectos. El primero, de índole didáctico, relativo al sentido de estudiar la geometría y de su aprendizaje en la escuela y el segundo que refiere al trabajo colaborativo con maestros para reflexionar sobre cuestiones de enseñanza de la matemática como una vía para dar lugar a procesos de formación.

El marco didáctico adoptado para esta investigación es la TSD de Brousseau (1986) la cual nos ayuda a establecer criterios de selección, diseño y análisis didáctico de problemas que faciliten a los alumnos construir a partir de un cierto tipo de gestión en la clase. Respecto a la enseñanza de la geometría se revisan estudios de varios autores, que brindan herramientas para el abordaje de los asuntos didácticos de la geometría escolar. Cabe destacar: Fregona (1995), Itzcovich & Broitman (2001), Itzcovich (2005), Sadovsky & Sessa (2007), entre otros.

Importancia de estudiar Geometría en la escuela

Comparto con otros investigadores la perspectiva desde la cual el estudio de la geometría, en los contextos escolares, debe ofrecer a los alumnos la oportunidad de desarrollar y potenciar habilidades como el análisis, el razonamiento y la argumentación. En esta perspectiva, una tarea básica es contar con situaciones en el aula que permitan “idealizar” objetos físicos para construir conocimientos geométricos significativos para los alumnos. Camargo & Samper (1999) afirman que la geometría debe ocupar un lugar privilegiado en los programas escolares porque su estudio se convierte en una estrategia para la formación del pensamiento deductivo. El acercamiento a este sistema formal debe partir de experiencias significativas que promuevan descubrimientos por parte del alumno a fin de proponer conjeturas que posteriormente debe validar; esto implica que la comprensión de un sistema deductivo debe ser el punto de llegada y no el punto de partida en el marco del estudio de la geometría (Camargo & Samper, 1999).

¿Qué se espera de la geometría en la escuela?

Itzcovich & Broitman (2001) afirman que la enseñanza de la geometría pretende el estudio de las figuras y cuerpos geométricos y el inicio a un modo de pensar geométrico. Lo primero implica un proceso a profundidad, que plantea conocer las propiedades de las figuras y los cuerpos para resolver problemas geométricos. Y lo segundo refiere al proceso de anticipación que se da a partir de la apropiación de las propiedades de las figuras y cuerpos, esto es “poder apoyarse en propiedades estudiadas de las figuras y de los cuerpos para poder anticipar relaciones no conocidas y tener la certeza de que las relaciones obtenidas son verdaderas” (Itzcovich & Broitman, 2001, p. 3). Los autores aclaran que el modo de validar una afirmación en geometría no puede darse bajo métodos empíricos -medir, dibujar, etc.-, sino racionales, esto es, a través de argumentos. En este sentido, se puede inferir que el primer objetivo propuesto esté asociado

a los primeros niveles de escolaridad y el segundo refiere a procesos que se inician en nivel secundario. Esto puede evidenciarse en los aprendizajes clave propuestos para primer año de la secundaria, en el eje: Figuras y cuerpos geométricos, donde se establece que: “(...) el estudio de la geometría tiene un propósito formativo por lograr a lo largo de la educación secundaria: el desarrollo del razonamiento deductivo (SEP, 2017).

Itzcovich (2005) plantea que estudiar geometría en la escuela involucra también la gestión del maestro en la construcción colectiva del conocimiento geométrico. Iniciar a los alumnos en el estudio de la geometría supone introducirlos en el trabajo deductivo, esto implica que el maestro “debe tomar decisiones a la hora de gestionar una demostración en la clase, articular las producciones de los alumnos, sus interrogantes, simultáneamente con su idea de presentar el conocimiento matemático en la clase y que no se contradiga con su concepción de rigor” (en Mántica & Renzulli, 2016, p. 2).

El trabajo colaborativo entre investigadores y maestros

Esta investigación parte de un trabajo con maestros para abordar las problemáticas que presenta la enseñanza de la geometría, en el marco de la iniciación en el pensamiento deductivo de los alumnos. Sadovsky et. al (2015) afirman que, en las investigaciones en didáctica de las matemáticas, los estudios colaborativos entre investigadores y maestros parten del reconocimiento de los saberes de estos últimos como herramienta para enfrentar la enseñanza, de “asumir que los maestros tienen razones para actuar como lo hacen, y de considerar los condicionamientos que moldean las prácticas docentes, (...). Así mismo, invitan a ser conscientes de los desajustes de ciertas producciones del campo de la didáctica con relación a la viabilidad de su funcionamiento en el sistema” (Sadovsky et, al, 2015, p. 3). Hacer partícipes a los maestros de la identificación de la problemática, la elaboración de estrategias y del análisis de su funcionamiento se traduce en una alternativa para contribuir desde la enseñanza a la transformación de la escuela (en Martínez, Detzel, & Porras, 2014). Se trata entonces de que el trabajo colaborativo entre maestros e investigadores sea una alternativa que permita la creación de espacios de discusión y construcción didáctica como una vía posible para alcanzar transformaciones en la enseñanza de la geometría de manera colectiva.

Finalmente, el trabajo con maestros, además de aportar conocimientos sobre el dispositivo de formación que se implemente, aportará también conocimientos sobre las condiciones para fomentar el pensamiento deductivo de los alumnos de primer año de secundaria y las concepciones que los maestros tienen respecto a la geometría y su enseñanza. Si bien estos tópicos no son en sí mismos el objeto de estudio, dotarán de significado a la investigación y serán herramientas de análisis sobre los resultados obtenidos.

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se explora la metodología de Ingeniería Cooperativa propuesta por Sensevy et al (2013) en la que maestros e investigadores construyen un diálogo que les permite reconsiderar las relaciones entre la teoría y la práctica. El objetivo fundamental de este diálogo se sustenta

en la construcción colaborativa de una referencia común. La Ingeniería Cooperativa puede favorecer una indistinguibilidad entre la práctica del maestro y la postura teórica del investigador. Se trata de que ambos compartan una postura de ingeniero, lo que conlleva a abordajes teóricos y concretos para responder a un problema particular de la práctica docente: La enseñanza de la geometría en secundaria (Morales, Sensevy, & Forest, 2017).

El proceso de construcción de la propuesta de enseñanza en el marco de esta metodología puede describirse de la siguiente manera:

1. El trabajo colaborativo entre profesores e investigadores.
2. El análisis, rediseño y construcción colectiva de la secuencia didáctica sobre el estudio de figuras geométricas y criterios de congruencia de triángulos, de manera que se diseñen y adopten estrategias que respondan a la especificidad del conocimiento geométrico en juego y las condiciones particulares del aula.
3. La implementación de las situaciones didácticas en el aula por parte de los profesores.
4. Un análisis intermedio a las experiencias de implementación en el aula -3 momentos- que considere una constante reformulación de las situaciones y de la acción didáctica para las futuras implementaciones.
5. A partir de la experimentación en los distintos momentos contemplados anteriormente, se realiza un análisis para evaluar las situaciones y el proceso en su totalidad, desde el contexto común y particular de los profesores y los investigadores.

De igual modo, adoptamos a la Ingeniería didáctica -ID- (Artigue, 1995) como una metodología intrínseca a esta Ingeniería Cooperativa. Particularmente, porque nos permite abordar el trabajo didáctico de las situaciones de enseñanza¹, utilizadas posteriormente como base para el trabajo con los profesores. Consideramos entonces seguir las fases que se distinguen en la ID: a) Análisis preliminares; b) Concepción y análisis a priori de situaciones didácticas sobre figuras geométricas y criterios de congruencia; c) Experimentación; d) Análisis a posteriori del proceso.

Cabe aclarar, que esta última forma de trabajo no constituye en sí misma una experiencia de ingeniería didáctica clásica pues se adoptaron, para el trabajo colaborativo con profesores, situaciones de enseñanza ya existentes, afines a los propósitos de esta investigación. No obstante, la decisión de producir el fenómeno a partir de un análisis preliminar sobre las problemáticas de la enseñanza de la geometría y, la pretensión de hacer un análisis posterior, a la luz de los presupuestos de partida, acercan este componente metodológico al de una ID.

¹ La ID se concibe para esta investigación en el marco de las teorías de situaciones didácticas -TSD- de Brousseau (1986).

Consideraciones finales

Como se mencionó anteriormente, el estado de avance a la fecha de la investigación es del 35%. Esto responde al análisis preliminar de las cuestiones asociadas a la situación actual de la enseñanza de la geometría, la identificación y adaptación de las secuencias didácticas, y la puesta en marcha del trabajo de Ingeniería cooperativa con los maestros. De esta última, se lograron ya los encuentros de discusión, las experimentaciones en aula y los encuentros finales de reflexión alrededor de toda la experiencia de investigación. Cabe mencionar que esta experiencia de trabajo conjunto entre maestros e investigadores se dio en dos grandes momentos entrelazados: i) los encuentros para discusión y análisis -a priori y a posteriori- y ii) las experimentaciones en aula.

La secuencia didáctica:

La secuencia didáctica adoptada como referente de trabajo para esta investigación² y puesta a consideración para rediseño y análisis al grupo de maestros por parte de los investigadores, responde a tres situaciones de comunicación que ofrecen condiciones a los estudiantes para que confronten sus saberes sobre el lenguaje, la construcción de figuras y, los elementos y propiedades que permiten caracterizarlas. La secuencia está compuesta por tres situaciones: 1) Reproducción de rectángulos con algunos elementos geométricos, 2) Reproducción de un Paralelogramo y 3) Reproducción de un triángulo y formulación de los criterios de congruencia. Estas situaciones plantean un juego, por grupos, en el cual un grupo tiene un dibujo de una figura y debe enviar un mensaje escrito a otro grupo -que la desconoce-, de manera que, a partir del mensaje recibido, se pueda reproducir el dibujo que tiene el otro grupo de manera idéntica.

Proyección de trabajo para el desarrollo de la investigación:

Para continuar con el desarrollo de esta investigación, nos proponemos (paralelo a la construcción del marco epistemológico de referencia) la siguiente ruta de trabajo:

- Tres capítulos en los que se aborde un análisis detallado del trabajo realizado (por investigadores y maestros) alrededor de cada una de las tres situaciones diseñadas y experimentadas en aula -Situación 1, 2 y 3-.
- Un capítulo que permita articular la experiencia de cada una de las situaciones mencionadas donde se considere todos los aspectos involucrados.
- La construcción de las conclusiones a partir del desarrollo de toda la investigación.

²Esta secuencia fue una adaptación de situaciones presentadas por Broitman & Itzcovich (2002) en: El estudio de las figuras y los cuerpos geométricos; Fregona & Orús (2011) en: La noción de medio en la teoría de las situaciones didácticas y, Itzcovich (2005) en: Iniciación al estudio didáctico de la Geometría. De las construcciones a las demostraciones.

Primer acercamiento a los datos: Las producciones de los alumnos:

Luego de desarrollado el trabajo de campo, el primer acercamiento al análisis de datos se ha volcado a los mensajes elaborados por los estudiantes durante el desarrollo de las tres secuencias; en el caso particular algunos hallazgos de la situación I: Reproducción de rectángulos con algunos elementos geométricos, de una maestra de primer año de secundaria.

Se clasificaron y codificaron 23 mensajes redactados por los alumnos, dentro de los cuales se han encontrado que la mayoría de los mensajes no permitían reproducir de manera idéntica la figura dada. Esto responde a condiciones de ambigüedad en los mensajes ya sea por falta de información, de conocimientos geométricos o del uso adecuado del vocabulario. Según Itzcovich (2005) este fenómeno puede darse porque lo que un alumno puede reconocer al observar una figura “no siempre es lo mismo que lo que el docente pretende que ese alumno identifique con la mirada ya que ambos, docente y alumno, parten de un caudal de conocimientos bien diferentes (p.16). En otras palabras, lo que se observa depende de los conocimientos que ponen en funcionamiento.

La clasificación inicial de los mensajes permite acercarse a dos categorías de análisis, una asociada a los procesos de redacción y otra a los de interpretación del mensaje. Respecto a la primera encontramos la interpretación de los alumnos sobre la figura y el uso implícito y explícito de vocabulario, esto último dando cuenta de la funcionalización del conocimiento disponible. En el caso de la segunda categoría, encontramos la interpretación de los alumnos sobre el mensaje recibido; se trata ahora de confrontar la información dada con la construcción para identificar variables como: la inclusión o exclusión de información, la mala interpretación o la no equivalencia de los conocimientos de los que disponen los alumnos emisores y receptores.

Referencias

- Araya, R. G., & Alfaro, E. B. (2010). La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes. *Revista Electrónica Educare*, XIV (2), 125–142.
- Camargo Uribe, L., & Samper de Caicedo, C. (1999). Desarrollo del razonamiento deductivo a través de la geometría euclidiana. *Tecné Episteme Y Didaxis TED*, (5).
- Camargo, L., & Acosta, M. (2012). La geometría, su enseñanza y su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 4–8.
- Itzcovich, H. (2005). *Iniciación al estudio didáctico de la Geometría. De las construcciones a las demostraciones* (IRA ed.). Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- Itzcovich, H., & Broitman, C. (2001). Orientaciones Didácticas para la Enseñanza de la Geometría en EGB, 34.
- Itzcovich, H., & Broitman, C. (2003). Geometría en los primeros años de la EGB: problemas de su enseñanza, problemas para su enseñanza. In Panizza, Mabel (Comp.). *Enseñar matemática en el Nivel Inicial y el primer ciclo de la EGB. Análisis y propuestas* (IRA ed.). Buenos Aires: Paidós.
- Mántica, A., & Renzulli, F. (2016). Entrada en el trabajo geométrico para la validación de conjeturas formuladas por estudiantes de la escuela secundaria. Análisis de una actividad para enunciar criterios de congruencia de triángulos. VI REPEM – Memorias, (2011), 142–153.
- Martínez, R., Detzel, P., & Porras, M. (2014). Discutir la gestión de la clase, una vía para acercar la investigación y la práctica docente. V REPEM - Memorias, (2011), 142–153.
- Morales, G., Sensevy, G., & Forest, D. (2017). About cooperative engineering : theory and emblematic examples. *Educational Action Research*, 0792, 1–12. <https://doi.org/10.1080/09650792.2016.1154885>
- Sadovsky, P., & Sessa, C. (2007). La conformación de una comunidad matemática en un proceso de formación de maestros: un ejemplo privilegiado para conocer complejidades acerca de la clase de matemática. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(1), 23–42.
- Sadovsky, P., Quaranta, M. E., Itzcovich, H., Becerril, M. M., & García, P. (2015). La noción de relaciones entre cálculos y la producción de explicaciones en la clase de matemática como objetos de enseñanza. Su configuración en el marco de un trabajo colaborativo entre investigadores y docentes. *Educación Matemática*, 1, 7–36.
- Sensevy, G., D. Forest, S. Quilio, and G. Morales. (2013). "cooperative Engineering as a Specific DesignBased Research." *ZDM, the International Journal on Mathematics Education* 45 (7): 1031–1043.
- SEP. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral* (Primera). Ciudad de México: Secretaría de Educación Pública.