



Transformación del conocimiento profesional del profesor de matemáticas de primaria en el contexto del pensamiento algebraico

Sandra Milena **Zapata**
Universidad de Antioquia
Colombia

sandra.zapata@udea.edu.co

Zaida Margot **Santa** Ramírez
Tecnológico de Antioquia
Colombia

zaida.santa@tdea.edu.co

Carlos Mario **Jaramillo** López
Universidad de Antioquia
Colombia

carlos.jaramillo1@udea.edu.co

Resumen

El trabajo doctoral presenta elementos prácticos y teóricos que ponen de manifiesto la necesidad de fundamentar el conocimiento profesional del profesor de matemáticas en la educación primaria, para que vincule-el pensamiento algebraico en su-práctica. En este escenario, la investigación pretende analizar cómo el profesor de matemáticas de primaria transforma su conocimiento profesional en el contexto del álgebra temprana. El horizonte metodológico se enmarca en algunas concepciones del conocimiento profesional del profesor y su incidencia en las decisiones sobre la práctica para promover el pensamiento algebraico. El horizonte metodológico es de corte cualitativo y a través de la teoría fundamentada se busca proponer una postura explicativa para analizar la transformación del conocimiento del profesor. Mediante de tareas de formación se han logrado dilucidar algunos procesos que permiten un acercamiento a la formulación de dicha postura.

Palabras clave: álgebra temprana, conocimiento profesional, pensamiento algebraico, profesor de primaria, transformación del conocimiento.

Planteamiento del problema

El estudio doctoral se lleva a cabo a partir de un referente experiencial y uno teórico. El experiencial está asociado con el conocimiento de la enseñanza de una comunidad de profesores de primaria, en relación a sus posibilidades para desarrollar tareas de formación de carácter

algebraico y vincularlas en sus prácticas. El teórico está determinado, en primer lugar, por los problemas reportados en la literatura, que señalan la necesidad de algunos profesores de fundamentar su conocimiento profesional para promover el pensamiento algebraico de los estudiantes en la educación básica primaria; en segundo lugar, por la justificación y pertinencia de vincular la enseñanza del álgebra en niveles iniciales de escolaridad, proceso que es reconocido como álgebra temprana, y la inquietud acerca de cómo hacerlo. Es así como, diferentes investigaciones (Cai y Knuth, 2011) reconocen la importancia del trabajo algebraico en la educación básica primaria y la necesidad de identificar cómo se vincula con el pensamiento aritmético.

La experiencia profesional como generadora de objetos de investigación

Los trabajos realizados como investigadora y formadora de profesores, a través de programas de formación inicial, continuada, desarrollo profesional, diplomados y cursos de actualización, tanto en el municipio de Medellín como en regiones de Antioquia, me han permitido observar, reconocer y reflexionar respecto a inquietudes y necesidades asociadas con el conocimiento profesional de los profesores (Ponte, 2012); este se constituye en un objeto de análisis emergente en mi labor derivada de la interacción con los docentes, pues en el campo de la educación matemática es recurrente encontrar que los objetos de investigación se originan en la propia práctica profesional del investigador (Borba y Araújo, 2008).

En esta línea, las reflexiones logradas con los profesores dan cuenta de una preocupación que puede asociarse con el conocimiento de la enseñanza, referenciado por Ponte (2012) como conocimiento profesional del profesor. Este se enmarca en cuatro dimensiones, el conocimiento de las matemáticas, del currículo, de los estudiantes y de los procesos de trabajo en el aula. La manifestación de este conocimiento, en lo referido al pensamiento algebraico, me ha permitido reconocer que en los niveles de la educación básica primaria se develan inquietudes asociadas con la estructura de dicho pensamiento, su incursión en el currículo y las posibilidades para promoverlo en grados iniciales de escolaridad.

Dichas inquietudes, permiten que los profesores de la educación básica primaria con los que he interactuado, reconozcan impedimentos frente al pensamiento algebraico; así, es una responsabilidad manifestada por ellos, la promoción del pensamiento algebraico. Al respecto, Vergel (2016) manifiesta que “una introducción progresiva al álgebra en la escuela primaria puede facilitar más adelante el acceso de los estudiantes a los conceptos algebraicos más avanzados” (p. 15). Es precisamente en el marco de la idea de enseñar tópicos de álgebra a los estudiantes de la educación básica primaria, que se propone el “Álgebra Temprana” (“Early Algebra”) como una posibilidad de “integrar el pensamiento algebraico en todas las asignaturas de las matemáticas escolares” (Vergel, 2016, p. 12).

Acercamiento teórico a una interpretación de la naturaleza del problema

Con la intención de interpretar, a la luz de la teoría, los objetos de reflexión en mi práctica profesional, y que han suscitado mayores inquietudes en los profesores, inicié el estudio de algunas investigaciones (Kieran, 2004; Godino, Castro, Aké y Wilhelmi, 2012; Cai y Knuth, 2011; Carraher y Schlieman, 2007; Derry, Wilsman y Hackbarth, 2007), las cuales me permitieron comprender que el fenómeno estudiado tiene matices que pueden interpretarse en el marco del conocimiento profesional del profesor, asociado con el conocimiento de las matemáticas, el currículo, los estudiantes y los procesos de trabajo en el aula (Ponte, 2012).

En esta línea, autores como Koellner, Jacobs, Borko, Roberts y Schneider (2011) aluden a que mejorar el conocimiento profesional de los maestros sobre el álgebra y la enseñanza de la misma, es considerado un componente clave para apoyar el pensamiento algebraico de los estudiantes. En este sentido, Ponte (2014) percibe en esta `mejora` un desafío propio de los profesores e investigadores, en tanto que ellos deben fomentar el desarrollo del pensamiento algebraico en la educación básica primaria.

Es así como, en términos de lo que el profesor sabe y cómo enseña lo que sabe, Ponte (2014) estima que la articulación entre el contenido matemático y el conocimiento pedagógico contribuye al desarrollo del conocimiento profesional y, para el caso del álgebra, este aspecto es particularmente importante debido a que su incursión implica cambios curriculares y en la práctica docente.

En la perspectiva anterior, Ball, Thames y Phelps (2008) argumentan la importancia y necesidad de que los profesores conozcan el tema que enseñan; es decir:

[...] no puede haber nada más fundamental para la competencia del maestro. La razón es simple: los maestros que no conocen bien un contenido no tienen probabilidades de tener el conocimiento que necesitan para ayudar a los estudiantes a aprender este contenido. (p. 404)

De lo anterior, se infiere que es necesario refinar el conocimiento matemático, referido al pensamiento algebraico de los profesores de primaria; de hecho, este refinamiento puede permitir reconocer formas de pensar y propiciar mejoras en la enseñanza.

Como se mencionó anteriormente, ha sido necesario buscar algunos referentes teóricos que posibiliten interpretar y fundamentar el problema dilucidado, puesto que las investigaciones referenciadas precisan la necesidad de lograr cambios en el conocimiento profesional de los profesores de primaria, con miras a que se vincule la enseñanza del álgebra en estos grados. Por lo tanto, el estudio procura responder la pregunta ¿cómo el profesor de matemáticas de primaria transforma su conocimiento profesional en el contexto del álgebra temprana? y tiene como objetivo analizar cómo el profesor de matemáticas de primaria transforma su conocimiento profesional en el contexto del álgebra temprana.

Horizonte teórico

Para llevar a cabo la investigación, el horizonte teórico considera aquellos estudios enfocados en asuntos asociados con el conocimiento profesional, en relación a la incursión del álgebra temprana, los cuales permiten un acercamiento a la comprensión de la naturaleza del problema, en cuanto al tipo de conocimiento que debe exhibir un profesor para lograr promover el pensamiento algebraico entre sus estudiantes y lo que significa pensar algebraicamente.

Acercamiento a una postura teórica

El conocimiento profesional no es sinónimo de dominio de contenidos disciplinares, ni didácticos (Martínez, Rodríguez y Gómez, 2017); se trata más bien de un “conjunto de informaciones, habilidades y valores que los profesores poseen procedentes, tanto de su participación en procesos de formación (inicial y en ejercicio), cuanto del análisis de su experiencia práctica” (Montero, 2001, p. 202). Pero este conjunto de saberes debe ser rico y flexible, para fomentar la comprensión de los estudiantes y permitir al profesor comprender la naturaleza de la disciplina y la construcción de nuevos conocimientos, permeados por la experiencia, las interacciones con los pares y la práctica misma.

El conocimiento profesional no se vincula solamente con la capacidad para aprender de la participación en procesos formativos con objetivos y finalidades enmarcadas en la disciplina, la pedagogía o la didáctica (Prieto y Contreras, 2008), también podría ser un constructo susceptible de transformación a través de la investigación. Es por esto que, es reconocido como un campo complejo, en permanente construcción, en el que están presentes procesos progresivos y regresivos (Hernández y Pérez, 2017), flexibles y dinámicos, expuesto a los cambios de los contextos, de la cultura, de la sociedad, de la identidad del profesor, de la experiencia, de las prácticas mismas, de la reflexión y de la investigación, como elementos que a su vez podrían ser constitutivos del mismo conocimiento.

Referirse al conocimiento profesional del profesor, implica para muchos investigadores, clasificar los conocimientos que se circunscriben en la labor profesional y lograr una postura crítica e interpretativa sobre las prácticas de enseñanza; lo anterior permite “una mirada profesional” (Llinares, 2013) sobre las decisiones que se deben tomar frente a lo que los profesores saben y necesitan aprender en las distintas dimensiones de su conocimiento profesional.

Ponte (2012) manifiesta que el conocimiento se compone de cuatro dimensiones, las cuales, para la presente investigación, ofrecen la posibilidad de determinar una postura teórica frente al conocimiento profesional del profesor, gracias a las características que se explicitan a continuación. Para Ponte (2012), la primera dimensión está asociada con la disciplina y trasciende los conceptos y procedimientos fundamentales hasta las formas de representación; la segunda está determinada por el conocimiento de los estudiantes y de sus procesos de aprendizaje; la tercera se relaciona con el conocimiento del currículo e implica el reconocimiento de las finalidades y objetivos de la enseñanza de las matemáticas y la toma de decisiones para orientarla. Finalmente, la dimensión relativa a la práctica educativa, constituye un núcleo fundamental que incluye “planificaciones a largo o medio plazo, tales como el plan pensado para cada sesión de clase, la elaboración de las tareas a realizar, y todas aquellas cuestiones relativas a la conducción de la actividad en el aula de matemáticas” (p. 6).

A la luz de lo anterior, es posible inferir de la postura de Ponte (2012), algunos objetos de análisis, fundamentales para la investigación. Además, Las anteriores dimensiones son analizadas y descritas en detalle en el estudio, como categorías que se ponen de manifiesto con el conocimiento profesional del profesor de matemáticas.

Horizonte metodológico

La metodología propuesta tiene un enfoque cualitativo; en esta, a través de la teoría fundamentada, se busca elaborar una postura explicativa acerca del proceso de transformación del conocimiento profesional del profesor de matemáticas de primaria, en el contexto del álgebra temprana; es por ello que se ponen en consideración el desarrollo de tareas de formación, las cuales constituyen una posibilidad para poner de manifiesto las distintas dimensiones del conocimiento profesional y propiciar datos que serán analizados e interpretados con miras a definir una perspectiva teórica sobre cómo este se transforma.

Enfoque de la investigación

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, en el cual, tanto la indagación por las cualidades del objeto de estudio, como el análisis detallado de sus características y de las relaciones entre ellas, posibilitan la construcción de conocimiento. Para Hernández, Fernández y

Baptista (2014), “la acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio” (p. 7); además, requiere un acercamiento a la particularidad de la realidad objeto de interpretación.

Diseño de la investigación

La elección del diseño de la investigación está determinada por las características del problema planteado. Si consideramos que este se enfoca en la transformación del conocimiento profesional del profesor de matemáticas de primaria, entonces la teoría fundamentada ofrece posibilidades para elaborar una perspectiva teórica que permita explicar cómo ocurre este proceso; dicha explicación, según Hernández et al. (2014), está dotada de riqueza interpretativa y aporta nuevas visiones al fenómeno estudiado.

Teoría fundamentada. La teoría fundamentada fue definida por sus autores Barney Glaser y Anselm Strauss (1967, 2017) como una de las tradiciones de investigación cualitativa que permite formular una teoría subyacente en los datos obtenidos de la realidad investigada. Para Strauss y Corbin (1990):

La teoría fundamentada es una teoría derivada inductivamente del estudio del fenómeno que representa. Es descubierta, desarrollada y provisoriamente verificada a través de la recolección y análisis sistemáticos de datos pertenecientes al fenómeno. Por lo tanto, la recolección de datos, el análisis y la teoría se hallan en una relación recíproca. Uno no comienza con una teoría y luego la prueba. Más bien se comienza con un área de estudio y se permite que emerja lo que es relevante para esa área. (p. 23)

Consecuentemente, la teoría fundamentada consiste en una codificación dada por el investigador a los sucesos, incidentes u ocurrencias expresados por entrevistados o situaciones observadas, para ser posteriormente agrupadas en categorías, conceptos o constructos. De este modo, utiliza procedimientos que, por inducción, generan explicaciones teóricas a un fenómeno estudiado; este proceso, para Vasilachis et al. (2006), permite en forma inductiva, “generar conceptos e interrelacionarlos, siguiendo un conjunto de rígidas y detalladas reglas formuladas por los autores” (p. 81).

Participantes

Para el desarrollo del trabajo de campo, se cuenta con la participación de tres profesores pertenecientes a instituciones educativas del departamento de Antioquia, quienes han decidido participar de manera activa y voluntaria en el desarrollo del estudio; por lo tanto, de manera conjunta, se ha convenido realizar reuniones periódicas quincenales, en las que se consolidarán espacios académicos a través del desarrollo de tareas de formación, definidas en la perspectiva de Ponte et al. (2009) como tareas profesionales.

Métodos de recolección y análisis de la información

El diseño de la teoría fundamentada sugiere el análisis y la interpretación de los datos desde el inicio de la recolección de los mismos. Para Vasilachis et al. (2006):

[...] recolección, grabado, transcripción, lectura, codificación –abierto, axial y selectivo–, memos, matrices y creación de la teoría incipiente, se darán en una secuencia ininterrumpida y recurrente, como un “zig-zag” (Creswell, 1998) desde los datos a las primeras reflexiones teóricas, hasta que finalice el trabajo de campo”. (p. 89)

En consecuencia, es necesario destacar que el proceso de recolección y análisis ocurren prácticamente de manera paralela. De este modo, los episodios asociados con el conocimiento profesional, que se presenten en el desarrollo de las tareas de formación en el aula de clase y en los ambientes cotidianos de los profesores, ofrecen datos que generan categorías, los cuales deben ser analizados permanentemente en busca del establecimiento de relaciones y la selección de conceptos, que permitan fundamentar una postura teórica frente a la transformación de dicho conocimiento. La recolección de datos se realiza a través de herramientas como: observaciones, bitácoras de campo, entrevistas individuales y grupales, anotaciones de episodios registros en videos y audios.

Tareas de formación en el trabajo de campo. Las tareas de formación, que bien podrían referenciarse como tareas de aprendizaje profesional, “son tareas complejas que crean oportunidades para que los maestros reflexionen sobre los problemas pedagógicos y sus posibles soluciones a través de procesos de reflexión, intercambio de conocimientos y construcción de conocimiento” (Ponte et al., 2009, p. 193). En el estudio doctoral constituyen el motivo central de los encuentros con los profesores, dado que “estas tareas están en el centro de la formación de maestros de matemáticas y determinan lo que los maestros están aprendiendo, junto con varias formas de trabajo, dinámicas y contextos” (Ponte et al., 2009, p. 185).

A continuación, se presenta la estructura de una de las tareas de formación y posteriormente un análisis preliminar del desarrollo de la misma.

Tabla 4

Estructura de la tarea de formación titulada: reconocimiento de operaciones no convencionales y su incidencia en el desarrollo del pensamiento algebraico.

Momento de la tarea	Procesos	Componentes
Exploración de operaciones no convencionales en conjuntos finitos	Abstracción Codificación Decodificación	Operaciones abstractas en conjuntos finitos. El sentido del signo igual (=). Operaciones referidas a acciones. Operaciones binarias. El sentido de la propiedad clausurativa en los conjuntos finitos.
Conceptualización a través de la representación de estructuras algebraicas finitas	Representación Abstracción Visualización Modelación Generalización	Representaciones de estructuras finitas en tablas. El sentido de la existencia de un elemento neutro en una estructura. El sentido de la existencia de un elemento inverso, para todo elemento de una estructura. Secuencias y patrones
Reflexión sobre la práctica: elaboración de propuestas para el aula	Representación Abstracción Visualización Modelación	Estructuras finitas para trabajar en el aula. Conjeturas sobre resultados en secuencias y patrones numéricos. Exploración del signo igual. Exploración de referentes curriculares.
Reflexiones del encuentro	Síntesis	Registro de reflexiones en instrumentos. Conversatorio. Elaboración de la bitácora reflexiva.

Fuente: elaboración propia. 2018.

La tarea se asocia con procesos de representación, abstracción y reconocimiento de una

estructura y sus propiedades. “La representación, está vinculada con otros procesos como simbolizar, codificar, decodificar, visualizar, modelar, y no se presenta de manera aislada, sino que habitualmente aparece junto con los procesos de abstraer, clasificar, sintetizar, conjeturar y generalizar” (Luque, Jiménez y Ángel, 2009). A partir de esta, se busca comprender la estructura mediante la abstracción de las propiedades que la caracterizan, con miras a lograr que los profesores piensen en relaciones y estructuras, que doten de sentido las propiedades que cumplen las operaciones y que no solo enfatizan en el componente algorítmico de estas.

Resultados preliminares

Las tareas de formación diseñadas se desarrollan en diferentes momentos, cabe mencionar que a partir de estas se ha logrado identificar un ‘estado inicial’ del conocimiento profesional de los profesores, develado a través de sus reflexiones y el registro en diferentes instrumentos. Dado que el trabajo está en curso, se presentan unas familias de códigos preliminares que han sido objeto de análisis y que permiten puntualizar algunos resultados parciales.

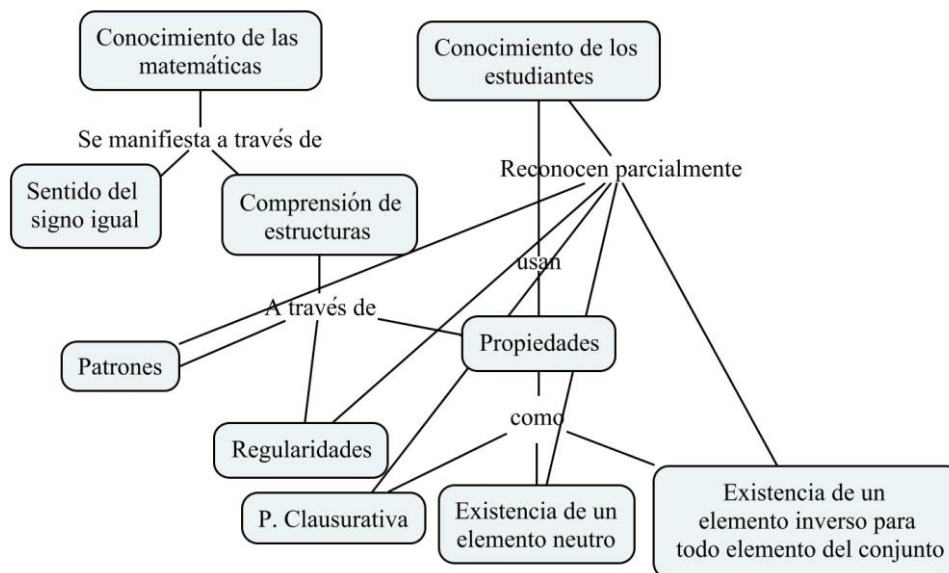


Figura 1. Familia de códigos emergentes a partir de la tarea de formación.

El análisis de algunas familias de códigos emergentes, posibilita precisar resultados parciales que dan cuenta de que los profesores empiezan a evidenciar cambios, a reconocer que la abstracción de regularidades, patrones y propiedades en una operación binaria permite comprender una estructura y dotar de sentido sus propiedades. Este reconocimiento pone de manifiesto indicios de una transformación en su conocimiento de las matemáticas. En consecuencia, el estudio pretende registrar y analizar episodios que lleven a un proceso de codificación, que inicialmente es abierto, pero facilita el establecimiento de relaciones para la elaboración de una codificación axial y selectiva (Strauss y Corbin, 2002), que permita, además, mediante un proceso analítico, la definición de una postura teórica que busca dar respuesta a la pregunta de investigación. Por lo pronto, es posible afirmar que una tarea de formación en la que emergen reflexiones, tanto de carácter metodológico, didáctico y pedagógico como de la disciplina y la práctica, puede constituir un elemento fundamental a la luz del marco de la transformación del conocimiento del profesor.

Referencias y bibliografía

- Ball, D., Thames, M., y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of teacher education*, 389-407.
- Borba, M., y Araújo, J. (2008). Construyendo investigaciones colectivamente en educación matemática. En M. Borba, J. Araújo, D. Fiorentini, A. Marafioti, y M. Viggiani, *Investigación cualitativa en educación matemática* (p. 110). México: Limusa.
- Cai, J., y Knuth, E. (2011). *Early algebraization. A global dialogue from multiple perspectives*. Berlín, Alemania: Springer-Verlag.
- Carraher, D., y Schlieman, A. (2007). Early algebra and algebraic reasoning. En F. L. Jr., *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (Vol. 2, págs. 669-706). NCTM, NC. Recuperado el Abril de 2017, de <https://goo.gl/cf1G4u>
- Derry, S., Wilsman, M., y Hackbarth, A. (2007). Using contrasting case activities to deepen teacher understanding of algebraic thinking and teaching. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(3), 305-329.
- Glaser, B., y Strauss, A. (1967). *Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York: Aldine de Gruyter.
- Glaser, B., y Strauss, A. (2017). *Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. New York: Routledge.
- Godino, J., Castro, W., Aké, L., y Wilhelmi, M. (2012). Naturaleza del razonamiento algebraico elemental. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 26(42B), 483-511.
- Hernández, B., y Pérez, L. (2017). Conocimiento profesional de profesores en ejercicio al abordar cuestiones sociocientíficas. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Kieran, C. (2004). Algebraic Thinking in the Early Grades: What Is It? *The Mathematics Educator*, 18(1), 139-151.
- Koellner, K., Jacobs, J., Borko, H., Roberts, S., y Schneider, C. (2011). Professional development to support students' algebraic reasoning: An example from the Problem-Solving Cycle Model. En *Early Algebraization* (pp. 429-452).
- Llinares, S. (2013). El desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente” la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Educar em Revista*, (50), 117–133. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602013000400009>
- Luque, C., Jiménez, H., y Ángel, J. (2009). *Actividades matemáticas para el desarrollo de procesos lógicos: representar estructuras algebraicas finitas y enumerables*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, M., Rodríguez, I., y Gómez, P. (2017). La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1).
- Montero, L. (2001). *La construcción del conocimiento profesional docente*. Rosario (Argentina): Homo Sapiens.
- Ponte, J. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. En N. Planas, *Crítica y Práctica de la Educación Matemática* (págs. 83-98). Barcelona: Graó.
- Ponte, J. (2014). Articulação entre pedagogia e conteúdo na formação inicial de professores dos primeiros anos: Uma experiência em Álgebra. En N. Branco, y J. Ponte, *Práticas Profissionais dos Professores de Matemática* (p. 377).
- Ponte, J., Zaslavsky, O., Silver, E., Borba, M., Van den Heuvel-Panhuizen, M., Gal, H., y Chapman, O. (2009). Tools and Settings Supporting Mathematics Teachers' Learning in. (R. Even, y D. Ball, Edits.) *The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics*, 185 - 209. doi:10.1007/978-0-387-09601-8 17

- Prieto, M., y Contreras, G. (2008). Las concepciones que orientan las prácticas evaluativas de los profesores: un problema a develar. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(2), 245-262.
- Strauss, A., y Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: grounded theory - procedures and techniques*. California: Sage Publication.
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. (2da Edición ed.). Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Vasilachis de Gialdino, I., Ameigeiras, A., Chernobilsky, L., Giménez, V., Mallimaci, F., Mendizábal, N., . . . Soneira, A. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa.
- Vergel, R. (2016). *Sobre la emergencia del pensamiento algebraico temprano y su desarrollo en la educación primaria*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.