

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO-MATEMÁTICO DEL PROFESOR DE BACHILLERATO SOBRE ECUACIONES LINEALES

Guadalupe Morales Ramírez, Agustín Grijalva Monteverde, María Antonieta Rodríguez Ibarra
Universidad de Sonora. (México)
lupismr11@gmail.com, guty@mat.uson.mx, mariaa.rodriguez@gmail.com

Resumen

En este reporte de investigación se describen los conocimientos didáctico-matemáticos de dos profesores de Bachillerato sobre el tema de ecuaciones lineales. Se aplican herramientas teóricas del Enfoque Ontosemiótico, en particular, las categorías de conocimientos del profesor de matemáticas (facetas epistémica, cognitiva, afectiva, interaccional, mediacional y ecológica). Los datos se han obtenido mediante un guión de entrevista y un protocolo de observación de las clases impartidas por los profesores. Se concluye que el conocimiento didáctico-matemático de ambos profesores es limitado por el énfasis puesto en los procesos algorítmicos, con prácticas docentes centradas en lo procedimental, poco uso de representaciones matemáticas, de recursos mediacionales, de los aspectos afectivos y la relación del tema con la vida cotidiana y otras asignaturas.

Palabras clave: profesores, conocimiento didáctico matemático

Abstract

This research report describes the mathematical and didactic knowledge of two high school teachers on the subject of linear equations. The theoretical tools of the Onto-semiotic Approach are applied, in particular, the categories of knowledge of the mathematics teacher (epistemic, cognitive, affective, interactional, mediational and ecological facets). The data were obtained through an interview script and a protocol of observation of the classes given by the teachers. It is concluded that the mathematical and didactic knowledge of both teachers is limited by the emphasis placed on algorithmic processes, with practice teaching focused on the procedure, little use of mathematical representations, mediation resources, affective aspects and the relation of the topic with everyday life and with other subjects.

Keywords: teachers, mathematical and didactic knowledge

■ Introducción

La formación de profesores ha estado en el centro de interés de la Matemática Educativa desde sus orígenes, reconociendo el papel de primera importancia de las prácticas docentes para promover que sus alumnos desarrollen las competencias requeridas socialmente (integración de conocimientos construidos, habilidades y actitudes).

Este papel de los docentes es ampliamente aceptado (en ocasiones sobrevalorado), y autores como Sosa y Ribeiro (2014; p.4) señalan que “el profesor es un elemento clave en la enseñanza y en el aprendizaje de la matemática y por ende es fundamental conocer, comprender y caracterizar el conocimiento del profesor”. Coincidiendo con esta afirmación, es necesario especificar que la caracterización del profesor debe hacerse tanto en lo referente a su conocimiento matemático como al didáctico, toda vez que de su combinación en la actividad docente es lo que puede facilitar o dificultar la labor de los estudiantes.

La problemática de la enseñanza de las matemáticas no es exclusiva de algún nivel educativo en particular y, aunque aquí nos referimos al nivel medio superior, lo que se dice en otros niveles educativos puede tener validez en nuestro caso, como es el caso de lo señalado para el nivel superior por Moreno, M. y Azcárate, C. (2003) para quienes “El hecho de que la realidad de las aulas de matemáticas en la mayoría de las universidades se incline por una enseñanza de carácter normativo, en la que el profesor considera que el estudiante aprende por imitación, que es asimismo un receptor pasivo del discurso del docente, y que en ningún momento el propio profesor pueda ni siquiera plantearse que en una misma clase puede haber estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje, susceptibles de ser motivados si la enseñanza se orientara a sus cualidades específicas de aprendizaje, nos obliga a pensar en la necesidad de que el profesor de matemáticas universitario cambie su papel y reflexione, tanto en el ámbito personal como en el departamental e institucional, acerca de la problemática actual de la docencia universitaria.”

Con esta visión, es necesario que los profesores reflexionen sobre sus prácticas docentes, partiendo de la necesidad de conjugar tanto sus conocimientos matemáticos como las estrategias de enseñanza que desarrollan. Godino (2009, p.2) resalta que: “el conocimiento disciplinar no es suficiente para asegurar competencia profesional, siendo necesarios otros conocimientos de índole psicológica (cómo aprenden los estudiantes, conocer los afectos, dificultades y errores característicos). Los profesores deberían ser capaces también de organizar la enseñanza, diseñar tareas de aprendizaje, usar los recursos adecuados, y comprender los factores que condicionan la enseñanza y el aprendizaje”.

Para tener elementos de caracterización de las prácticas docentes de los profesores y estar en condiciones de diseñar programas de intervención educativa, nos planteamos desarrollar una investigación cuyo objetivo general es: Analizar los conocimientos didácticos matemáticos del profesor del Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora (COBACH) con relación a las ecuaciones lineales, para lograr una caracterización de los mismos.

Este trabajo utiliza como base las herramientas del “enfoque ontosemiótico” (EOS) del conocimiento y la instrucción matemáticos (Godino, 2002; Godino, Batanero y Font 2007), tanto para el diseño de instrumentos de recolección de datos, como para el análisis de los mismos.

■ Elementos teóricos y metodología

Como señalamos anteriormente, en este trabajo se emplea el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos y, más específicamente, el modelo teórico propuesto por Godino (2009) y desarrollado en Pino-Fan y Godino (2015) sobre categorías de conocimientos del profesor de matemáticas, el cual está basado en el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (EOS), el

cual se identifica con el nombre de Conocimiento Didáctico-Matemático del profesor (CDM). De esta manera el objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1. Describir los conocimientos matemáticos relativos al contexto institucional del bachillerato y la distribución de tiempo que se destina a los diversos componentes del contenido, identificando problemas, lenguajes, procedimientos, definiciones, propiedades y argumentos.
2. Observar y describir las acciones por parte del profesor con relación a los estudiantes, con la intención de valorar las acciones realizadas con respecto a la construcción de significados de sus estudiantes y la progresión de sus aprendizajes.
3. Identificar y describir acciones del profesor ante las actitudes, emociones, creencias y valores de los alumnos con relación a los objetos matemáticos e identificando acciones y normas que condicionan y hacen posible el proceso de estudio.
4. Describir los recursos mediacionales utilizados en el proceso de estudio, así como la asignación del tiempo a las distintas acciones y procesos por parte del profesor.
5. Conocer los patrones de interacción entre el profesor y los estudiantes para la negociación de significados durante las prácticas matemáticas propuestas.
6. Describir las relaciones con el entorno político, social, económico que condicionan y soportan el proceso de estudio.

Para lograr los objetivos formulados elaboramos los instrumentos para recolectar información, que específicamente fueron dos: un guion de entrevista tipo semiestructurada y un protocolo de observación en aula. El propósito de la entrevista consistió en recabar información sobre la práctica discursiva de dos profesores de bachillerato. Para llevar a cabo el proceso, nos centramos en la enseñanza y aprendizaje de las ecuaciones lineales, identificando algunas creencias y concepciones del profesor que nos permitieran contrastar con lo observable en el aula de clases.

Asimismo, hicimos observación no participante en el aula de clases de los dos profesores, para lo cual se diseñó un protocolo de observación con el fin de obtener datos acerca de las prácticas operativas de los profesores cuando trabajan con el tema de las ecuaciones lineales. La primera parte del protocolo, enfocada a la identificación de los objetos primarios situaciones-problema, lenguajes, conceptos, procedimientos, proposiciones y argumentos que aparecen durante el proceso de estudio del cual se pretende hacer un análisis de esa información.

Como una segunda parte se identifican acciones que ponen en juego los profesores en el aula de clases, cada una de éstas se relaciona con los elementos que componen las facetas del modelo del conocimiento didáctico matemático del profesor: epistémica, cognitiva, mediacional, interaccional, afectiva y ecológica, así como la interacción de las mismas. Se identificaron el tipo de situaciones planteadas, las estrategias promovidas con sus alumnos, el tipo de representaciones sobre los objetos matemáticos (verbal, gráfico, tabular, algebraico...), la participación que promueven en el aula de clases, entre otras cosas, que ayudaran a dar una caracterización sobre sus conocimientos.

■ Resultados

Con los datos obtenidos se hizo un estudio con relación a los cuatro niveles de análisis que declara el modelo CDM del profesor: Análisis de las prácticas matemáticas y didácticas, configuraciones epistémicas de las clases observadas para cada uno de nuestro caso de estudio, idoneidad didáctica, normas y metanormas. Se pudieron contrastar y complementar los datos obtenidos en la entrevista y las observaciones de clase por parte de cada profesor.

Rasgos característicos del CDM del profesor A

Dadas las limitaciones de espacio, mostramos algunos de los resultados para el caso de uno de los dos profesores.

En lo epistémico, las prácticas matemáticas del profesor se centran fundamentalmente en los aspectos procedimentales del tema, atendiendo al uso del lenguaje propio del álgebra y el establecimiento de reglas de validez para cada acción que se realiza en la resolución de ecuaciones. Sin embargo, existen también muestras de interés en establecer relaciones entre situaciones extramatemáticas en el caso de la función lineal.

En cuanto a la aplicación de los criterios de idoneidad al proceso de estudio implementado y observado, el profesor no presenta una muestra representativa de situaciones problema extramatemáticas sobre el tema, pero procura hacerlo en la variedad de tipos de ecuaciones lineales, representadas en los pasos algorítmicos que revisa, incluyendo paréntesis, fracciones y otros. En general, en el caso de las funciones lineales y el inicio de las ecuaciones lineales, las configuraciones didácticas implementadas son de carácter conceptual.

Esta situación se observa también en la revisión de los aspectos normativos, en los cuales el énfasis se pone en su presentación y la expectativa de que los estudiantes asuman los procedimientos algorítmicos como válidos, con poca discusión del uso de diferentes representaciones matemáticas y de análisis de interpretación de situaciones.

En las facetas cognitiva y afectiva, de acuerdo a las prácticas realizadas por el profesor, tanto discursivas como operativas, se asume que los estudiantes tienen una serie de deficiencias y procura involucrarlos en la discusión de las situaciones planteadas, siempre bajo su conducción y exposición, privilegiando la atención a los estudiantes más participativos.

En cuanto a la idoneidad cognitiva del proceso implementado, las situaciones planteadas están en la zona de desarrollo próximo de los estudiantes., pero en puntos conflictivos, como las argumentaciones para justificar los algoritmos de resolución, el profesor presenta las propiedades de las igualdades y, acepta que los estudiantes las obvien u omitan y sólo apliquen mecánicamente acciones como “pasar sumando si está restando” y otras similares.

Si se atienden a las normas cognitivas y afectivas, la dinámica general consiste en que los estudiantes sigan paso a paso las instrucciones del profesor, con claros intentos para involucrarlos por sí mismos en

la solución de los problemas, como en las discusiones por equipo con manipulables y la última sesión con la actividad lúdica de resolución de ecuaciones.

En las facetas interaccional y mediacional existen momentos de trabajo individual, en equipo y discusiones grupales, promoviendo la participación de los alumnos. Una limitación es que las discusiones sólo se realizan en términos de los planteamientos del profesor, y en casos conflictivos no se ocupa suficientemente por la progresión de los aprendizajes.

En cuanto a las idoneidades interaccional y mediacional el profesor da muestras de un conocimiento didáctico matemático con puntos favorables, como promover la participación de los estudiantes en discusiones por equipo y grupales, pero lo hace en pocas ocasiones.

En cuanto a las normas, la dinámica seguida es siempre la que el profesor señala, indicando si una situación debe realizarse individualmente, en equipo o en discusión grupal. A pesar de promover la participación colectiva, se sigue el patrón de que el profesor es quien expone las ideas centrales y presenta las formas de proceder.

En cuanto a la faceta ecológica se resaltan los siguientes aspectos: Las prácticas centrales del profesor son procedimentales y la única alusión a la importancia del tema es de carácter genérico, señalando que el tema es importante para estudios de matemáticas posteriores. En cuanto a la idoneidad ecológica la situación es similar pues el tema de las ecuaciones lineales se plantea desligado de otros cursos y saberes, sin promoción para el desarrollo de habilidades y actitudes para enfrentar problemas matemáticos o de otra índole, sin relación con problemáticas sociales o naturales.

En lo normativo, las únicas formas de relación son las referentes a los aspectos más generales, como la puntualidad, el uso del uniforme y otros similares, pero sin discusión significativa sobre el papel de las funciones y ecuaciones lineales en la vida cotidiana y otras asignaturas.

Síntesis de conocimientos de los dos profesores observados

Con este tipo de análisis fue posible hacer una caracterización del CDM de ambos profesores (A que identificaremos como profesor A y profesor B) y a continuación se muestran algunos elementos que dan respuesta a los objetivos específicos formulados en la investigación.

Con relación al primer objetivo específico, sobre cuestiones epistémicas, básicamente los datos obtenidos provienen de la observación en clase. Aunque las trayectorias epistémicas de los dos profesores son distintas, ambos desarrollan prácticas tradicionales, es decir, parten de definiciones y propiedades formales de acuerdo a la estructura matemática, resuelven ejercicios tipo y esperan la reproducción de algoritmos, sin integrar los diferentes tipos de lenguajes, argumentaciones y situaciones interdisciplinarias. Ambos docentes ubican sólo dos tipos de objetos matemáticos: los conceptos y los algoritmos, poniendo énfasis en que los alumnos aprendan a aplicar los algoritmos en los ejercicios propuestos, sin mayor relación con situaciones de la vida cotidiana o de otras disciplinas de estudio del bachillerato.

Por otra parte, la faceta epistémica, de acuerdo al modelo CDM se centra en tres tipos de conocimientos, refiriéndose al común en donde solo se centran en resolver tareas sencillas, el conocimiento especializado

se enfoca en la integración y configuración de objetos primarios y el conocimiento ampliado, relacionado con la conexión de posibles generalizaciones de la tarea y conexiones con otros temas más avanzados.

Podemos decir que para nuestros casos sólo cumplen con el conocimiento común, mientras que en el conocimiento especializado y ampliado se muestran muchas limitaciones.

En cuanto al segundo objetivo, referida a los conocimientos personales de los alumnos y la progresión de sus aprendizajes, ninguno considera los conocimientos previos de los alumnos, aunque ambos señalaron en la entrevista que existen deficiencias (a priori) y, por tanto, no se preocupan de que las situaciones planteadas se encuentren en su zona de desarrollo próximo.

En el tercer objetivo, ligado a la faceta afectiva, aunque ambos profesores señalan que el aprendizaje de las matemáticas se genera con la resolución de problemas y la inclusión de contextos extra-matemáticos, sus acciones evidencian que su experiencia docente y sus concepciones sobre la enseñanza no se corresponden con lo declarado en la entrevista.

En el cuarto objetivo, con interés en la faceta mediacional, los recursos o medios usados en las prácticas de ambos profesores fueron limitados, aunque al inicio del tema el profesor A hizo un intento por crear un ambiente dinámico usando material manipulable y calculadora. En el caso del profesor B no se evidenciaron aspectos relacionados con recursos o medios que ayudaran a contextualizar las situaciones presentadas y se restringió a presentar definiciones, centrándose después en la resolución de ejercicios, aplicando procesos algorítmicos y mecanizados.

En la faceta interaccional, contemplada en el quinto objetivo, un patrón de interacción que se pudo observar en ambos casos fue que los profesores actuaron como expositores, mientras que los alumnos estuvieron en el papel de receptores de información, limitándose únicamente a los estudiantes que avanzaban en el desarrollo del tema.

Por último, en el caso del sexto objetivo y la faceta ecológica, observamos que los profesores se limitan a presentar conceptos matemáticos y algoritmos de solución de las ecuaciones lineales. No obstante, en la entrevista señalaron estar conscientes de que el aprendizaje de las matemáticas debe ser a través de la resolución de problemas, con una fuerte dosis de atención a contextos extra-matemáticos, cercanos a las experiencias reales de los estudiantes y su relación con otras asignaturas.

■ Reflexiones finales

Aunque este estudio no se permite generalizar los resultados, brinda elementos sobre las prácticas matemáticas, tanto discursivas como operativas, de los profesores estudiados, para que su caracterización pueda tomarse en cuenta al tomar decisiones, tanto de investigación como en acciones curriculares formativas y didácticas en general.

A partir de este trabajo concluimos que las prácticas docentes carecen de programas que ayuden a los profesores a realizar modificaciones sustanciales y es necesario multiplicar las acciones de capacitación y actualización de profesores, poniendo atención en partes específicas de su formación docente.

Como parte de las conclusiones generales se desprende que la existencia de textos escolares (como los que los profesores tuvieron), acordes a los programas oficiales, no garantiza que el docente realice cambios sustanciales en sus prácticas, pues lo que primordialmente entra en juego son los conocimientos y estrategias que implementa el profesor para lograr que los alumnos construyan su conocimiento y doten de significado a los objetos matemáticos que emergen de la actividad realizada. Durante la investigación se observaron efectos negativos tanto de parte del profesor como de los estudiantes, ya que se identificaron elementos de apatía por parte de estos últimos y poca comunicación con los profesores, mientras que por otro lado los profesores tienen muy arraigadas sus concepciones y creencias, desatendiendo lo que sucede con sus alumnos.

■ Referencias bibliográficas

- Aravena, M., Kimelman, E., Micheli, B., Torrealba, R., y Zúñiga, J. (2006). *Investigación educativa I*. Santiago: Universidad ARCIS.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 22 (2/3), 237-284.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión. Revista Iberoamericana de la educación matemática*, 20, 13-31.
- Godino, J. D. Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- Moreno, M. y Azcárate, C. (2003). Concepciones y creencias de los profesores de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 265-280.
- Pino-Fan, L., y Godino, J. D. (2015). Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Paradigma*, 36(1), 87-109.
- Secretaría de Educación Pública (2010). Programa de Estudio de Matemáticas I de Bachillerato. Consultado el 25 de noviembre de 2012 en: http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/programasdeestudio/cfb_1ersem/MATEMATICAS_I.pdf
- Sosa, L. y Ribeiro, C. M. (2014). La formación del profesorado de matemáticas de nivel medio superior en México: una necesidad para la profesionalización docente. *Revista Iberoamericana de la Producción Académica y Gestión Educativa*, 01. Disponible en, <http://pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/48/85>
- Vargas, R., Rodríguez, M., Del Castillo, A., Villalva, M., Ibarra, S., Grijalva, A., Armenta, M., Ávila, R., Urrea, M., Soto, J., Bravo, J. (2014). *Matemáticas I. Módulo de Aprendizaje*. Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora. México: Grupo de Servicios Gráficos del Centro, S.A. de C.V.