

## ESTUDIO SOBRE PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA EN MÉXICO

Lucía Mendoza von der Borch, Silvia Elena Ibarra Olmos  
 Universidad de Sonora  
 luciamendoza@hotmail.com, sibarra@gauss.mat.uson.mx

México

**Resumen.** Se presentan algunos avances de una investigación cualitativa que tiene como objetivo describir e interpretar las prácticas de enseñanza de las matemáticas de profesores de nivel básico (secundaria mexicana (12-15 años), los cuales han cursado un programa de formación centrado en la reflexión sobre la práctica. Para la identificación de las prácticas y su análisis se utilizan herramientas del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática. Metodológicamente se trata de un estudio descriptivo interpretativo en el cual fueron utilizadas entrevistas y observación no participante en el aula para la obtención de la información. Los contenidos matemáticos observados en aula corresponden al apartado de “Proporcionalidad y funciones” del programa de estudios vigente para matemáticas de segundo grado de secundaria (13 años) en México.

**Palabras clave:** práctica docente, enfoque ontosemiótico

**Abstract.** This paper presents some advances of our qualitative research on teaching practices of mathematics in Mexican secondary school (12-15 years old). The objective was to describe and to interpret some of the teaching practices employed by teachers who had received a training program focused on the examination of their practices. Our theoretical tools to identify and analyze those practices are taken from the Onto-semiotic Approach to Knowledge and Math Instruction. As far as method is concerned, our research is descriptive and interpretative, based on interviews and non participating observation in classroom. The mathematical contents belong to the chapter dedicated to Proportionality and Functions, which is part of the official program for second grade in secondary schools (13 years old).

**Key words:** didactical practices, onto-semiotic approach

### Introducción

Los resultados poco satisfactorios que los alumnos mexicanos de educación secundaria obtienen en distintas evaluaciones tanto nacionales como internacionales del aprendizaje de matemáticas, son un factor que influye de manera muy importante en la preocupación e intención de diferentes instancias de gobierno y del ámbito académico, de poner atención a las prácticas de los profesores en las aulas docentes y a la creación de diferentes programas de formación y actualización del profesorado.

Autores como Ávila (2001) y Mena (2005) han señalado que los planteamientos en cuanto al enfoque y la metodología de enseñanza de las distintas reformas curriculares que se han venido promoviendo en la educación básica en México, frecuentemente no son incorporados por los profesores en las aulas. Estas investigaciones reportan que incluso después de más de una década de haber entrado en vigor las propuestas curriculares, el enfoque y la metodología por ellas formuladas no eran llevados a los salones de clase, y que los profesores continuaban, en ciertos aspectos, arraigados al sistema “tradicional” de enseñanza; éste se caracteriza por

formas metodológicas expositivas y alumnos mayoritariamente pasivos y está centrado en la enseñanza de una matemática formal, sin un contexto de uso extramatemático.

Esta necesidad de modificación de las prácticas ha llevado a investigadores en matemática educativa a plantearse cuestionamientos sobre cómo diseñar programas de formación que realmente incidan sobre la calidad de la práctica docente. Si se pretende que los profesores desarrollen habilidades que les permitan conducir más eficazmente el proceso de aprendizaje de los alumnos, entonces ¿qué características deberían tener los programas de formación para que sean de utilidad para el mejoramiento efectivo de las prácticas de los profesores?

En este contexto, nos hemos planteado como *objetivo de esta investigación analizar y describir algunos aspectos centrales de las prácticas de enseñanza de profesores de matemáticas de secundaria que cursaron un programa de formación específico, el Diplomado “Prácticas docentes en las matemáticas de secundaria”, centrado en la reflexión sobre la práctica.* El programa, con una duración de 150 horas, estuvo dirigido a profesores de matemáticas de escuelas secundarias públicas del Estado de Sonora, México y su objetivo general fue: “Apoyar al personal docente de la escuela secundaria en la comprensión y desarrollo de las competencias profesionales que lo hagan más eficaz para conducir el proceso de aprendizaje de las matemáticas de sus alumnos” (Ibarra et al, 2011, p. 2). Fue ofrecido por la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora, México, en colaboración con un grupo de investigadores en Matemática Educativa que labora en una institución de educación superior con sede en el mismo Estado.

El enfoque y la metodología de trabajo de este Diplomado concuerdan con las reflexiones realizadas por Godino, Font y Wilhelmi, (2006), respecto a la importancia que tiene para los programas de formación de profesores el proporcionar herramientas a los maestros para que éstos logren realizar un análisis crítico de su propia práctica docente y de los textos escolares y materiales didácticos en cuanto a la evaluación de su pertinencia, idoneidad y adecuación.

Consideramos que la información generada por esta investigación podrá contribuir en dos direcciones: por un lado se podrán aportar sugerencias para modificación y mejora en el diseño de los programas de formación que el grupo de investigadores mencionado realiza; por otro lado, vemos factible que se pueda apoyar a los profesores de aula con acciones de seguimiento y soporte para que sean capaces de analizar su propia práctica docente y los textos y materiales didácticos que utilizan, con el fin de evaluar la pertinencia, idoneidad y adecuación de estos materiales al proyecto educativo en el que se insertan.

## Herramientas teóricas

El marco teórico que sustenta nuestra investigación es el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS), (Godino, Batanero & Font, 2009).

Las principales herramientas teóricas que utilizamos son: las nociones de práctica y objeto matemático, la tipología de objetos primarios, las nociones de problemas, prácticas, objetos didácticos; configuración y trayectoria epistémica; y configuración y trayectoria docente. Además, empleamos algunas herramientas de los tres primeros niveles de análisis didáctico:

Nivel uno. Análisis de los tipos de problemas y sistemas de prácticas.

Nivel dos. Elaboración de las configuraciones de objetos y procesos matemáticos.

Nivel tres. Análisis de las trayectorias e interacciones didácticas.

Las prácticas a las que se refiere el primer nivel de análisis ya no son únicamente las prácticas matemáticas, sino que incluyen también a las prácticas didácticas, que son el tema de estudio en nuestra investigación. En las herramientas de análisis didáctico que propone el Enfoque Ontosemiótico, se consideran las nociones de problema, práctica, proceso y objeto ya no sólo matemáticos, sino que se habla también de problemas, prácticas, procesos y objetos didácticos.

A continuación exponemos, de manera resumida, en qué consisten cada una de las herramientas teóricas utilizadas.

Al ser el EOS un enfoque ontológico y semiótico, asigna un papel central a los tipos de objetos matemáticos y su naturaleza, al lenguaje y a los procesos de comunicación e interpretación. Así pues, un objeto matemático es todo lo que es indicado, señalado o nombrado cuando se construye, comunica o aprende matemáticas. Otro elemento básico de las construcciones teóricas del EOS es la noción de práctica, pues es de los sistemas de prácticas de donde emergen los objetos matemáticos.

La práctica matemática se refiere a “toda actuación o manifestación (lingüística o no) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución obtenida, validarla o generalizarla a otros contextos y problemas”. (Godino, Batanero y Font, 2009, p.4).

Para la realización de una práctica matemática (en torno a la resolución de una determinada situación-problema) y para la interpretación de sus resultados como satisfactorios, se necesita poner en funcionamiento determinados conocimientos. Dentro de estos conocimientos, se observa el uso de lenguajes, verbales y simbólicos. Estos lenguajes son la parte ostensiva (perceptible por alguno de los sentidos) de una serie de conceptos, proposiciones y procedimientos que intervienen en la elaboración de argumentos para decidir si las acciones

simples que componen la práctica, y ella, en tanto que acción compuesta, son satisfactorias. Entonces, cuando un agente realiza y evalúa una práctica matemática, activa un conglomerado formado por los seis tipos de objetos anteriores: situaciones–problemas, lenguajes, conceptos, proposiciones, procedimientos y argumentos, los cuales componen la tipología de objetos matemáticos primarios propuesta por el Enfoque Ontosemiótico:

Los objetos se relacionan entre sí formando configuraciones, definidas como las redes de objetos intervinientes y emergentes de los sistemas de prácticas, y las relaciones que se establecen entre ellos.

Entonces, en el EOS, la actividad matemática ocupa el lugar central y se modeliza en términos de sistema de prácticas operativas (lo que se hace) y discursivas (lo que se dice o declara). De estas prácticas emergen los distintos tipos de objetos matemáticos primarios, que están relacionados entre sí formando configuraciones. La identificación de los objetos primarios y de las redes presentes en las configuraciones, serán herramientas clave para realizar la interpretación de la información generada en la investigación cuyos avances son reportados en este documento.

Las nociones teóricas explicadas hasta aquí, son herramientas básicas del modelo propuesto por el Enfoque Ontosemiótico para explicar las distintas componentes que intervienen en la cognición matemática. Pero este enfoque teórico propone, a su vez, que el modelo para explicar la cognición matemática puede ser aplicado también a los problemas de su didáctica.

Es decir, podemos hablar ya no solo de problemas, objetos, prácticas y procesos matemáticos, sino también de problemas, objetos y prácticas didácticas. Cuando se abordan problemas didácticos, las acciones (prácticas didácticas) que se ponen en juego, y los objetos emergentes de tales sistemas de prácticas (objetos didácticos) serán diferentes respecto del caso de la solución de problemas matemáticos.

Para el análisis de los procesos instruccionales, el EOS introduce las nociones de configuración y trayectoria didáctica. De acuerdo a esta perspectiva teórica, la enseñanza y aprendizaje de un contenido matemático se modeliza como “un proceso estocástico multidimensional compuesto de seis subprocesos (epistémico, docente, discente, mediacional, cognitivo y emocional), con sus respectivas trayectorias y estados potenciales” (Godino et al, 2009, p.12).

Se propone como unidad primaria de análisis didáctico la configuración didáctica, constituida por las interacciones profesor-alumno con relación a un objeto o contenido matemático, usando unos recursos materiales específicos. El proceso de instrucción sobre un contenido matemático se desarrolla en un tiempo dado mediante una secuencia de configuraciones

didácticas. Una configuración didáctica lleva asociada una configuración epistémica, es decir, una tarea, los procedimientos requeridos para su solución, lenguajes, conceptos, proposiciones y argumentaciones, que pueden estar a cargo del profesor, de los estudiantes o distribuidas entre ambos.

Una configuración epistémica tiene asociada, a su vez, una configuración instruccional, constituida por la red de objetos docentes, discentes y mediacionales puestos en juego a propósito del problema o tarea matemática abordada. Las distintas configuraciones didácticas, epistémicas e instruccionales que se presentan a lo largo de un proceso de instrucción, conforman, respectivamente, las trayectorias didáctica, epistémica e instruccional.

### Metodología y contexto de investigación

La metodología de investigación que empleamos es de carácter cualitativo. Se trata de un estudio descriptivo interpretativo de las prácticas docentes. Para alcanzar el objetivo general, asumimos que debemos responder las dos preguntas de investigación siguientes:

- 1) ¿Cómo interpretan los profesores de matemáticas de secundaria el enfoque y la metodología promovidos por el Diplomado? Con lo cual pretendemos identificar lo que aparece al respecto en el discurso de los profesores; es decir, nos estamos enfocando en el nivel declarativo. Por tal razón utilizamos como instrumento de generación de información una entrevista semiestructurada, la cual fue diseñada buscando obtener información respecto de tres aspectos: el nivel de conocimiento que tienen los profesores sobre los planes y programas de estudio; los planteamientos presentes en los planes o programas oficiales que los docentes reconocen y que son promovidos en el Diplomado; así como sus concepciones personales sobre lo que es la matemática, su enseñanza y aprendizaje.
- 2) ¿Cómo llevan al aula los profesores de matemáticas de secundaria el enfoque y la metodología promovidos por el Diplomado mencionado? Pregunta que aborda, por su parte, las acciones concretas que lleva a cabo el profesor en su salón de clase.

En este caso, utilizando las construcciones teóricas seleccionadas, consideramos pertinente plantearnos las siguientes acciones para responder la segunda pregunta:

- a) Identificar los *objetos matemáticos primarios* (situaciones problema, lenguaje, conceptos, procedimientos, proposiciones y argumentaciones) que promueve el profesor en su práctica docente.
- b) Explicar las redes de objetos intervinientes y emergentes de los sistemas de prácticas de los profesores, y las relaciones que se establecen entre ellos. Es decir, construir las

configuraciones y trayectorias epistémicas que aparecen en el trabajo de aula de los profesores.

- c) Describir las acciones sucesivas que va realizando el profesor en el aula a lo largo de las sucesivas sesiones de clase, y cómo se van relacionado entre sí, las cuales se conocen en el EOS como *configuraciones* y *trayectorias docentes*.

Para la selección de los sujetos de estudio con los que trabajamos, se tomó en cuenta que los docentes seleccionados hubiesen asistido a todas las sesiones de trabajo con una participación constante y que hubiesen realizado todas las actividades propuestas.

Bajo estos criterios, seleccionamos a dos profesores de segundo año de una escuela secundaria pública de Hermosillo, Sonora, México. Se observaron 21 sesiones de 45 minutos, en las cuales se abordaron contenidos del apartado “*Proporcionalidad y funciones*” del programa de matemáticas vigente para la escuela secundaria (SEP, 2011).

### Resultados preliminares

Hasta el momento tenemos resultados parciales producto de la organización y análisis preliminar de la información. Mostraremos dichos avances en dos rubros, atendiendo a cada una de las preguntas de investigación:

- I. Concepciones personales sobre la enseñanza y aprendizaje, conocimiento de la propuesta curricular e interpretación del enfoque y metodología del Diplomado que presentan los profesores a nivel de discurso.- Presentamos una síntesis de algunos de los elementos importantes que aparecen en el discurso de los sujetos de estudio:
  - a) Consideran que los problemas de matemáticas son situaciones contextualizadas fuera de la matemática, no se consideran los contextos intra-matemáticos.
  - b) Rescatan como elemento importante del Diplomado el promover el trabajo colaborativo, entendiendo éste no sólo como el promover que los alumnos trabajen en equipo las situaciones- problema que se les plantean en el aula, sino también como el compartir entre el colegiado de profesores de su comunidad, las opiniones, dudas y sugerencias que existan respecto a su quehacer docente.
  - c) Exponen su dificultad para trabajar con los alumnos diferentes métodos de resolución de alguna clase de situaciones-problema.
- II. Las prácticas docentes observadas en el aula.- Para cada uno de los profesores observados elaboramos las trayectorias epistémicas y docentes desarrolladas a lo largo del periodo de observación. Con las primeras tenemos una visión organizada de los

objetos matemáticos primarios presentes y los que se espera emergerán a partir de la actividad de los estudiantes conducidos por el profesor. Con las segundas, tendremos la visión de cada una de las acciones docentes planeadas y emergentes vividas en el devenir de la clase.

Ejemplificamos con una sección de una trayectoria epistémica y con una sección de una trayectoria docente de uno de los profesores estudiados, al cual llamaremos profesor A, cómo es que organizamos y analizamos la información.

| <b>Trayectoria epistémica I</b>   |                     |  |                                      |
|---|---------------------|--|--------------------------------------|
| <b>Configuración epistémica I (sesión de clase I)</b>   |                     |  |                                      |
| El profesor, después de unos minutos de iniciada la clase, entrega a los estudiantes, los cuales están organizados en equipos, una hoja con una actividad didáctica. La que sigue es una de las secciones de ella.                          |                     | Objetos matemáticos primarios presentes y emergentes.  |                                      |
| La siguiente tabla muestra algunas conversiones que se hicieron en una casa de cambio de diferentes países con respecto al peso:  |                     | Situación problema:<br>A partir de información presentada en una tabla, responder dos cuestionamientos.<br>Lenguajes: verbal y tabular.<br>Procedimientos: división para conseguir el valor unitario y multiplicación posterior, redondeo de cifras con decimales. |                                      |
| País  | Nombre de la moneda | Cantidad en la moneda correspondiente  | Cantidad recibida en pesos mexicanos |
| Estados Unidos  | Dólar americano     | 10   | 129.40                               |
| España  | Euro                | 100  | 1705.73                              |
| Costa Rica  | Colones             | 200  | 5.12                                 |
| Brasil  | Reales              | 120  | 890                                  |
| Japón   | Yen                 | 150  | 25.30                                |
| María fue de viaje a Estados Unidos y de ahí viajó a Brasil, a su regreso cambió las monedas que le sobraron, 13 dólares americanos y 39 reales brasileños, ¿Cuántos pesos mexicanos recibió por los dólares americanos? ¿Y por los reales? |                     |  |                                      |

Tabla 1. Configuración epistémica I de la Trayectoria epistémica I.

| <b>Trayectoria docente I</b>  |               |
|---|---------------|
| <b>Configuración docente I (sesión de clase I)</b>  |               |
| <b>Descripción de las acciones del docente</b>  | <b>Estado</b> |
| Escribe en el pizarrón el tema “Relación proporcional”. Pide que se formen equipos y reparte a cada uno dos hojas de trabajo con situaciones-problema a resolver. No da ninguna introducción al contexto en el que se insertan las situaciones-problema.  | Asignación    |
| Deja a los equipos trabajar de manera libre en las situaciones-problema. Da vueltas por algunos equipos para ver la manera en que están abordando los problemas y para resolver dudas. No se acerca a todos los equipos, acude principalmente a los que lo llaman para hacerle alguna pregunta. | Asignación    |

|  |                               |
|--|-------------------------------|
| Se percata de las confusiones de algunos alumnos, principalmente en relación a los objetos “cantidades directamente proporcionales” y “constante de proporcionalidad”. Aclara a todo el grupo que más adelante, en la puesta en común, posiblemente se resolverán sus dudas. | Asignación                    |
| Después de aproximadamente 30 minutos de iniciado el trabajo por equipos, el profesor lo interrumpe y solicita la atención del grupo para hacer una breve puesta en común que atienda las dudas generales que se han presentado.   | Asignación                    |
| Indaga si hubo dificultades para contestar las preguntas de la configuración epistémica I, motivando la participación de los alumnos.  | Evaluación                    |
| Ante el conflicto expresado por un alumno con relación al contexto extra matemático en el que se inserta la situación-problema I, la discusión toma otra dirección y el docente acaba promoviendo el uso de la calculadora.  | Asignación                    |
| Retoma la línea inicial de conducción de la puesta en común, preguntando a los alumnos qué estrategia siguieron para resolver las consignas de la configuración epistémica I, y qué dificultades tuvieron.   | Asignación                    |
| Valida la intervención de un alumno que describe el procedimiento llevado a cabo por su equipo y promueve la participación del resto del grupo al respecto de lo que enunció el compañero.   | Regulación<br>,<br>Motivación |
| Promueve la contrastación de estrategias y procedimientos realizados por los diferentes equipos, lo cual le permite identificar conflictos semióticos.   | Asignación,<br>Regulación     |

Tabla 2. Configuración docente I, asociada a la configuración epistémica I

A partir de lo mostrado, podríamos concluir, en el caso del profesor A que, en cuanto al nivel epistémico:

- Pone en escena una configuración epistémica que si bien parte de una situación problema en un contexto extra matemático, poco tienen éste que ver con la cotidianidad de los alumnos. Además se desaprovecha la oportunidad de conectar el contexto con otras áreas del conocimiento.
- Con la situación-problema propuesta, se promueve el uso de un procedimiento para encontrar la constante de proporcionalidad.
- Promueve el uso de diferentes lenguajes a lo largo de la configuración (hay lenguaje numérico y verbal), pero no hay un esfuerzo de promover las conversiones entre ellos.

Con relación a los aspectos docentes, afirmamos que el profesor A:

- Trata de que los alumnos lleguen por sí mismos a la solución de los problemas que les plantea. Ante las frecuentes preguntas que hacen los alumnos en las que piden su validación, no da una respuesta categórica, pero en cambio los anima a que expresen su opinión.



- b) No proporciona introducciones al contexto en el que se trabaja la situación problema, lo cual provoca la aparición de dificultades debido a la presencia de términos desconocidos o poco familiares para los estudiantes.
- c) Reorienta la actividad al percatarse de las dificultades generales que están surgiendo durante el trabajo en equipos. Originalmente la sesión estaba planeada para destinarse enteramente a la actividad por equipos, pero el profesor recondujo su estrategia con base en las necesidades del grupo.
- d) A través del recurso de hacer preguntas, promueve la participación de los alumnos y la contrastación de estrategias y procedimientos de resolución llevados a cabo por los diferentes equipos.
- e) Identifica dificultades que presentan los alumnos, los anima a expresarlas ante el grupo y promueve que en una discusión grupal se expresen argumentos que permitan validar o invalidar los procedimientos propuestos.

### Consideraciones finales

Como pudo observarse en el apartado anterior, los resultados presentados son parciales e intentan ejemplificar la relación existente entre preguntas de investigación, herramientas teóricas usadas, metodología y análisis. La investigación se encuentra en la etapa final, en la cual estamos estructurando las conclusiones a partir de la integración de los análisis parciales de la información de los dos sujetos de estudio.

### Referencias bibliográficas

- Ávila, A. (2001). *La experiencia matemática en la educación primaria. Estudio sobre los procesos de transmisión y apropiación del saber matemático escolar*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2009). Un Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática. Versión ampliada y revisada al 8/Marzo/2009 del artículo Godino, J. D. Batanero, C. y Font, V. (2007). The ontosemiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- Godino, J. D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2006). Análisis ontosemiótico de una lección sobre la suma y la resta. *Revista Latinoamericana de investigación en Matemática Educativa*, 9 (4), 131-155.

Ibarra, S., Villalba, M., Armenta, M., Del Castillo, A., Grijalva, A., Soto, J., Urrea, M. y Ávila, R. (2011). *Diplomado Prácticas Docentes en las Matemáticas de Secundaria. Guía del Instructor*. Universidad de Sonora. México.

Mena, R. (2005). *Un estudio sobre la enseñanza del álgebra*. Tesis de Maestría no publicada, Universidad de Sonora. México.

SEP (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Secundaria. Matemáticas*. México: SEP.