

CONOCIMIENTO PEDAGÓGICO DEL CONTENIDO QUE UTILIZA UN PROFESOR DE MATEMÁTICA PARA ENSEÑAR LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE FUNCIÓN EN CUARTO AÑO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA COSTARRICENSE

Carlos Eduardo Román, Jonathan Espinoza, Miguel Picado

Universidad Nacional. (Costa Rica)

odraude11121982@yahoo.com, jonaespinoza@una.cr, miguepicado@hotmail.com

Palabras clave: conocimiento pedagógico del contenido, función, secundaria

Key words: pedagogical content knowledge, function, secondary

RESUMEN

El principal propósito de este trabajo es contribuir con el estudio y caracterización de los conocimientos que utiliza el profesor de matemática en su práctica de enseñanza, enfatizando en el conocimiento pedagógico del contenido (CPC), concepto introducido por Shulman (1986) y desarrollado, por Hill, Ball y Schilling (2008), quienes lo representan en dos dominios: el conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico del contenido. La investigación pretende identificar y describir los tres subdominios del CPC (el conocimiento del contenido y los estudiantes, el conocimiento del contenido y la enseñanza y el conocimiento del contenido del currículo) de un profesor cuando enseña el tema de funciones. Este proceso se realiza con el aporte del análisis didáctico propuesto por Rojas, Flores y Ramos (2013) para identificar dominios de conocimiento matemático específicos ligados al concepto descrito.

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to contribute to the study and characterization of knowledge that uses math teacher in their teaching practice, with particular emphasis on pedagogical content knowledge, PCK, concept introduced by Shulman (1986) and developed later, Hill, Ball and Schilling (2008), who represent the two domains: content knowledge and pedagogical content knowledge. The research aims to identify and describe the three subdomains of the PCK (knowledge of content and students, knowledge of content and teaching and curriculum content knowledge) when a teacher teaches the subject of functions. This is done with the support of Didactic analysis proposed by Rojas, Flores and Ramos (2013) to identify specific domains of mathematical knowledge related to the concept described.

■ Antecedentes que justifican el estudio

Gran parte del aprendizaje que se da en las aulas de los centros educativos está relacionado con el trabajo que realiza el profesor antes, durante y después de las actividades escolares. Desarrollar un tema en particular, obliga al docente a diseñar actividades, establecer estrategias de intervención o consultar los programas de estudio. Estas acciones, además de guiar el proceso educativo, brindan información sobre la formación y habilidades del profesor para la enseñanza.

Por otra parte, conocer sobre la práctica y desempeño del profesor de matemática en el aula puede ser crucial para determinar actitudes y comportamientos de los estudiantes en el ambiente escolar que nos obliguen a realizar cambios en nuestra función pedagógica. Por ejemplo, González (1999) indica que es usual la detracción de los alumnos hacia los docentes por cuanto tienen mucho conocimiento matemático pero tiene dificultades para enseñarlos.

En este sentido no es suficiente conocer la disciplina sino que se debe profundizar más en su dominio, su contenido y en su didáctica (Manterola, 1995; Paniagua, 2004). Esta responsabilidad implica que el docente debe conocer los lazos teóricos de la materia a enseñar, sus obstáculos epistemológicos, las estrategias utilizadas, los usos y aplicaciones de los contenidos que enseña; un camino que se puede emprender con el estudio del CPC.

El CPC representa una idea de la variedad de conocimientos sobre la enseñanza que todo profesor debe dominar sobre un tema específico; genera mayor respeto por la profesión de la enseñanza y cubre un vacío sobre el conocimiento del profesor (Pinto y González, 2006). También es un elemento que caracteriza a los buenos profesores (Shulman, 2005).

La escogencia del tópico de funciones se debe principalmente a que los resultados de las pruebas de Bachillerato en Costa Rica de los últimos diez años (pruebas estandarizadas que se aplican en el último año de la Educación Secundaria) indican que este tema presenta los índices más bajos de promoción (Ministerio de Educación Pública, 2012). Esto revela que existen posibles dificultades y errores en el aprendizaje de este contenido.

■ Problema de investigación

¿Cuáles características del CPC utiliza un profesor de matemática cuando enseña los conceptos básicos de función en cuarto año de la Educación Secundaria costarricense?

■ Objetivos de la investigación

Objetivo general. Caracterizar el CPC de un profesor de matemática cuando enseña los conceptos básicos de función en el cuarto año de la Educación Secundaria costarricense.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el proceso de enseñanza del contenido matemático de los conceptos básicos de función que desarrolla el profesor en su clase.

2. Identificar los componentes del *conocimiento del contenido y la enseñanza* que utiliza el profesor de matemática en la enseñanza de los conceptos básicos de función a estudiantes de cuarto año de la Educación Secundaria costarricense.
3. Identificar los componentes del *conocimiento del contenido y del estudiante* que utiliza el profesor de matemática en la enseñanza de los conceptos básicos de función a estudiantes de cuarto año de la Educación Secundaria costarricense.
4. Identificar los componentes del *conocimiento del contenido curricular* que utiliza el profesor de matemática en la enseñanza de los conceptos básicos de función a estudiantes de cuarto año de la Educación Secundaria costarricense.

■ **Marco teórico**

Dominios del Conocimiento Matemático para la Enseñanza (CME)

Para ubicar el conocimiento que se desarrolla en las mentes de los profesores, habría que distinguir tres tipos de conocimiento: “el conocimiento del contenido temático de la materia, el conocimiento pedagógico del contenido (el tema de la materia para la enseñanza) y el conocimiento curricular” (Shulman, 1987, p. 9).

El CPC incluye “las formas más útiles de representación de estas ideas; las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosos; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros” (Shulman, 1987, p. 9), es decir, “todo el esfuerzo que hace el profesor para hacer comprensible su tema en particular” (Garritz y Trinidad-Velasco, 2004, p. 3).

A partir de los planteamientos de Shulman (1986, 1987), Hill et al (2008) proponen un modelo del Conocimiento Matemático para la Enseñanza en el que enfatizan la diferencia entre el conocimiento del contenido y conocimiento pedagógico del contenido. Así mismo establecen tres subdominios para cada uno de los dominios propuestos.

Figura 1. Dominios de Conocimiento Matemático para la Enseñanza (CME) (Hill et al, 2008, p. 377).



Subdominios del Conocimiento del Contenido Matemático

El conocimiento del contenido matemático incluye el conocimiento común del contenido (CCC), el conocimiento especializado del contenido (CEC) y el conocimiento del horizonte matemático (CH). Para una mayor caracterización de estos componentes pueden consultarse los trabajos de Hill et al (2008) y Rojas (2010).

Subdominios del Conocimiento Pedagógico del Contenido

El conocimiento pedagógico del contenido se compone del conocimiento del contenido y de los estudiantes (CCEs), conocimiento del contenido y la enseñanza (CCEn) y conocimiento del currículo (CC).

En cuanto al CCEs, se define como el “conocimiento del contenido que se entrelaza con el conocimiento de cómo los estudiantes piensan, saben o aprenden un contenido particular” (Hill et al, p. 375). Incluye el conocimiento de los errores comunes y las dificultades más habituales que presentan los estudiantes, por ejemplo “saber que los niños tienen dificultad para entender el orden de magnitud de los sucesivos restos en el algoritmo de la división” (Climent, Romero, Carrillo, Muñoz y Contreras, 2013, p. 17).

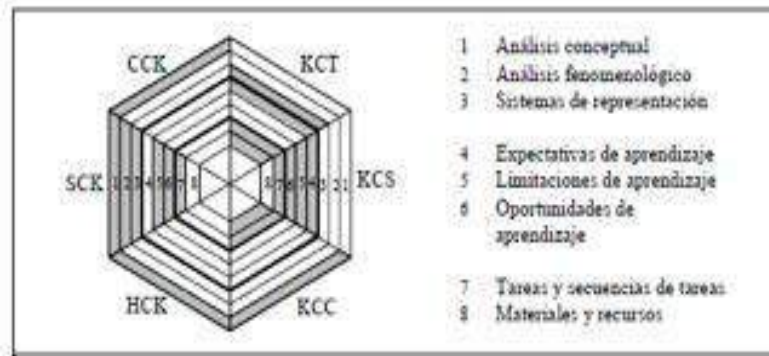
El CCEn es “el conocimiento que combina el conocimiento sobre la enseñanza con el matemático” (Ball, Thames & Phelps, 2008, p. 401). Implica “conocer el funcionamiento matemático de recursos y materiales, así como de estrategias y otras cuestiones de cómo enseñar los contenidos específicos, por ejemplo, saber cómo los bloques en base 10 permiten abordar la división en clase” (Climent et al, 2013, p. 17).

Por último, el CC alude al conocimiento de los objetivos, contenidos, fines, orientaciones curriculares, materiales y recursos disponibles para la enseñanza, que permiten al profesor guiar su práctica y seleccionar las tareas adecuadas para el aprendizaje de sus estudiantes (Ball et al, 2008). Por ejemplo, “saber en qué curso se inicia la división” (Climent et al, 2013, p. 17).

Otro referente teórico usado en el estudio, es el análisis didáctico (Gómez, 2007). Éste es un procedimiento que facilita al profesor la confección, implementación y valoración de una unidad didáctica compuesto por cinco análisis parciales: análisis conceptual, análisis de contenido, análisis cognitivo, análisis de instrucción y análisis de actuación (evaluación).

Rojas et al (2013), desarrollaron un modelo que combina los componentes del análisis didáctico con el CPC. Para establecer tales relaciones consideraron tres análisis parciales; de contenido, cognitivo e instrucción y las distintas dimensiones que lo conforman, como se ilustra en la figura 2.

Figura 2. Relaciones entre el conocimiento matemático para la enseñanza y los componentes del análisis didáctico (Rojas et al, 2013, p. 52).



■ Metodología de investigación

El abordaje metodológico de la investigación obedece a un estudio de carácter cualitativo descriptivo enfocado en un estudio de caso, el cual se define como un experimento de enseñanza en el que se realiza un “análisis profundo de una situación que requiere un seguimiento continuo, completo y detallado de los procesos que tienen lugar en el aula” (Gutiérrez, 1991, p. 168).

Para la selección del participante (el profesor) se tomaron en cuenta criterios técnicos, convenientes y por sugerencias de expertos (Rojas, Carrillo y Flores, 2012). Estos criterios incluyen haber enseñado el tema de funciones al menos una ocasión, tener más de cinco años de experiencia como docente de Educación Secundaria, ser recomendado por directivos institucionales y autoridades educativas y tener disponibilidad para participar en el estudio.

Para recolectar la información y captar todos los momentos de instrucción e interacción del profesor con los estudiantes, se usó una cámara de audio y video, guardando siempre confidencialidad de la información y las medidas éticas de seguridad e integridad de los estudiantes menores de edad. Este mecanismo permite acceder a los datos en cualquier momento.

Para el análisis de la información, se utiliza la técnica descriptiva e interpretativa de las intervenciones del docente, considerando las categorías elaboradas con anterioridad. Este proceso requiere la transcripción textual de la totalidad de las interacciones entre el docente y los estudiantes.

■ Resultados preliminares de la investigación

Aunque el estudio se encuentra en ejecución y el trabajo de campo aún no se ha realizado, un resultado preliminar de la investigación es la elaboración de categorías y unidades de análisis para cada subdominio del CPC. A partir de los aportes de Hillet al(2008) y Rojas et al(2013) se construyeron las siguientes categorías y subcategorías para el subdominio CC.

Tabla 1. Categorías y subcategorías para el subdominio CC.

Categoría(Rojas et al, 2013, p. 201)	Subcategoría
<p>El grado en que los contenidos enseñados corresponden con los establecidos por el currículo escolar de referencia o documentos oficiales que atienden al proceso de enseñanza.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los conocimientos planteados en el programa oficial son abordados por el profesor. • Profundiza los conocimientos establecidos en el programa oficial. • Presenta conocimientos vinculados al tema que no forman parte del programa oficial.
<p>El grado en que las tareas enunciadas se adaptan o enriquecen según las orientaciones propuestas en los documentos oficiales o en las indicaciones curriculares de diversas fuentes del currículo en educación matemática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las tareas presentadas atienden las recomendaciones curriculares sobre el uso de historia. • Las tareas presentadas atienden las recomendaciones curriculares sobre el uso de la tecnología. • Las tareas presentadas atienden las recomendaciones curriculares sobre el uso de la contextualización. • Las tareas presentadas atienden las recomendaciones curriculares sobre actitudes y creencias hacia las matemáticas. • Las tareas presentadas atienden las recomendaciones curriculares sobre la resolución de problemas. • Propone tareas similares a las presentadas en las indicaciones puntuales del programa de estudios. • Las tareas consideran los niveles de complejidad propuestos en el programa de estudios. • Las tareas presentadas fomentan en el estudiante el desarrollo de los procesos matemáticos (razonar, argumentar, plantear y resolver problemas, comunicar, conectar, representar). • Las tareas propuestas siguen la metodología establecida en el programa de estudios (planteamiento del problema, discusión interactiva, comunicación, cierre). • Utiliza otros documentos para enriquecer las tareas de aprendizaje.
<p>La adecuación entre las propuestas de gestión que se ponen en juego y las previstas en las recomendaciones metodológicas del currículo escolar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considera la etapa de construcción de conocimientos propuesta en el programa de estudios para organizar la lección (planteamiento del problema, discusión interactiva, comunicación, cierre). • Considera la etapa de movilización de conocimientos propuesta en el programa de estudios para organizar la lección. • Realiza adaptaciones a las recomendaciones metodológicas del programa de estudios.

La adecuación entre el uso que se hace de materiales y recursos didácticos, y las orientaciones metodológicas estipuladas en programa de estudios.

- El uso de recursos didácticos responde a las orientaciones metodológicas recomendadas en el programa de estudios para el área de Relaciones y Álgebra (que incluye el tema de funciones).
- El uso de materiales didácticos responde a las orientaciones metodológicas recomendadas en el programa de estudios para el área de Relaciones y Álgebra (que incluye el tema de funciones).
- El uso de recursos didácticos responde a las indicaciones puntuales recomendadas en el programa de estudios para el tema de funciones.
- El uso de materiales didácticos responde a las indicaciones puntuales recomendadas en el programa de estudios para el tema de funciones.

Fuente: Elaboración propia. Solo se incluyen las categorías y subcategorías para el subdominio CC

■ Implicaciones del estudio

Los resultados de la investigación pueden llegar a mejorar la práctica docente, conocer la influencia de la actuación del docente en el rendimiento de los estudiantes, generar acciones políticas importantes en pro de la formación docente, promover reformas en la educación matemática costarricense, desarrollar estudios más amplios, la inclusión en nuevos parámetros de evaluación internacional en la formación inicial de los futuros profesionales de matemática como los Estudios TEDS-M (Estudio Internacional sobre la Formación Inicial del Profesorado de Matemáticas, TeacherEducation and DevelopmentStudy in Mathematics, por sus siglas en inglés), generar mayor discusión sobre la calidad y formación del profesorado del país en conferencias y congresos nacionales, incluso conocer mejor la disciplina que se enseña realizando ajustes en nuestra función pedagógica.

■ Referencias bibliográficas

- Ball, D. L., Thames, M. H. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of TeacherEducation*, 59(5), 389-407. Recuperado el 28 de febrero de 2014 de <http://dlavertydotcom.wordpress.com/2012/01/17/ball-thames-and-phelps-content-knowledge-for-teaching-what-makes-it-special-2008/>
- Climent, N., Romero J. M., Carrillo J., Muñoz M. C. y Contreras L. C. (2013). ¿Qué conocimientos y concepciones movilizan futuros maestros analizando un vídeo de aula? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, Relime* 16(1), 13-36.
- Garritz, A. y Trinidad-Velasco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15(2), 98-102.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad de Granada, España.
- González, F. (1999). Los nuevos roles del profesor de matemática: retos de la formación de docentes para el siglo XXI. En R. M. Farfán, C. E. Matías, D. Sánchez y Á. Tavarez (Eds.), *Conferencia inaugural de la Decimotercera Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa: Relme* 13 (pp. 1-27). Santo Domingo, República Dominicana: Grupo Editorial Iberoamérica S.A.
- Gutiérrez, A. (1991). La investigación en didáctica de las matemáticas. En A. Gutiérrez (Ed.), *Área del conocimiento didáctico de la matemática* (pp. 149-194). Madrid, España: Síntesis.
- Hill, H., Ball, D. & Schilling, S. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.

- Manterola, C. (1995). La formación docente, un reto imprescindible. *Planiuc*, 14(21), 73-93.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2012). *Informe Nacional 2011. Resultados de las pruebas nacionales de bachillerato de la Educación Formal*. San José, Costa Rica: Dirección de Gestión y Evaluación de la Calidad.
- Paniagua, M. (2004). La formación y la actualización de los docentes: herramientas para el cambio en educación. *Dimensiones de la educación en Costa Rica*. San José, Costa Rica: CEDAL. Recuperado el 20 de enero de 2014 <http://www.cedal.org/docus/educ01.pdf>
- Pinto, J. E. y González, M. T. (2006). Sobre la naturaleza conceptual y metodológica del conocimiento del contenido pedagógico en Matemáticas: una aproximación para su estudio. En M. Bolea, M. Moreno y M. J. González (Eds.), *Investigación en educación matemática: Actas del X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 237-255). Huesca, España: Instituto de Estudios Altoaragoneses. Recuperado el 19 de febrero de 2014 de <http://funes.uniandes.edu.co/1293/>
- Rojas, N. (2010). *Conocimiento para la enseñanza y calidad matemática de la instrucción del concepto de fracción: estudio de caso de un profesor chileno*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Granada, España.
- Rojas, N., Carrillo, J. y Flores, P. (2012). Características para identificar a profesores de matemáticas expertos. En A. Estepa, Á. Contreras, J. Deulofeu, M. C. Penalva, F. J. García y L. Ordóñez (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI* (pp. 479-485). Jaén: SEIEM.
- Rojas, N., Flores, P. y Ramos, E. (2013). El análisis didáctico una herramienta para identificar dominios de conocimiento matemático para la enseñanza. En L. Rico, J. L. Lupiáñez y M. Molina (Eds.), *Análisis didáctico en educación matemática. Metodología de investigación, innovación curricular y formación de profesores* (pp. 191-210). Granada, España: Editorial Comares, S.L.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching. Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), spring 1987 Issue, 1-23.
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-30.