



Tecnologías didácticas de los de profesores en formación

Luis Manuel **Aguayo** Rendón
Universidad Pedagógica Nacional Unidad 321, Zacatecas
México

lecomeag@hotmail.com

Jesús Manuel Mendoza **Maldonado**
Escuela Normal "Gral. Matías Ramos", Zacatecas
México

jmendo@terra.com.mx

Resumen

En 1997 se incluye la didáctica de las matemáticas en la formación de los profesores de educación primaria en México. Diez y siete años después de dicha inclusión parece pertinente preguntarse sobre ¿cuál ha sido la influencia de esta disciplina en la formación de profesores? Utilizando los conceptos de tarea, técnica y tecnología propios de la teoría antropológica de lo didáctico de Y. Chevallard, el objetivo del presente trabajo fue analizar la manera en la que los aportes de la didáctica de las matemáticas se han hecho presentes en los documentos que los estudiantes de tres escuelas normales del estado de Zacatecas en México, presentan como requisito para obtener su título como profesores. En los resultados se destaca que a pesar de las diferencias, existe un proceso avanzado de institucionalización de técnicas y tecnologías surgidas del campo de la didáctica de las matemáticas.

Palabras clave: didáctica de las matemáticas, formación, tecnologías didácticas

Planteamiento

Actualmente la Didáctica de las Matemáticas es un referente indispensable en la formación de profesores de matemáticas, sin embargo no puede decirse lo mismo cuando en el caso de la formación de profesores de educación primaria se trata. En México, los planes de estudio con los que se han formado los profesores que enseñan diferentes asignaturas a niños de 6 a 12 años, se han distinguido por su constante cambio, Arrieta (1996) señala la existencia de trece planes de estudio diferentes desde 1887 a 1996. Una constante de esos programas fue la formación general basada en los aportes de la pedagogía.

Esta situación cambió relativamente con los planes de formación que comenzaron a desarrollarse con la reforma a las escuelas normales de 1997, en ellos por primera vez se incluyó la Didáctica de las matemáticas como un discurso teórico que podría ayudar a la formación de dichos profesores. En los planes de estudio de dicha reforma se justificaba la inclusión de esta disciplina al mencionar que “La didáctica de las matemáticas estudia los fenómenos relativos a la enseñanza [...] y propone recursos para ayudar a los profesores y a los alumnos a superarlos y, especialmente, para hacer del saber que se enseña algo vivo y funcional” (Secretaría de Educación Pública [SEP], 1999, p. 9). Dicha inclusión significó el reconocimiento de la existencia de un saber específico relacionado con la actividad de enseñar matemáticas. Esta especificidad también es acotada en los programas cuando se señala que “... el estudio de los problemas relacionados con su aprendizaje y con su enseñanza debe considerar las características específicas. No se puede enseñar o aprender de igual manera historia, matemáticas o educación artística” (SEP, 1999, p. 9). En congruencia con estos postulados, en el mapa curricular de dicha reforma se incluyeron dos asignaturas dedicadas al estudio de la matemática y su enseñanza.

A diez y siete años de su inclusión y en el contexto una reforma más para las escuelas normales¹, parece pertinente preguntar sobre los saldos que la Didáctica de las Matemáticas ha dejado en la formación de profesores para la educación primaria. Específicamente, la pregunta que orienta el presente estudio es, ¿qué elementos de la didáctica de las matemáticas incorporan los futuros profesores en los documentos que presentan para obtener el grado de licenciatura?

Antecedentes

La relación entre didáctica de las matemáticas y formación de profesores puede caracterizarse a partir de la división que hace Gascón (2013) de los dos grandes programas de investigación en didáctica de las matemáticas: el programa cognitivo y el programa epistemológico.

En opinión de J. Gascón, el programa cognitivo supone una primera ruptura con la pedagogía y aparece con el trabajo de Bauersfeld y Skowronek (1976) donde se planteaba la necesidad de construir una teoría del aprendizaje específicamente matemático. En el ámbito de la formación de profesores surge una propuesta similar que intentaba ampliar lo pedagógico-cognitivo mediante la inclusión de componentes “disciplinarios” (matemáticos, de lenguaje, etc.). Postulada por Shulman (1986, 1987) esta propuesta comenzó a dominar el panorama de la formación de profesores mediante el concepto de conocimiento pedagógico del contenido, que posteriormente evolucionó a la noción de “conocimiento didáctico del contenido”. En esta línea de investigación, también conocida como del “pensamiento del profesor”, se hace énfasis en las concepciones de los profesores y los conocimientos que despliegan en su práctica o que deben ser incluidos en su formación. Entre los trabajos más sobresalientes, en ella, se encuentran los de Thames, M.H. & Ball, D. L. (2010), Carrillo, J. (2000), Muñoz-Catalán, M. C. & Carrillo, J. (2012), Muñoz-Catalán, M. C., Climent, N., Carrillo, J. & Contreras, L.C. (2010) y Ribeiro, C. M., Monteiro, R. & Carrillo, J. (2010), entre otros.

Por su parte, el programa epistemológico es inaugurado por la teoría de las Situaciones Didácticas, de Guy Brousseau, que pone de manifiesto la imposibilidad de interpretar la actividad matemática escolar sin tener en cuenta los fenómenos relacionados con la

¹ En la llamada Reforma 2012 para las escuelas normales, la didáctica de las matemáticas sigue presente, en la malla curricular se incluyen cuatro asignaturas relacionadas con la Didáctica de las Matemáticas.

reconstrucción escolar de las matemáticas desde su institución productora. En esta perspectiva se coloca como objeto central de investigación a la actividad matemática institucionalizada y su relación con el modelo epistemológico matemático, con ello se postula la inseparabilidad entre lo matemático y lo didáctico o, en otras palabras, se pone el acento en la codeterminación didáctico-matemática. La centralidad de la actividad matemática también tiene influencia en la formación del profesorado, los trabajos más influyentes desde esta perspectiva son los de Houdement, C. (1995, 2000), Houdement, C. & Kuzniak, A. (1996), Huraux-Masselot, P. (2000), Portugais, J. (1995), y desde la teoría antropológica de lo didáctico (TAD) el estudio de las praxeologías de formación ha sido abordado por Gascón, J. & Sierra, T. (2002), Ruiz-Higueras, L. & García, F. J. (2011) y Sierra, T. (2006).

En México, la influencia de estos dos programas de investigación no ha sido menor, como lo señala Ávila, Block, Camarena, Carvajal, Eudave et al. (2013), en la primera década de este siglo se mantuvo el interés por los estudios acerca del conocimiento que los profesores tienen sobre las matemáticas y su enseñanza, los cuales se agruparon en dos categorías: los conocimientos, concepciones y opiniones de los profesores y la formación de profesores de matemáticas. En este segundo rubro, la intención principal fue la puesta a prueba de estrategias de formación, aunque, señala, sólo una investigación abordó la formación inicial de profesores de primaria. Otro rasgo destacable es que los referentes teóricos dominantes en los estudios tienen que ver con los postulados de Shulman, L., Thompson, A. G., Ernest, P., Llinares, S., Freudenthal, H., y los aportes de la didáctica francesa (G. Brousseau y Y. Chevallard), en el caso de México también destaca el escaso número de estudios que toma como referente a la teoría antropológica de lo didáctico.

Fundamentación Teórica

A decir de Chevallard (1994) la “clase” ha sido el objeto de estudio privilegiado por la didáctica de las matemáticas y la formación de profesores un objeto olvidado por los didactas, este olvido se debe entre otras razones a que se ha pensado que la relación entre las matemáticas y el estudiante no es lo fundamental en la formación de profesores, sin embargo, afirma este autor que toda institución donde aparece una intención didáctica relativa a lo matemático debe ser un objeto de estudio de la didáctica de las matemáticas porque, cuando surge un sistema didáctico (como en la formación de profesores), sus relaciones deben ser estudiadas para establecer las leyes de su funcionamiento o para crear nuevos y mejores sistemas didácticos.

En este sentido, las escuelas para alumnos y para profesores son instituciones con intenciones didácticas ligadas a lo matemático, son escuelas “normales” porque crean y difunden normas, es decir, modos de pensar y de actuar. En las escuelas para alumnos se difunden normas para la vida (entre ellas normas matemáticas) y en las escuelas para profesores se difunden normas para la enseñanza, entre ellas, normas que guían la enseñanza de las matemáticas. Empero, esas normas no son simplemente saberes o un “saber hacer”, tampoco prácticas desligadas del saber, estas normas son una actividad humana en las que se incluyen prácticas que están íntimamente ligadas con ciertos saberes.

En la perspectiva de Chevallard (2001), estas normas o prácticas, como toda actividad humana pueden modelizarse mediante el concepto de praxeología y afirma que cuando la sociedad debe elegir las praxeologías que deben difundirse en unas y otras escuelas recurre a instituciones especializadas y legitimadas política o científicamente. La didáctica de las

matemáticas es una de las instituciones a las que se recurre cuando se trata de seleccionar praxeologías didácticas relacionadas con una praxeología matemática.

Por otra parte y en correspondencia con el principio fundamental del programa epistemológico, desde la TAD se asume que la didáctica debe estudiar los problemas específicos del campo de las praxeologías matemáticas (OM) y el de las praxeologías didácticas (OD), porque los dos tipos de praxeologías están siempre ligadas por un “isomorfismo” didáctico-matemático, por una determinación recíproca entre las praxeologías matemáticas y las didácticas, desde esta idea se reconoce que una praxeología didáctica no puede elaborarse o difundirse si no se toman en cuenta las restricciones que le impone cierta praxeología matemática. Esta codeterminación didáctico-matemática es representada por Chevallard (2001, p. 3) mediante la siguiente jerarquía de niveles.

Tabla 1

Niveles de codeterminación didáctica (Chevallard, 2001)

Nivel -2	Nivel-1	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Sociedad	Escuelas	Pedagogías	Disciplinas	Áreas	Sectores	Temas	Cuestiones

Para adecuar las praxeologías y hacer posible su transposición, en cada nivel se introducen restricciones particulares. La transmisión de conocimientos sobre una cuestión matemática (un contenido específico) es el último eslabón de un proceso que inicia con la selección que hace la sociedad de ciertas praxeologías que considera valiosas, continúa con aquellas que la escuela considera dignas de transmitir, sigue por la selección de aquellas que las pedagogías consideran enseñables, luego por las disciplinas valiosas socialmente (matemáticas, química, etc.), después por los sectores de la disciplina que es necesario incluir (aritmética, álgebra, etc.), pasa luego por las áreas de cada sector (ecuaciones, funciones, etc.), después por la selección de los temas de cada área (ecuaciones cuadráticas, función lineal, etc.) y finalmente por la selección de cuestiones puntuales (resolver ecuaciones cuadráticas, representar gráficamente una función lineal, etc.). En cada una de estas etapas se imponen restricciones que definen las tareas posibles y necesarias para estudiar la cuestión considerada, estas restricciones van conformando las condiciones necesarias para crear y transponer una praxeología de la cuestión (matemática o didáctica) específica.

Ahora bien, si se considera que una institución es formadora por su intencionalidad didáctica, en la TAD lo didáctico siempre remite al estudio, en palabras de Chevallard (1998), “... *lo didáctico* se identifica con el simple hecho de que *alguien (x) estudie alguna cosa (o)*. En otros términos, lo didáctico es consustancial al estudio. Existe *lo didáctico* porque existe el estudio...” (p.19), por ello puede considerarse a la didáctica como la ciencia del estudio del objeto y, si se añade un estudiante (x), se forma el sistema didáctico $S(x;o)$, en este caso el objeto de estudio tiende a presentarse *a priori* como una “respuesta” previamente elaborada en la institución productora de esos conocimientos (Chevallard, 1998). Luego puede aparecer otro elemento del sistema didáctico, el profesor (y), con la inclusión de este elemento se forma un *sistema didáctico de ayuda*, $S(x; y; o)$ en el que y, en tanto profesor de matemáticas, ayuda al alumno x a estudiar el objeto o. En su función de *director de estudio*, un profesor podrá revelarse “adecuado”, “eficaz” o “disfuncional”, pero no por sus características individuales, sino por la formación objetiva que ha recibido, esto significa que desde la TAD los profesores no son sujetos de estudio como personas, sino como representantes de las prácticas institucionales que desarrollan.

Esta última consideración sobre el profesor es fundamental porque nos permite hablar de una “cognición institucional”, es decir, de un interjuego interinstitucional en la difusión y creación de praxeologías, siguiendo esta idea puede decirse que las preaxeologías creadas en el seno de la didáctica no son creaciones individuales sino que son las instituciones las que las producen y al mismo tiempo ellas mismas están determinadas por sus producciones. En el caso de las escuelas normales, el sistema $S(x, y; o)$ está formado por el profesor en formación (x), el formador (y) y el objeto (o). Así, cuando un alumno de una institución que forma profesores reproduce una praxeología didáctica no está solamente utilizando un fragmento aislado de la producción, sino que está aprendiendo y siendo parte de una cultura específica, Radford (2006) subraya este papel mediador de las instituciones al plantear el papel de los artefactos en la práctica social.

Corresponde ahora centrar la atención en el concepto de praxeología como modelo para toda actividad humana incluyendo desde luego las acciones que las instituciones despliegan para resolver ciertos tipos de tareas problemáticas. Chevallard (1999) representa las praxeologías mediante el sistema $[T / \tau / \theta / \Theta]$, los dos primeros signos aluden al bloque técnico-práctico, al “saber hacer”, a la praxis, T es un cierto tipo de tareas y τ una técnica, un conjunto de procedimientos que permite resolver ese tipo de tareas. Los dos últimos signos del sistema representan al bloque tecnológico-teórico, al “saber”, al logos, en éste, θ es la tecnología de τ , esto es, un discurso que permite elaborar, justificar y hacer comprensible la técnica utilizada. Por su parte, Θ es el discurso teórico que da validez a la tecnología. Empero, señala Chevallard (1999), para que se pueda establecer una nueva técnica en una institución debe existir una tecnología, un discurso mínimo que describa a dicha técnica. En síntesis, para que una escuela formadora de profesores pueda establecer técnicas que resuelvan las tareas problemáticas de la enseñanza de las matemáticas debe haber un discurso mínimo en torno de dichas técnicas, discurso que en términos ideales debe venir de la institución que las produce, de la didáctica de las matemáticas. Sobre el papel que cumple este discurso tecnológico Chevallard (1999) acota:

Observaremos enseguida que una segunda función de la tecnología es la de explicar, de hacer inteligible, de esclarecer la técnica. Si la primera función –justificar la técnica– consiste en asegurar que la técnica produzca bien eso que es pretendido, esta segunda función consiste en explicar por qué está bien así [...], una última función corresponde a un empleo más actual del término tecnología: la producción de técnicas (p. 226-227).

Como puede apreciarse, hay cierta ambigüedad en la naturaleza y las funciones del discurso tecnológico, ambigüedad que se acentúa si se piensa con Chevallard (2007) que “es tecnología eso que, en una institución o para una persona, cumple la función tecnológica [...]”. Del mismo modo, es teoría eso que asume, en cierta institución o para cierta persona, una función teórica” (p. 714). En términos de las praxeologías didácticas de un profesor, el problema no es menor porque se trataría entonces de dilucidar si las instituciones aceptan la existencia de teorías didácticas que validen las técnicas y las tecnologías utilizadas o bien que reconozcan la ausencia de estas teorías y acepten que sólo hay discursos (tecnológicos) que explican y justifican las técnicas utilizadas para resolver las tareas de la enseñanza. Siguiendo la idea de Chevallard (1999), una institución podría aceptar la existencia de la teoría mientras que otra sólo la de la tecnología. En un intento por resolver esta ambigüedad Castela y Romo (2011) amplían el modelo praxeológico aceptando que pueden existir praxeologías sin teoría y esclareciendo las funciones de la tecnología. Para estas autoras, las tecnologías cumplen las siguientes funciones.

Describir la técnica. Describir los actos que componen la técnica es una función de la

tecnología, es un saber que no debe confundirse sólo con el dominio de la técnica porque implica la concepción de un vocabulario adaptado que contribuye al desarrollo de las interacciones entre los usuarios y a los procesos de institucionalización y transmisión de la técnica.

Facilitar la aplicación de la técnica. Los saberes que permiten usar la técnica con eficacia y comodidad, facilitan la realización de mejorías en ella y a evitar errores y torpezas conocidas.

Motivar la técnica. Los saberes que permiten conocer ¿para qué se hace tal gesto? ¿Cuál es el efecto buscado? ¿Qué pasa si no se hace en tal momento?, motivan y justifican la técnica porque desentrañan sus razones de ser y por ello permiten anticipar sus diferentes etapas y su adaptación a los cambios del contexto.

Evaluar la técnica. Son saberes que atañen al campo de eficacia y a los límites de la técnica respecto a las diferentes tareas. Informan acerca de la ergonomía de la técnica para los usuarios.

Validar la técnica. Es la justificación de la técnica, es decir la capacidad para saber que produce efectivamente aquello que dice producir.

Explicar la técnica. Se explica la técnica cuando se comprenden las causas del por qué la técnica hace bien lo que se espera que haga y de las razones del por qué un acto produce un efecto determinado.

Si bien Castela y Romo (2011) plantean estas funciones de la tecnología como herramienta para el análisis de praxeologías matemáticas, en este trabajo se asume que son útiles también para el análisis de las praxeologías didácticas de los profesores.

Metodología

En el desarrollo Plan de Estudios de 1997, durante los dos últimos semestres (de ocho en total) los estudiantes de la escuela normal se responsabilizaban de un grupo de educación primaria durante un ciclo escolar, este trabajo lo desarrollaban bajo la tutoría de un profesor de primaria experimentado y con la asesoría de los formadores de la escuela normal en el seminario: Análisis de la Práctica Docente, en el que los alumnos analizaban y sistematizaban su trabajo como eventuales profesores. Producto de tal análisis elaboraban un documento recepcional para obtener su título como profesores.

Para efectos del presente estudio se recopilaron 47 documentos recepcionales de tres escuelas normales del estado de Zacatecas, México (que denominaremos EN1, EN2 y EN3). Todos los documentos fueron elaborados durante el ciclo escolar 2012-2013 y asesorados por distintos profesores de cada escuela normal. El único criterio para seleccionarlos fue que plantearan el trabajo docente con las matemáticas y, aunque su número en relación a las escuelas fue significativo (11 documentos en una, 6 en otra y 31 en la tercera), se consideró que este rasgo era parte de la institucionalización de normas para la enseñanza que se estudia.

Con el objetivo de hacer un análisis cualitativo y en correspondencia con el enfoque teórico elegido, se lanzaron tres preguntas básicas a cada documento: 1) ¿qué tipos de tareas se plantean en el documento?; 2) ¿qué técnicas se despliegan para intentar resolver las tareas planteadas?, y 3) ¿qué tecnologías utilizan para describir, explicar, motivar, validar y evaluar las técnicas utilizadas?

Resultados y discusión

En un primer acercamiento a los documentos se detectaron diversos discursos tecnológicos enunciados explícitamente en sus marcos teóricos (Tabla 2).

Tabla 2

Discursos tecnológicos en cada escuela normal

Instituciones	Discursos tecnológicos				
	El juego	Resolución de problemas	Teoría de Situaciones didácticas	Teoría de los campos conceptuales	Otros
Escuela Normal 1	9	2	--	--	--
Escuela Normal 2	--	1	3	1	---
Escuela Normal 3	---	7	20	1	3

Como se puede observar, el juego (actividades recreativas, situaciones lúdicas) es el discurso con mayor presencia en la EN1 mientras que la teoría de las situaciones didácticas permea los documentos de las dos otras escuelas. En lo que sigue se presenta el análisis de las tareas, la técnica y las tecnologías de un documento de cada escuela, cada uno de ellos es de alguna manera un documento representativo de las tecnologías que en mayor medida circulan en cada institución.

Una técnica didáctica distante de su tecnología

Para dar cuenta de las tecnologías aceptadas en la EN1 se analizará el documento N° 10, *Las situaciones lúdicas en la comprensión de las fracciones y decimales*. El objetivo que se plantea en este documento es que los alumnos adquieran experiencia sobre los distintos usos de las fracciones y sepan resolver situaciones donde se utilice la equivalencia y el orden entre fracciones mediante actividades lúdicas. Como es de suponerse, para lograr tal objetivo el profesor-estudiante moviliza varias técnicas didácticas según sea la tarea que desea resolver. En el documento se presentan ocho de estas tareas, todas están justificadas por las mismas tecnologías, en lo que sigue analizaremos una de las técnicas didácticas y la tecnología que las justifica.

Con el fin de “que los niños aprendan a utilizar fracciones para expresar cocientes” se plantea la siguiente secuencia.

Se les muestra una hoja de papel y se les pregunta ¿cuántas formas posibles tiene de dividirse? Luego se les da una hoja de papel a cada niño y se les pide la doblen en cuantas partes iguales decidan, después se les pregunta ¿cuántas veces cabe la hoja doblada en una entera? y se les pide que determinen la fracción que es; se analiza cada una de las fracciones declaradas y se ordenan de mayor a menor. Después el maestro organiza el juego de “enanos a gigantes” y al terminar pide a cada alumno que divida un cuadrado de tres formas distintas en 8 partes iguales y que coloreen 1/8 en cada uno de los cuadros. Finalmente, el maestro plantea problemas en donde el divisor se incrementa y el dividendo se mantiene fijo por ejemplo: 1 manzana para 5 estudiantes, 2 manzanas para 5 estudiantes, 3 manzanas para 5 estudiantes.

En tanto que la técnica didáctica no se expresa en el documento, trataremos de abstraerla. Lo primero que hace el maestro es “mostrar” la técnica de doblado, luego pide que imiten lo realizado, posteriormente se les pregunta en colectivo las veces que cabe el doblez en la hoja entera, luego pregunta sobre la fracción que representa la relación entre la parte y el todo para finalmente, ordenar las fracciones. Se puede apreciar que en las otras tareas que les plantea a los

alumnos se sigue una técnica didáctica similar. Lo relevante es preguntarnos sobre la tecnología que justifica esos actos del profesor es, decir ¿qué tecnología justifica esa técnica didáctica?

En el documento, las técnicas didácticas utilizadas se justifican sobre la base de dos discursos que en este caso funcionan como tecnología, el constructivismo piagetiano que, se dice en el documento, postula la actividad del alumno como motor del proceso constructivo haciendo énfasis en la sucesión de estadios del conocimiento y el juego en su doble dimensión, como actividad que “rescata la espontaneidad y libertad de las actividades del niño” y como dispositivo didáctico que permite establecer una conexión entre el juego y el contenido.

Estos discursos tecnológicos, en efecto permiten motivar la técnica porque le dicen al profesor lo que debe hacer, en el caso del constructivismo, dejar que los niños sean los que realicen la actividad y que manipulen objetos concretos (las hojas) como parte de su proceso constructivo. Sin embargo, estos discursos no facilitan la ejecución de la técnica didáctica puesto que nada dicen sobre los actos que él puede hacer. Tampoco funcionan adecuadamente en la descripción de la técnica porque, como no se dispone de un vocabulario mínimo adaptado a la técnica del profesor, no se esclarece el papel de las interacciones entre los usuarios, es decir, como no orientan la manera en la que los niños deben interaccionar entre sí, el profesor es quien va conduciendo la actividad. De igual manera, ante la ausencia de cualquier vestigio de técnica y tecnologías matemática usadas por los niños, la tecnología del profesor no puede cumplir con su función validadora y evaluadora de su técnica didáctica.

Dos tecnologías para una sola técnica didáctica.

Para analizar las tecnologías didácticas institucionalizadas en la EN2 se analizará el documento N° 3, *El mundo partido: una propuesta didáctica para la conceptualización de las fracciones*. El objetivo que se plantea en este documento es que “el alumno se apropie del concepto de fracción, de su funcionalidad, significados y formas de representación”, para ello se incluyen cinco situaciones didácticas y se señala que “dicha propuesta representa una aplicación práctica de la teoría de las situaciones didácticas”. La primera situación didáctica se plantea para que los niños identifiquen la unidad y las cantidades mayores y menores que la unidad, esta decisión se justifica en el documento señalando que “de acuerdo con Llinares (1997) hay once atributos de dominio para la fracción y en esta primera situación el atributo es: un todo está compuesto por elementos separables. Una región o superficie es vista como divisible”.

La unidad o el entero. (seis hojas por alumno, las tres primeras hojas serán A, B y C,)

Situación de Acción.

Utiliza la hoja “A” para hacer más grande la hoja “B”. La hoja “B” debe quedar más grande que la hoja “C” por una mitad.

Después de haber hecho el ejercicio contesta. ¿Cuántas hojas enteras tienes? ¿Cuál es mayor que una hoja entera, “A”, “B” o “C”? ¿Cuál es menor que una hoja entera, “A”, “B” o “C”? ¿Por cuánto es más grande la hoja “B” que la “C”? ¿La hoja “A” quedó más grande o más chica que la hoja “C”? ¿por cuánto?

En este caso, en el documento se señalan dos elementos que justifican la técnica didáctica, uno tiene que ver con el tipo de tarea propuesto a los niños, sobre ello se señala que la situación se diseñó en función de la secuencia sugerida por Llinares (1997); el segundo alude a los actos específicos de la técnica del profesor, sobre este respecto se dice que “la primera situación se trabajó en dos momentos, en un primero se trabajaron las situaciones de acción, comunicación y

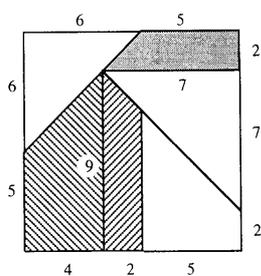
validación con base en una variable de la situación de acción. En el segundo se implementaron las situaciones de acción, comunicación tomando en cuenta otra variable. Este segundo momento incluye también la fase de institucionalización”.

La secuencia tomada de Llinares (1997) y la teoría de las situaciones didácticas funcionan como tecnologías que le permite describir la técnica didáctica empleada, la primera le provee de una primera tarea problemática para los niños ligada a un atributo de dominio de la fracción, la segunda le permite describir los actos del profesor mediante un vocabulario adaptado, las nociones de situación de acción, comunicación, validación e institucionalización, así como la de variable le permiten describir cada momento de la situación por separado así como la diferencia entre ellos. Debe subrayarse que la descripción de la técnica no significa su dominio, pero si le facilita su aplicación. Por otra parte, es de reconocerse que estas tecnologías también cumplen con la función motivadora, facilitadora y validadora de la técnica puesto que, a partir de la identificación de los actos puntuales del profesor, se puede identificar la razón de cada acto y la eficacia que cada uno de ellos puede tener. En síntesis, las tecnologías que en este caso se utilizan pueden cumplir las seis funciones esenciales de este discurso, llama la atención sin embargo la utilización de dos discursos tecnológicos (S. Llinares y G. Brousseau), cuando uno sólo de ellos hubiera bastado para cumplir dichas funciones.

Técnica y tecnología didácticas. Dos caras de una misma moneda

Para analizar las tecnologías didácticas institucionalizadas en la EN3 se analizará el documento N° 31, “*La comparación de razones y el valor unitario en problemas de proporcionalidad. Una experimentación en sexto de primaria*”. El objetivo que se plantea en este documento es “una experimentación de tres situaciones didácticas, teniendo como herramienta de análisis algunos conceptos didácticos para identificar las principales estrategias y “errores” al abordar la proporcionalidad”. La primera situación que se planteó fue la siguiente:

El Puzzle



Se le da una hoja a los alumnos (por parejas) con el dibujo que aparece arriba y se pide que cada pareja elaboren una de las piezas para hacer un rompecabezas más grande, de modo tal que el lado que en el dibujo mide 4, en el nuevo rompecabezas deberá medir 7. Una vez elaborada deberán armarlo y comprobar si las piezas corresponden, también deberán explicar cómo le hicieron para elaborar la pieza y si habrá diferentes maneras de saber cuánto se debe aumentar a cada lado.

La diferencia entre este caso y el anterior, es que en éste se utiliza un solo discurso tecnológico para estructurar la técnica didáctica del profesor. Para justificar el dispositivo didáctico empleado, en el documento se señala que “el investigador Guy Brousseau desarrolló una secuencia didáctica de más de cuarenta lecciones cuya parte central se dedica a la construcción de la noción de multiplicación por una fracción y en esta secuencia, se toman problemas de escala como *el puzzle*”. Por otra parte, se dice que “la sesión fue filmada por el

maestro tutor y se le explicó el objetivo de cada situación didáctica, para que apoyara con algún cuestionamiento en la fase de acción y el profesor en formación validara e institucionalizara más libremente”. Lo que estas afirmaciones significan es que el profesor asume un sólo discurso tecnológico (la teoría de las situaciones didácticas) para llevar a cabo los actos de su técnica.

Como el objetivo de la técnica es identificar las estrategias y los errores de los niños, los gestos más importantes están dados por las situaciones de formulación y validación, es por ello que el profesor declara que “con la intención de ganar en profundidad, a pesar de que se pierda en generalidad, el análisis se focaliza en la exploración de una subestructura de la situación didáctica: las situaciones de formulación y validación”.

Como puede advertirse, hay un lenguaje adaptado que permite identificar las interacciones de los usuarios y que cumple con la función de descripción de la técnica, también ese saber facilita su aplicación porque estipula claramente la acción del profesor en los diferentes momentos de la técnica y del mismo modo resulta clara la intención de hacer determinado gesto, es decir, se sabe cuál es el efecto buscado, por esta razón se puede decir que la tecnología motiva la técnica. Lo mismo puede decirse de las funciones de evaluación, validación y explicación que tiene la tecnología elegida, esto es, en la técnica didáctica planteada se pueden apreciar saberes que permiten delimitar su eficacia, saber lo que esos gestos producirán y lo que se espera que produzca esa técnica. Al igual que en el caso anterior, la tecnología didáctica seleccionada cumple con las funciones de este tipo de discursos, la diferencia es que en este tercer caso se ocupa sólo de una tecnología didáctica.

Conclusiones

Al parecer, la tradición de formar a los profesores de primaria en México mediante las "normas" de enseñanza dictadas por la pedagogía general paulatinamente se está desestructurando, los análisis realizados así parecen demostrarlo, también puede verse el abandono paulatino del discurso sobre la “resolución de problemas” como tecnología didáctica que busca explicar y orientar los actos de las técnicas didácticas.

Si bien es cierto que este desarrollo no aparece de manera homogénea en los documentos de las tres escuelas normales, también lo es que en su mayoría los documentos incorporan tecnologías propias del campo de la didáctica de las matemáticas, es decir, de la institución productora de praxeologías didácticas, observar la presencia de la teoría de los campos conceptuales, de la teoría de las situaciones didácticas y de otras perspectivas ligadas a este campo, es una muestra de que hay un proceso de institucionalización del vocabulario ligado a la actividad de enseñar matemáticas, vocabulario que por otra parte, va permitiendo cada vez más la posibilidad de describir puntualmente las características y los efectos de las técnicas didácticas utilizadas por los profesores en formación.

Los resultados nos muestran que hay diferencias entre las normas o praxeologías didácticas que se han institucionalizado en las tres escuelas normales. Mientras en una de ellas las técnicas utilizadas por los profesores en formación tienen dificultades para describirse y explicarse porque se sustentan en tecnologías alejadas de la actividad matemática, en las otras escuelas son las praxeologías didácticas generadas en el seno de la didáctica de las matemáticas las que orientan el trabajo de los profesores en formación. Esta diferencia podría explicarse por las distintas lógicas institucionales en las que se mueven unas y otras escuelas, pero no impide ver la existencia de un proceso avanzado de institucionalización de técnicas y tecnologías propiamente didácticas en la formación de profesores para la educación primaria.

Limitaciones del estudio

Por la naturaleza del estudio ha sido posible ver en dos de las escuelas normales un discurso mínimo producido en el campo de la didáctica de las matemáticas que puede posibilitar la institucionalización de técnicas didácticas para resolver las tareas problemáticas de la enseñanza de las matemáticas, no obstante, a partir de los resultados de este estudio no es posible determinar si los profesores en formación dominan la ejecución de esas técnicas.

Referencias y bibliografía

- Arrieta, O. (1997). *La educación ante los retos del cambio*. México: Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Zacatecas.
- Ávila, A., Block, D., Camarena P., Carvajal, A., Eudave, D., Sandoval, I., & Solares, A. (2013). La investigación en educación matemática en México 2002-2011. En A. Ávila, A. Carrasco, A. Altamirano, A. Gómez, M. T. Guerra, G. López, & J. L. Ramírez (Eds.), *Una década de investigación educativa en conocimientos disciplinares en México (2002-2011) Matemáticas, ciencias naturales y lenguas extranjeras* (pp. 27-150). México: COMIE-ANUIES.
- Bauersfeld, H., & Skowronek, H. (1976). Research related to the mathematical learning process. En Athen, H. & H. Kunle (Eds.), *Proceedings of the Third International Congress on Mathematical Education*, (231-245). RFA: Universität Karlsruhe.
- Carrillo, J. (2000) La formación del profesorado para el aprendizaje de las matemáticas. *Uno: Revista de didáctica de las matemáticas*, 24, 79-92.
- Castela, C., & Romo, A. (2011). Des mathématiques à l'automatique: étude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 31(1), 123-162.
- Chevallard, Y. (1994). Nouveaux objets, nouveaux problèmes en didactique des mathématiques. En M. Artigue, R. Gras, C. Laborde, & P. Tavnigot (Eds), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France* (pp. 313-320). Grenoble: La Pensée sauvage,
- Chevallard, Y. (1998). *Sur l'inadéquation de la formation première des professeurs de mathématiques de l'enseignement secondaire français*. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_formation_premiere_des_enseignants.pdf
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-226.
- Chevallard, Y. (2001). *Aspectos problemáticos de la formación docente*. Recuperado de http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/YC_2001_-_Osca.pdf
- Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la Théorie Anthropologique du Didactique. En L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. J. García (Eds.), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica* (pp. 705-746). Jaén: Universidad de Jaén.
- Gascón, J. (2013). La revolución brousseauiana como razón de ser del grupo Didáctica de las Matemáticas como Disciplina Científica. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 3, 69-87.
- Gascón, J. & Sierra, T. A. (2002). Reconstrucción escolar de la numeración para la formación de maestros. En G. Peñalva Torregrosa, & J. Valls (Eds.), *Aportaciones de la didáctica de las Matemáticas a Diferentes Perfiles Profesionales* (pp. 213-227). Alicante: Universidad de Alicante.
- Houdement, C. (1995). *Projets de formation des maîtres du premier degre en mathématiques: programmation et stratégies* (Thèse de doctorat no publicada). IREM VII, Paris.

- Houdement, C., & Kuzniak, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16(3), 289-322.
- Houdement, C. (2000). Formation des maîtres et paradigmes géométriques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 20(1), 89-15.
- Huriaux-Masselot, P. (2000). *De la formation initiale en didactique des mathématiques (en centre I.U.F.M.) aux pratiques quotidiennes en mathématiques, en classe, des Professeurs d'Ecole (une étude de cas)* (Thèse de Doctorat no publicada). Université Paris 7, París.
- Llinares, S. (1997). *Fracciones. La relación parte-todo*. Barcelona: Ed. Síntesis.
- Muñoz-Catalán, M. C., & Carrillo, J. (2012). Buenas prácticas en la Universidad de Huelva: El conocimiento profesional en la acción del profesor de Matemáticas y su Didáctica. *Revista de Docencia Universitaria*, 10(1), 177-198.
- Muñoz-Catalán, M. C., Climent, N., Carrillo, J., & Contreras, L. C. (2010). Cognitive processes associated with the professional development of the mathematics teacher. *PNA*, 4(3), 87-97.
- Portugais, J. (1995). *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*. Suisse: Exploration Peter Lang,
- Radford, L. (2006). Elementos de una teoría cultural de la objetivación. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, (Número Especial), 103-129.
- Ribeiro, C. M. Monteiro, R. & J. Carrillo (2010). ¿Es el conocimiento matemático del profesorado específico de su profesión? Discusión de la práctica de una maestra. *Revista Educación Matemática*, 22(2), 123-138.
- Ruiz-Higueras, L., & García, F. J. (2011). Análisis de las praxeologías didácticas: implicaciones en la formación de maestros. En M. Bosch, J. Gascón, A. Ruiz Olarría, M. Artaud, A. Brronner, Chevallard, Y., G. Cirade, C. Ladage, & M. Larguier (Eds.) *Un panorama de la TAD* (pp. 431-464). Barcelona: Centre de Recerca Matemática.
- 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 a new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Sierra, T. A. (2006). *Lo matemático en el diseño y análisis de organizaciones didácticas. Los sistemas de numeración y la medida de magnitudes* (Tesis doctoral no publicada). Recuperada de <http://eprints.ucm.es/tesis/edu/ucm-t29075.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. (1999). *Matemáticas y su Enseñanza I. Programa*. México: Autor.
- Thames, M. H. & Ball, D. L. (2010). What mathematical knowledge does teaching require? Knowing mathematics in and for teaching. *Teaching Children Mathematics*, 17(4), 220-225.