

LA DECONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO: UN MEDIO PARA EL ANÁLISIS DEL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESOR

Luis M. Cabrera Chim, Ricardo A. Cantoral Uriza
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
lmcabrera@cinvestav.mx; rcantor@cinvestav.mx

México

Resumen. El desarrollo profesional del profesor de matemáticas es un proceso complejo en el cual intervienen diferentes factores. Uno de estos factores es su relación con la Matemática y la Matemática Educativa, la cual dota de significado su práctica docente. Por tanto, caracterizar la relación que poseen los profesores en servicio nos permitirá crear espacios de desarrollo profesional más acordes a sus necesidades. Para realizar esto, resaltamos la necesidad de reconocer los conocimientos que intervienen en el desarrollo de sus tareas profesionales, en particular en el diseño de situaciones de aprendizaje. Cuando los profesores se enfrentan a esta tarea deben integrar diferentes fuentes de su conocimiento profesional (matemático, didáctico, contextual de su salón de clases, curricular, entre otros). A esta integración la denominaremos deconstrucción del conocimiento matemático.

Palabras clave: deconstrucción, desarrollo profesional, profesor

Abstract. The professional development of mathematics teacher is a complex process in which different factors are involved. One of these factors is his relationship with Mathematics and Mathematics Education, which gives meaning his practice teaching. Therefore, characterizing this relationship we will allow us to create opportunities for professional development more suited to teachers' needs. To do this, highlight the need to recognize the knowledges involved in the development of their professional tasks, particularly in the design of learning situations. When teachers face this task, they have to integrate different sources of professional knowledge (mathematical, didactic, context of classroom, curriculum, among others). We call deconstruction of mathematical knowledge to this integration.

Key words: deconstruction, professional development, teacher

Introducción

Las investigaciones en Matemática Educativa (Didáctica de las Matemáticas, Mathematics Education...según la región donde se desarrolle), poco a poco han arrojado un cúmulo de resultados que nos permiten comprender los fenómenos que suceden cuando se procura el aprendizaje de los saberes matemáticos por parte de los estudiantes. Sin embargo, el impacto de estos resultados en el aula no es directo. Se requiere que el profesor los haga parte de sus conocimientos profesionales. Esto exige una reelaboración de dichos resultados a la luz de su práctica docente, pues dicho conocimiento está normado por la forma como el profesor la concibe, los aspectos que privilegia y su capacidad para trastocarla. Dicha práctica se encuentra vinculada a diversos factores: su experiencia como estudiante y sus concepciones sobre la matemática y su enseñanza (Grossman, Wilson & Shulman 2005); la formación profesional y experiencia de trabajo en el aula (Azcárrate, 1998, citado en Parra, 2004) las condiciones institucionales en las que se desarrollan (Krainer & Llinares, 2010); el discurso Matemático Escolar (Soto, 2010), entre otras.

Existen diversos trabajos que buscan caracterizar los conocimientos que los profesores de matemáticas deben poseer para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes (Shulman, 2006, Ball, Thames & Phelps, 2008; Davis & Simmt, 2006; Godino, 2009; Schoenfeld & Kilpatrick, 2008). En todos ellos se parte de una premisa fundamental: existen diferencias fundamentales entre el conocimiento de la disciplina *per se*, y el conocimiento de la disciplina necesario para la enseñanza. Si bien, no se pone en duda la necesidad de un profundo y amplio conocimiento de la matemática. Se requiere que las ideas y conceptos matemáticos no se vean sólo como objetos matemáticos sino como objetos a enseñar. No obstante, ninguno de los trabajos problematiza el saber matemático, ni proponen nuevas visiones sobre la construcción de los conocimientos matemáticos.

La comprensión del profesor sobre los diferentes tópicos de la matemática y sobre las relaciones que existen entre estos, influye en gran medida en la forma como se introducen al salón de clases. Así, el diseño de actividades, ejemplos y ejercicios que desarrollan para favorecer el aprendizaje de los estudiantes depende en gran medida de dicha comprensión (Thompson, Carlson & Silverman, 2007).

Bajo el panorama anterior, toman relevancia las críticas realizadas desde la Teoría Socioepistemológica al actual discurso Matemático Escolar (dME). Soto (2010) realiza un estudio cuyo objetivo se centró en analizar cómo el dominio del dME sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que se desarrollan en la escuela, constituye una fuente de problemáticas para favorecer la construcción del conocimiento matemático, dando por resultado la exclusión de las personas de dicha construcción. Así, es de vital importancia que el profesor pueda trastocar el dME para que pueda transformar su práctica y favorecer procesos de construcción social del conocimiento en sus aula

Marco de referencia

El dME hace referencia a las bases y perspectivas establecidas para la conformación y la comunicación de consensos, respecto a lo que es la matemática y la forma como se construyen los conocimientos matemáticos en el modelo didáctico contemporáneo. Al imponerse ciertas argumentaciones, significados y procedimientos de los objetos matemáticos, como mecanismos de difusión de estos, se impide a los actores del sistema educativo la posibilidad de construirlos con base a sus realidades y sus necesidades. Así, se impone una forma de construcción de conocimientos que les es ajena a las personas y que a su vez produce “significados” que también le son ajenos. Por tanto, ellas se ven limitadas a una reproducción o uso parcial de las potencialidades de los conocimientos. Esto ante la dificultad

para reconocer otros significados. Esto provoca que al final las personas se vean limitadas a conocer y no a construir los conocimientos matemáticos (Soto, 2010).

El dME es un constructo teórico que forma parte de un programa de investigación inserto en la Teoría Socioepistemológica, la cual se interesa por analizar y comprender cómo los saberes matemáticos son construidos socialmente. Esta teoría tiene como objeto de estudio a los fenómenos relacionados con la construcción, la adquisición y la difusión del saber matemático, para ello le interesa caracterizar el papel que tienen las prácticas sociales en estos procesos. Así, interesa comprender el papel que desempeñan los escenarios históricos, sociales, culturales e institucionales en la construcción del conocimiento matemático, el cual se postula como social, histórico y culturalmente situado (Cantoral, Farfán, Lezama y Martínez, 2006). Por tanto, hablamos de una construcción social del conocimiento matemático, pues sin estos contextos no es posible comprender su surgimiento y significado. Así, esta mirada nos lleva a pensar en caminos alternativos para favorecer la construcción, difusión y adquisición de los conocimientos matemáticos, tomando en cuenta los aspectos sociales y su influencia en dichos procesos. De este modo, la problematización del conocimiento nos permite realizar una “reconstrucción” o “reinterpretación” de estos a la luz de las prácticas sociales. La problematización busca desentrañar y comprender los usos que las personas otorgan a los objetos matemáticos, la forma como los usan bajo determinadas prácticas, la razón de usarlos de ese modo, etc., de manera que podamos reconocer los significados que ellas otorgan o pueden otorgar a dichos objetos. Es importante aclarar que cuando hablamos del uso, debe entenderse en un sentido amplio. No refiere únicamente al uso cotidiano, sino también a aquello que está impregnado implícitamente en la cultura y las relaciones sociales, y que favorece su significación.

Un medio para romper con el dME y favorecer que el profesor desarrolle nuevos discursos, es hacer que él viva la experiencia de aprender a través de nuevas perspectivas de construcción de conocimiento. Para esto, el enfrentarlo a Situaciones de Aprendizaje desarrolladas bajo esas perspectivas se presenta como relevante. En este proceso más que el desarrollo de nuevos conocimientos matemáticos *per se*, se busca que el profesor resignifique la matemática escolar (Montiel, 2010) y que transforme estos aprendizajes en conocimientos pertinentes para el desarrollo de su actividad profesional. La reflexión sobre los fundamentos que guían las situaciones experimentadas es un punto clave para lograr esto, pero también lo es llevar estas ideas a su contexto escolar. Los conocimientos y significados producto de este proceso serán los del que profesor se apropie (Montiel, 2010) y en los que fundamenten transformaciones en su práctica. Así, este proceso exigirá una confrontación entre las creencias, los conocimientos y las exigencias institucionales que vive el profesor.

Esta confrontación que el profesor vive día a día y que son reforzados por las experiencias de desarrollo profesional que el profesor cursa, favorece en el profesor una mezcla de conocimientos: los que ha ido desarrollando durante la experiencia de desarrollo profesional, las restricciones impuestas por su contexto de trabajo y su formación previa. Esta acción la denominaremos deconstrucción del conocimiento matemático, y es propia del profesor y difiere de uno a otro.

Marco metodológico

Para promover el desarrollo profesional del profesor, partiremos de ubicarlo en un papel de alumno que enfrenta situaciones de aprendizaje (Montiel, 2010). Con esto buscamos que resignifique sus aprendizajes matemáticos a la vez que experimenten en su propio nivel lo que su estudiante podría experimentar y con ello volverlo más sensible hacia él (Watson & Mason, 2007). También se busca que se vuelva más sensible hacia los resultados de investigación que fundamentan las situaciones de aprendizaje que él enfrentará.

Estas acciones consideramos son relevantes dentro nuestra propuesta, pues lo que los estudiantes aprenden está fuertemente definido por las tareas que ellos desarrollan. Además existe una fuerte relación entre el tipo de espacios de aprendizaje que se producen en el salón de clases y la toma de conciencia del profesor de él mismo como estudiante, así como el reconocimiento de diferencias en la forma como los estudiantes aprenden matemáticas (Watson & Mason, 2007).

Para observar como los profesores realizan la deconstrucción del conocimiento matemático, se desarrollo el Diplomado denominado “Desarrollo de Estrategias de Aprendizaje para las Matemáticas de Bachillerato. La transversalidad curricular de las Matemáticas”. En el cual participaron alrededor de 250 profesores de bachillerato de diversos subsistemas: general, tecnológico y bivalente.

El Diplomado se desarrolló en dos fases: construcción de conocimientos matemáticos y diseño de una situación de aprendizaje (ver figura 1).

Para el análisis de las situaciones de aprendizaje diseñados por los profesores, empleamos el reporte de aplicación de la situación que elaboraron. En este documento se describe el objetivo de la situación, se presenta la situación de aprendizaje, se relata lo sucedido durante su aplicación y una reflexión sobre lo sucedido.

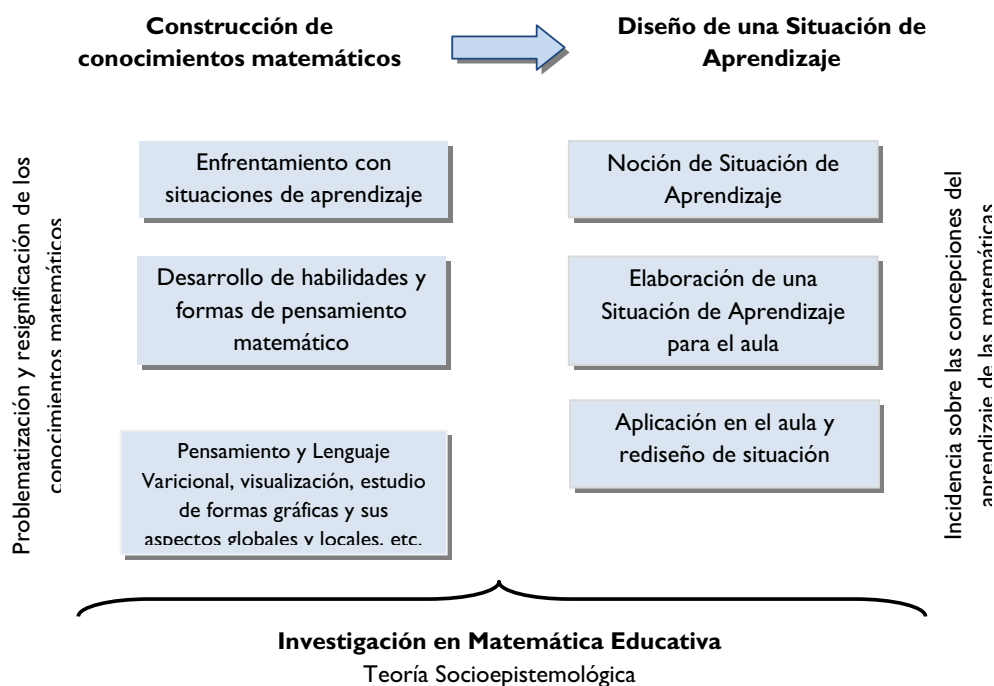


Figura 1: Etapas seguidas en el desarrollo del diplomado

Discusión de los datos

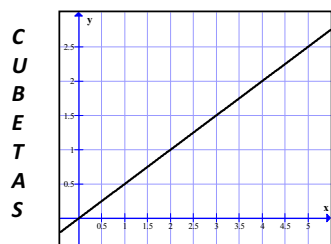
A continuación presentamos el análisis de una situación de aprendizaje diseñada por un profesor participante en el Diplomado (ver figura 2). Este profesor tuvo un papel destacado durante el Diplomado y su diseño sirvió de base para generar situaciones de aprendizaje para trabajar con otros profesores. Nos interesó analizar los conocimientos puestos en juego, más que lo adecuado o no de la situación. Ésta tenía el objetivo de desarrollar la habilidad para “analizar las gráficas” y argumentar sobre las relaciones entre las variables que intervienen.

El profesor parte de considerar una distinción entre una situación de enseñanza y una situación de aprendizaje, señala que un “adecuado” proceso de enseñanza no genera necesariamente aprendizajes. De este modo, más que recurrir al desarrollo de novedosas formas de presentar un tema, deben generarse situaciones que lleven a los estudiantes a desarrollar procesos cognitivos significativos, a reflexionar y pensar activamente para que generen sus propios aprendizajes. El papel del profesor se limita a resolver dudas relacionadas con la comprensión de lo establecido dentro la situación, más que explicar lo que se tiene que hacer. Así mismo, considera importante favorecer que los equipos de trabajo expongan las acciones que realizaron y los resultados a los que llegan, esto con el fin de establecer conclusiones generales.

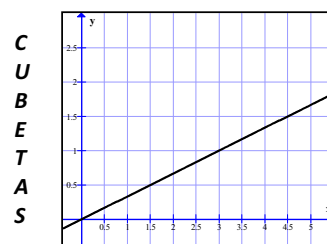
JUAN Y LAS CUBETAS

A Juan lo pusieron a llenar 12 cubetas con agua... tenía la opción de llenarlas con la llave de la toma domiciliaria o la del tinaco... se muestran las graficas que corresponden al llenado de las cubetas.

1. ¿Con cuál de las dos llaves se llenan más lento las cubetas?
2. ¿Cuánto tiempo tardan en llenarse las 12 cubetas con la toma domiciliaria?
3. Si Juan llena una cubeta con ambas llaves de forma simultánea ¿Cuánto tardará?
4. Juan llena las cubetas con ambas llaves sin cerrarlas ¿Cuántas llenará en 210 seg.?
5. Juan cree que es más rápido llenarlas con las dos llaves, ¿Cuánto tardará en llenar las 12?
6. Encuentra la función que corresponde a cada grafica y su relación con tus resultados



MINUTOS
Llave de la toma domicilia



MINUTOS
Llave del tinaco

Figura 2: Situación de aprendizaje propuesta por un participante en el Diplomado

Con respecto al análisis de los conocimientos matemáticos involucrados en la situación (el análisis gráficos y el concepto de función), resulta interesante el planteamiento de poner en correspondencia la información de las dos gráficas presentadas. Esto introduce al estudiante en un conflicto que lo pone en una condición propicia para generar aprendizajes. Esta es una idea discutida en el Diplomado. Con respecto al tema de función, su exploración y desarrollo a partir del análisis gráfico permite genera nuevos significados. Pero, se observa la necesidad de que estos conocimientos sean demostrados a través de la explicitación de una fórmula.

Lo anterior nos muestra una diferencia interesante. Si bien se considera importante que el estudiante desarrolle habilidades para el análisis gráfico, al no existir la presión curricular de abordar este concepto y por tanto un referente al cual llegar, se tiene mayores posibilidades de favorecer diferentes niveles de profundidad en su estudio. Mientras que para el tema de las funciones, al ser este tema exigido dentro el currículo y tener múltiples relaciones con temas posteriores, se espera que se demuestre un dominio formal del mismo. Esto también puede relacionarse con la necesidad de evaluar el aprendizaje de este último tema.

Por otra parte, el profesor asigna gran importancia a la contextualización como un medio en el cual el conocimiento matemático surge. Sin embargo, la contextualización es entendida como una situación que permita hablar de algo concreto o vivible por el estudiante, más que como un medio en donde conocimiento tiene significado por sí mismo para la sociedad en la que se

desarrolla. Esta idea de contextualización es influenciada en gran medida por la reforma educativa que vive el bachillerato mexicano.

Un aspecto interesante que se presentó en diferentes diseños, y no sólo en éste, es que ellos están enfocados en profundizar en diferentes aspectos de un conocimiento ya estudiado con anterioridad, más que en favorecer la construcción de conocimientos matemáticos. Esto nos habla de una posible dificultad de los profesores para reconocer diferentes formas para favorecer la construcción de dichos conocimientos, en este caso las funciones.

Reflexiones finales

El profesor tiene una fuerte necesidad de que los estudiantes se apropien de un procedimiento correcto o una idea o significado formal del conocimiento matemático bajo estudio. Esto como un resultado directo de la situación que aplican en el aula. Parece no considerarse la posibilidad de la generación de ideas o significados diferentes a los exigidos en el currículo, pero que aporten a la construcción de los conocimientos bajo estudio y al desarrollo de habilidades y formas de pensamiento matemático. Esto puede ejercer un efecto negativo sobre las ideas socioepistemológicas respecto a la construcción social del conocimiento matemático: los saberes matemáticos obtienen sus significados a partir de las situaciones en las que se desarrollan.

Consideramos que el hecho de que los profesores ponga énfasis en lograr una “concepción formal” de los conceptos y temas bajo estudio no es una problemática en sí. Pero que esto se pretenda alcanzar a partir de una única situación, bajo una ruta o camino dominado por las perspectivas de la matemática formal, y ello sea el elemento para valorar la pertinencia y éxito de la misma, si lo es. Esto puede ser la causa de la prevalencia de un único o limitado número de significados de los conocimientos matemáticos que se favorecen en el aula de clases. También pareciera que el lograr que los estudiantes se apropien de un conocimiento es responsabilidad del profesor y ésta no puede ser dejada a ellos. Mientras que una vez logrado lo anterior, el ser capaz de hacer uso del conocimiento en diversas situaciones es una responsabilidad que puede quedar en manos de los estudiantes.

De este modo, es a partir de profundizar en la comprensión de los conocimientos y fundamentos que los profesores emplean para el diseño de situaciones que serán llevadas a su aula, que podemos identificar los elementos provenientes de programas de desarrollo profesional de los que se apropian los profesores, así como aquellos sobre los que resulta complejo incidir. Por otra parte, nos permite afirmar que los elementos que se retomarán estarán condicionados en gran medida a la correspondencia de estos con sus creencias y conocimientos y las exigencias institucionales que tienen. Por lo cual incidir sobre sus procesos

de aprendizaje es un importante punto de partida para los programas de formación profesional. Sin embargo, no es suficiente.

Referencias bibliográficas

- Ball, D., Thames, M. & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes it Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. doi: 10.1177/0022487108324554.
- Cantoral, R., Farfán, R., Lezama, J. y Martínez, G. (2006). Socioepistemología y representación: Algunos Ejemplos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 9(4), 83-102.
- Davis, B. & Simmt, E. (2006). Mathematics-for-teaching: An ongoing investigation of the mathematics that teacher (need to) know. *Educational Studies in Mathematics*, 61(3), 293-319. doi: 10.1007/s10649-006-2372-4.
- Godino, J. (2009). Categorías de Análisis de los conocimientos del Profesor de Matemáticas. Unión. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31. Recuperado de <http://www.fisem.org/web/union/>
- Grossman, P., Wilson, S. & Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la material para la enseñanza (P. Rodríguez, trad.). *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 9(2), 1-24. (Reimpreso de Knowledge Base for the Beginning Teacher, pp. 23-36, by M. Reynolds, Ed., 1989, Oxford: Pergamon Press).
- Krainer, k. & Llinares, S (2010). Mathematics Teacher Education. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education*, 7 (pp. 702-705). Oxford: Elsevier.
- Montiel, G. (2010). Hacia el rediseño del discurso: Formación docente en línea centrada en la resignificación de la matemática escolar. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(4), 69-84.
- Parra, H. (2004). El contenido matemático escolar en situaciones de aprendizaje en la formación inicial de profesores. En M. Díaz (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 17, 280-283. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Shulman, L. (2006). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma (A. Ide & A. Bolívar, trads.). *Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado*, 9(2). Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/> (Reimpreso de Harvard Educational Review, 57(1), 1-22, 1986).

- Schoenfeld, A. & Kilpatrick, J. (2008). Towards a theory of proficiency in teaching mathematics. En D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (pp. 321-354). Rotterdam: Sense Publishers.
- Soto, D. (2010). *El Discurso Matemático Escolar y la Exclusión. Una Visión Socioepistemológica*. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Thompson, P., Carlson, M. & Silverman, J. (2007). The design of task in support of teachers' development of coherent mathematical meanings. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10 (4-6), 415-432. doi: 10.1007/s10857-007-9054-8.
- Watson, A. & Mason, J. (2007). Taken-as-shared: a review of common assumptions about mathematical tasks in teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10 (4-6), 205-215. doi: 10.1007/s10857-007-9059-3.