

DESARROLLO DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO-MATEMÁTICO SOBRE LA PROPORCIONALIDAD EN LA FORMACIÓN INICIAL DE FUTUROS PROFESORES DE EDUCACIÓN MEDIA

RIVAS Mauro RONDÓN Yazmary DÁVILA Carlos CASTRO Sebastián y TRIVIÑO Luz
Yrmauro@ula.ve; yrondon@ula.ve; cdavila@ula.ve; sebastian@ula.ve;
luzestela_77@hotmail.com

temática: Proporcionalidad

Educativo: Educación Universitaria

RESUMEN

La proporcionalidad es una noción que conecta muchos de los temas matemáticos estudiados al inicio de la educación media (NCTM, 2000). Lesh Post & Behr (1988, p. 97) establecen el razonamiento proporcional como la “cúspide de la matemática elemental y fundamento de las matemáticas superiores”. No obstante, su adquisición por parte de los estudiantes no es una tarea sencilla (Kenney, Lindquist & Heffernan, 2002). Más aún, diversas investigaciones (Ben-Chaim, Keret & Ilany, 2012; Monteiro, 2003) señalan que los futuros profesores muestran deficiencias en el conocimiento de esa noción y en el conocimiento necesario para su enseñanza. Partiendo del principio que uno de los aspectos esenciales de la problemática que se presenta en torno a la enseñanza y aprendizaje de la proporcionalidad se encuentra en la formación de futuros profesores, este proyecto pretende desarrollar conocimiento matemático necesario para la enseñanza (conocimiento didáctico-matemático) de la proporcionalidad en la formación de futuros profesores de educación media. Para ello se propone poner en ejecución un plan de formación de futuros profesores de matemática que comprende los siguientes momentos: (a) aplicación de una prueba diagnóstico sobre proporcionalidad, (b) valoración de los resultados del diagnóstico, (c) implementación de material instruccional sobre proporcionalidad, contentivo de actividades a ser realizadas por los futuros profesores (d) seguimiento de la realización de las actividades propuestas en el material instruccional, y (e) aplicación de una pauta para valorar los resultados del proceso de instrucción desarrollado.

Palabras clave: Conocimiento del profesor, enseñanza y aprendizaje de la proporcionalidad, formación inicial de profesores, herramientas de análisis didáctico

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el desarrollo del presente proyecto abordamos la problemática de la enseñanza y aprendizaje de la proporcionalidad. Específicamente nos abocamos al desarrollo de una investigación que tiene lugar con la puesta en juego de una serie de actividades de formación de futuros profesores de matemática, en torno a la proporcionalidad y al conocimiento matemático necesario para su enseñanza.

Es una verdad de Perogrullo que la calidad de la enseñanza que el (futuro) profesor estará facultado a desarrollar en su quehacer profesional, está en relación directa con la calidad de la formación que éste recibe. En este sentido, en el campo de investigación de la Educación Matemática, se viene consolidando el estudio de lo que se ha denominado *conocimiento del profesor*.

El constructo *conocimiento del profesor* refiere al conocimiento (didáctico y de la disciplina) que es requerido para llevar a efecto una enseñanza adecuada del contenido disciplinar. Al respecto, uno de los problemas en el estudio de ese constructo, refiere a la necesidad de elaborar herramientas dirigidas al desarrollo de esa forma de conocimiento (Adler, 2009; Llinares & Valls, 2009).

Asimismo, el conocimiento matemático relativo a la proporcionalidad, en la formación de futuros profesores, de acuerdo con la literatura especializada, constituye un problema de innegable vigencia (Ben-Chaim, Keret & Ilany, 2012; Monteiro, 2003).

Es en este campo de necesidades, tanto del desarrollo del conocimiento del profesor como lo relativo al conocimiento de la proporcionalidad, en el que se inscribe este proyecto, el cual pretende el diseño e implementación de herramientas dirigidas al fomento y desarrollo del conocimiento didáctico-matemático de la proporcionalidad en la formación de futuros profesores de educación media general.

OBJETIVOS

Objetivo general

OG: Diseñar y aplicar herramientas de análisis didáctico dirigidas al desarrollo del conocimiento matemático necesario para la enseñanza de la proporcionalidad de futuros profesores de educación media general.

Objetivos específicos

OE1: Dar a conocer en el ámbito de la formación de futuros profesores de educación media general una herramienta de análisis didáctico, propuesta por el enfoque

ontosemiótico de la instrucción matemática, dirigida al fomento del desarrollo del conocimiento del profesor.

OE2: Incorporar el uso de herramientas de análisis didáctico en la formación de futuros profesores de educación media general con el fin de desarrollar el conocimiento matemático necesario para la enseñanza de la proporcionalidad.

OE3: Realizar análisis didácticos (reconocimiento de objetos y significados) de situaciones problema y su resolución, relativas a la proporcionalidad en educación media general, en el contexto de formación de futuros profesores, como parte del desarrollo del conocimiento didáctico-matemático.

OE4: Realizar tareas de reconocimiento de conflictos potenciales en los procesos de resolución de problemas matemáticos, relativos a la proporcionalidad en educación media general, como parte del desarrollo del conocimiento matemático necesario para la enseñanza.

OE5: Contribuir con la concepción y diseño de herramientas dirigidas al desarrollo del conocimiento didáctico-matemático de la proporcionalidad desde el ámbito de la formación de futuros profesores.

MARCO TEÓRICO

El estudio del conocimiento del profesor es considerado una temática de reciente aparición. La mayoría de investigadores coinciden en reconocer el planteamiento de Shulman (1986) como pionero en este campo del saber didáctico-disciplinar. El planteamiento central de Shulman consiste en reconocer el constructo *conocimiento pedagógico del contenido* (Pedagogical Content Knowledge – PCK) como una mezcla del conocimiento pedagógico o didáctico y el conocimiento de la disciplina.

Más tarde, Ball (1990), inicia sus contribuciones en el reconocimiento de una forma de conocimiento que no es sólo matemático, ni sólo didáctico, que es requerido para llevar a efecto una enseñanza adecuada de la matemática. A esta forma de conocimiento se le conoce hoy como

conocimiento matemático necesario para la enseñanza (Mathematical Knowledge for Teaching - MKT) (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001).

A partir de estos planteamientos, se ha generado un interés en la comunidad de investigadores de Educación Matemática en la que se trata de caracterizar y desarrollar esa forma de conocimiento (Adler, 2009; Hill, Ball & Schilling, 2008; Sullivan, 2008). En este ámbito de generación de conocimiento, se ha reconocido como un aspecto

fundamental la creación de herramientas dirigidas al desarrollo de esas formas de conocimiento (Adler, 2009; LLinares & Valls, 2009).

En este orden de ideas, desde la perspectiva del enfoque ontosemiótico de la instrucción matemática (EOS) (Godino, Batanero & Font, 2007), se vienen desarrollando herramientas con el fin de fomentar el desarrollo del conocimiento didáctico-matemático necesario para la enseñanza de la matemática. Algunos estudios reconocen la Guía para el Reconocimiento de Objetos y Significados (GROS) como una herramienta que coadyuva al desarrollo de ese conocimiento didáctico-matemático (Godino, 2009; Godino, Rivas, Castro & Konic, 2012).

Por otra parte, el estudio de la problemática en torno a la enseñanza y aprendizaje de la proporcionalidad ha constituido un aspecto de difundido interés en el ámbito de la Educación Matemática. De acuerdo con diversas investigaciones (Kenney, Lindquist & Heffernan, 2002; Lamon, 2007; Lesh, Post & Behr, 1988) el problema radica en la falta del desarrollo del razonamiento proporcional, en la que los procedimientos de resolución de problemas de proporcionalidad se aprenden por medio de reglas que se aplican de manera automática y de memoria, sin que medie la manifestación de esa forma de razonamiento. Este tipo de situaciones se agrava cuando es el profesor quien resuelve los problemas sin poner en juego el razonamiento proporcional que debe tener lugar.

En este orden de ideas, se considera que la enseñanza y aprendizaje de la proporcionalidad, tratada a nivel de la formación de futuros profesores, debe hacerse tomando en cuenta la puesta en juego del razonamiento proporcional respectivo.

MARCO METODOLÓGICO

La metodología de trabajo a desarrollar corresponde con una investigación de corte cualitativa y consiste en llevar a efecto una investigación-acción participativa en un primer ciclo, de acuerdo

con la propuesta de Cohen, Manion & Morrison (2011). En la Figura 1, se presenta una articulación de los diferentes procedimientos que serán ejecutados, de acuerdo con la propuesta de los autores referidos. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los momentos del modelo de investigación a ejecutar.

Identificación del problema: este momento se ha llevado a efecto como parte de la iniciación del proceso de investigación, que se encuentra en ejecución desde la formulación del presente proyecto, al cual hemos referido anteriormente.

Posibles intervenciones para atacar el problema: este momento se ha llevado a efecto por medio de la consideración de diferentes perspectivas desde las cuales se interpreta la noción de análisis didáctico, como herramienta para fomentar el desarrollo del conocimiento matemático necesario para la enseñanza. La estrategia de intervención consiste en integrar al proceso de formación de futuros profesores el uso de una herramienta de análisis didáctico. Una de las herramientas consideradas es la propuesta por el EOS denominada “Guía para el Reconocimiento de Objetos y Significados (GROS)”.

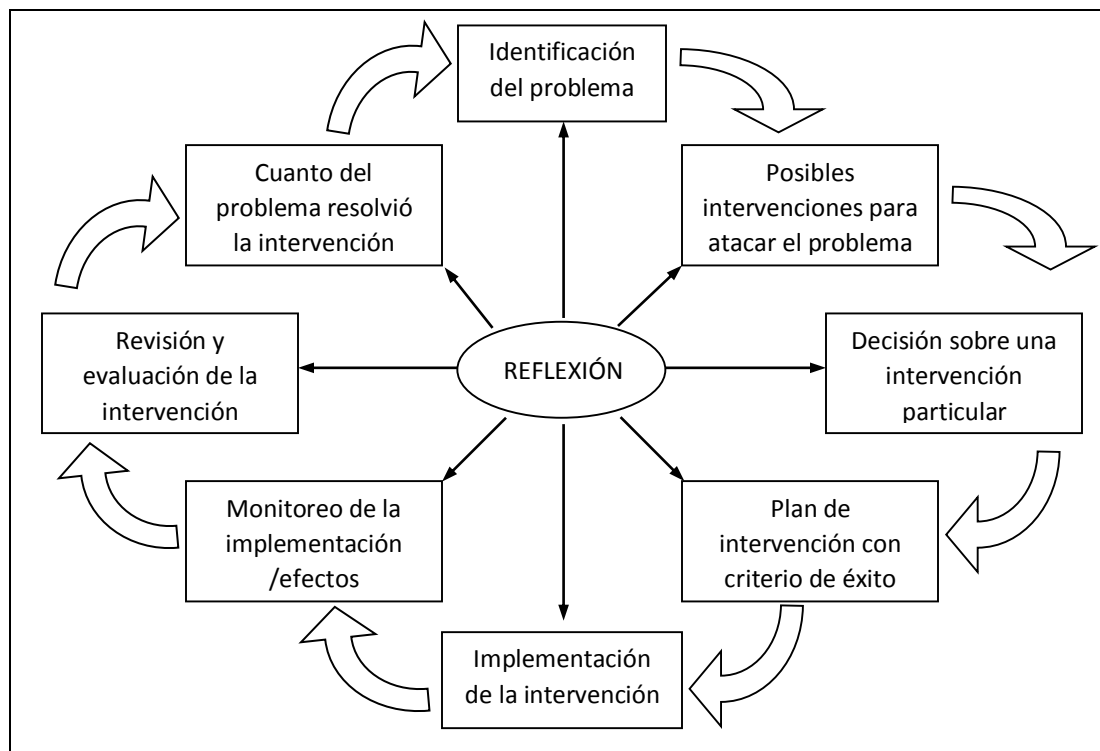


Figura 1: Proceso de investigación acción (Adaptado de Cohen, Manion & Morrison, 2011, p. 355).

Decisión sobre una intervención particular: Se ha tomado la decisión de asumir la GROS como herramienta de análisis. Esta herramienta consiste en una tabla de dos columnas, en la primera columna se identifican los tipos de objetos matemáticos (elementos lingüísticos, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos) identificados-puestos en juego en la resolución del problema a ser analizado. En la segunda columna se hace corresponder a cada objeto identificado el significado de uso asignado. En Godino et al. (2012)⁷ se muestra un ejemplo del uso de esta herramienta.

Plan de intervención con criterio de éxito: Se considera que el reconocimiento de la red de objetos y significados, puestos en juego durante la resolución de un problema matemático, es una actividad con la que se desarrolla el conocimiento matemático necesario para la enseñanza (Rivas, 2013). De manera que la implementación de la GROS, tanto a nivel del formador como

⁷ Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p1>.

de los futuros profesores, para llevar a efecto el proceso de formación profesional, coadyuvará al desarrollo del conocimiento del profesor.

Implementación de la intervención... y cuanto del problema se resolvió, constituyen los momentos de aplicación, seguimiento y control que se realizará en torno a la puesta en juego de la GROS.

La consecución de estos procedimientos constituyen la totalidad de momentos en los que se configura la realización de la investigación a desarrollar, en una primera aplicación de la herramienta referida.

Sujetos participantes: El estudio se realiza considerando como participantes, dos grupos de estudiantes inscritos-asistentes en dos secciones del primer semestre de la asignatura Matemática Básica, de los periodos académicos A-2013 a B-2014, que se dicta a los estudiantes de la mención Matemática, de la Escuela de Educación de la Universidad de Los Andes. La elección de los estudiantes que participan se hará de manera incidental, no aleatoria (León & Montero 2003). La elección de los estudiantes que serán entrevistados se hará con un muestreo *a propósito*, ya que según León & Montero (2003) la elección se hará sobre la base de un criterio.

Datos: Los datos del estudio a ser considerados provienen de: (a) diagnóstico sobre los conocimientos de la proporcionalidad, (b) audio de las sesiones de asesoría, (c) entrevistas particulares, (d) encuestas sobre aspectos sociodemográficos y de estudios efectuados, y (e) informes de las actividades prácticas y unidades didácticas elaboradas.

Instrumentos de recogida de datos: Los instrumentos a ser utilizados son los siguientes: (a) cuestionarios para evaluar las competencias matemáticas: resolución de problemas seleccionados (inicial y final), (b) pauta para la elaboración de análisis epistémico/cognitivo a partir de las resoluciones de problema seleccionados, (c) guiones de entrevistas (d) guías de observación de clases, (e) grabaciones de audio, (f) pauta para el diseño de unidades didácticas sobre proporcionalidad, y (g) pauta para la valoración de la idoneidad didáctica de los trabajos prácticos diseñados y la unidad didáctica elaborada.

Técnicas de análisis de datos: Dada la pluralidad de los datos a ser recogidos, se requerirá del uso de diversas técnicas de análisis, a saber:

- Técnicas estadísticas estándares (frecuencias, desviaciones,...), para los datos obtenidos de los cuestionarios (resolución de situaciones problemas seleccionadas), así como de la encuesta sobre aspectos sociodemográficos y estudios realizados.

- Técnica de análisis epistémico/cognitivo, aplicado a las resoluciones de problemas seleccionados, elaborados y analizados en las actividades prácticas, y la valoración de problemas seleccionados de las unidades didácticas producidas por los futuros profesores.
- Técnicas de análisis de evaluación de la unidad didáctica haciendo uso de la pauta para la valoración de la idoneidad didáctica.

RESULTADOS ESPERADOS

Por medio de la ejecución del presente proyecto de investigación se pretende dar inicio a procesos de formación de futuros profesores de matemática encaminados a desarrollar conocimiento matemático-didáctico en torno a la noción de proporcionalidad. En este orden de ideas, se espera observar el comportamiento de una muestra de futuros profesores al poner en juego un proceso de instrucción que involucra el uso de herramientas de análisis didáctico (epistémico y cognitivo) sobre situaciones problemas relativas a la proporcionalidad. Dados los resultados reportados en torno al uso de esas herramientas, se espera que tales comportamientos informen sobre el posible desarrollo del conocimiento didáctico-matemático, manifestado por la muestra de futuros profesores, durante el proceso de instrucción llevado a efecto.

REFERENCIAS

- Adler, J. (2009). A methodology for studying mathematics for teaching. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 29(1), 33-58.
- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90, 449-466.
- Ball, D., Lubienski, S. & Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics: The insolved problem of teachers, mathematical knowledge. En V. Richarson (Ed.). *Handbook of research on teaching*. (pp. 433 – 456). New York Macmillan.
- Ben-Chaim, D., Keret, Y. & Ilany, B. (2012). *Ratio and proportion. Research and teaching in mathematics teachers' education*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison. K. (2011). *Research methods in education*. 7th ed. London: Routledge.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20(4), 13-31.

- Godino, J. D., Batanero, C. & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Rivas, M., Castro, W. F. & Konic, P. (2012). Desarrollo de competencias para el análisis didáctico del profesor de matemáticas. *Revista Electrónica de Educación Matemática*, 7(2), 1-21.
- Hill, H. C., Ball, D. L. & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39, 372-400.
- Kenney, P.A. Lindquist, M.M. & Heffernan, C.L. (2002). Butterflies and caterpillars: Multiplicative and proportional reasoning in the early grades. En B. Litwiller & G. Bright (Eds.), *Making sense of fractions, ratios, and proportions* (pp. 87-99). Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lamon, S. J. (2007). Rational numbers and proportional reasoning: Toward a theoretical framework for research. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (Vol. 1, pp. 629-667). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- León, O., & Montero, I. (2003). *Diseño de Investigaciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1988). Proportional reasoning. En J. Hiebert & M. Behr (Eds.). *Number concepts and operations for the middle grades* (pp. 93-118). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Llinares, S. & Valls, J. (2009). The building of pre-service primary teachers' knowledge of mathematics teaching: interaction and online video case studies. *Instructional Science*, 37, 247-271
- Monteiro, C. (2003). Prospective elementary teachers' misunderstanding in solving ratio and proportion problems. En N. Pateman, B. Dougherty & J. Zilliox (Eds.), *Proceedings of the 27th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp 317-323). Honolulu, HI: PME.
- National Council of the Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: The Council.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 2-14.
- Sullivan, P. (2008). Education for the knowledge to teach mathematics: it all has to come together. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11, 431-433