Condiciones para la innovación educativa en el posgrado
El caso de la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria en Oaxaca

Gisela Montiel Espinosa*

En este artículo presentamos una experiencia de trabajo con profesores oaxaqueños del nivel secundaria, en un seminario de posgrado. Reportamos un breve análisis del comportamiento innovador del profesor relacionado con las tareas de confrontación de saberes, resignificación de la matemática escolar y de análisis del pensamiento matemático, vinculadas al diseño didáctico, para enfatizar que dicho comportamiento es desarrollable cuando se atiende a la especificidad de los fenómenos didácticos relativos a la matemática. Con ello evidenciamos la pertinencia de un modelo de posgrado orientado a la profesión que articula la teoría (matemática educativa), la práctica (educación matemática) y la innovación educativa, en escenarios de cambio social, educativo y laboral.

Palabras clave

Matemática Educativa

Socioepistemología

Innovación educativa

Posgrado con orientación a la profesión

Rediseño del discurso matemático escolar

* Investigadora adjunta en el Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Doctora en Ciencias en Matemática Educativa. Nivel I del Sistema Nacional de Investigadores 2015-2017. Línea de investigación: construcción social de conocimiento matemático. Publicaciones recientes: (2015), "Análisis del discurso matemático escolar en los libros de texto, una mirada desde la teoría socioepistemológica", *Avances de Investigación en Educación Matemática*, núm. 8, pp. 9-28; (2014), "Significados trigonométricos en el profesor", *Boletim de Educação Matemática*, vol. 28, núm. 50, pp. 1193-1216. CE: gmontiele@cinvestav.mx

Introducción

La docencia involucra complejas y variadas acciones por parte del profesor, acciones que están matizadas y condicionadas por el escenario escolar en donde se sitúan, por los enfoques educativos (que frecuentemente son distintos a aquellos en los que fueron formados los propios profesores), así como por las tradiciones escolares y por las concepciones sociales y valoraciones culturales de quién, qué y cómo enseña. Estos últimos factores se acentúan de manera significativa en la enseñanza de las matemáticas a partir del nivel básico-secundaria del sistema educativo mexicano, en buena medida porque cultural y socialmente ha sido ampliamente aceptado que quienes estudian carreras profesionales afines a la matemática las pueden enseñar sin contar con una formación docente o didáctica relacionada con ellas. Este es el caso de un porcentaje significativo de profesores de matemáticas en México.

En tanto está inmersa en la educación, es apropiado asumir a la docencia como una profesión basada en las ciencias sociales (en el sentido que plantea Becher, 1994). Sin embargo, la formación inicial del profesor de matemáticas y, en consecuencia, su dominio de conocimientos, suelen ubicarse en las ciencias puras o en las áreas tecnológicas; y su profesión (docente) le demanda, además, conocimientos y competencias propias de una formación en las ciencias sociales, humanas y de la conducta. En este sentido, postulamos que el profesor de matemáticas requiere de un campo de saber de referencia que le dote de las herramientas teórico-metodológicas y de innovación para articular su dominio de conocimientos y su quehacer profesional docente; esto, principalmente, por la naturaleza compleja y situacional de su lugar de trabajo: la escuela.

Actualmente, el desarrollo profesional docente en matemáticas es una de las líneas de investigación y trabajo más fuertes a nivel internacional en la matemática educativa; y dentro de ella se han propuesto modelos sobre los conocimientos del profesor de matemáticas. Si utilizáramos estos modelos para analizar la situación nacional sobre las acciones de la formación inicial, continua y especializada del profesor, se pondría en evidencia que un número importante de programas dirigidos al profesor se caracterizan por ofrecer mera capacitación. Carece de sentido, entonces, diagnosticar al profesor en términos de qué conocimientos tiene o no tiene, cuando el sistema educativo es responsable de su formación.

En este documento presentamos el análisis de algunos episodios de la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria, de la Escuela Normal Superior Federal de Oaxaca (ENSFO), que dan muestra del desarrollo profesional docente que se logra en un espacio formativo que atiende a la especificidad del quehacer del profesor, la educación matemática, desde un modelo de trabajo colectivo que articula los conocimientos de sus participantes para lograr la innovación educativa.

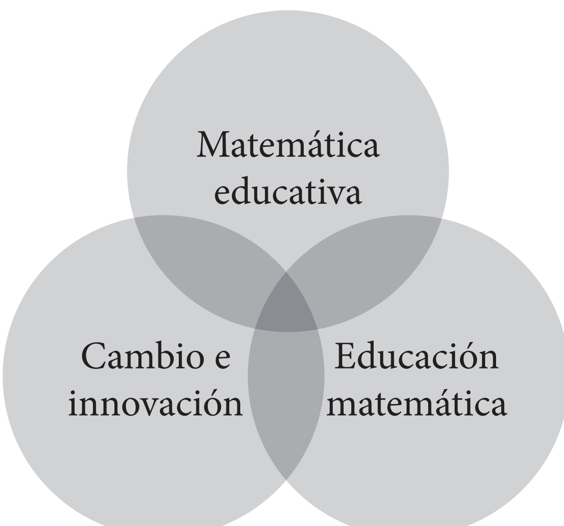
El posgrado con orientación a la profesión

Resulta fundamental reconocer que los resultados de investigación en matemática educativa, ya sean teóricos o prácticos, no son inmediatamente transferibles al aula, es decir, no son recursos que el profesor implementa como estrategias de enseñanza; pero sí constituyen conocimiento profesional relativo a los fenómenos didácticos que experimenta en su entorno profesional. Sin embargo, la apropiación de este conocimiento debe descansar en procesos de formación especializada, situados en un contexto académico de interacción entre la investigación y la práctica.

Acentuar la relación entre la investigación y la práctica desde la interacción entre ellas, supone la articulación de conocimientos que se dan en ambas. Es decir, asumimos que el docente tiene un amplio conocimiento de lo que acontece en el aula, sin el cual no es posible lograr una educación de calidad, mucho menos la innovación educativa. En ese sentido, no se proponen espacios formativos *para* el docente, sino *con* el docente; pues no se dota de conocimientos al profesor para que resuelva las problemáticas de su aula, sino que se estudian con él desde los marcos que ofrece la disciplina.

Con base en la peculiaridad de esta relación "disciplina científica-práctica profesional" usamos la conceptualización que hace Malfroy (2004) del posgrado con orientación profesional desde la vinculación universidad-práctica profesional-cambio, como una propuesta que atiende más a las necesidades profesionales de quien elige estudiar un posgrado con esta orientación. Nuestra adaptación (Fig. 1) contextualiza la problemática de desarrollo profesional docente del profesor en servicio.

Figura 1. Adaptación del modelo de Malfroy, 2004



Fuente: elaboración propia con base en Malfroy, 2004.

La universidad, como el agente que provee de los conocimientos base para la formación en el posgrado, la representamos con el campo de saber al que buscamos incorporar al profesor, es decir, con la *matemática educativa*. La práctica profesional es la forma de centrar el proceso de formación en el estudiante (en este caso, en el profesor), en sus necesidades y oportunidades de desarrollo profesional. Hemos englobado este componente con el término *educación matemática* con base en el quehacer profesional del profesor en formación, así como también en los espacios de oportunidad que se han abierto tras egresar de este tipo de programas. Si bien los egresados se mantienen en la docencia, la formación en el posgrado les ha permitido participar en proyectos de investigación, dirigir acciones institucionales de formación y actualización docente, escribir libros de texto y de investigación, elaborar materiales didácticos diversos, así como participar en diseño curricular e incluso posicionarse en la gestión directiva en sus lugares de trabajo. Éstas y otras prácticas profesionales tienen en común que le demandan al egresado entender, desde la fundamentación teórica-metodológica pertinente, los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el contexto de su lugar de trabajo; de ahí que la investigación y sus resultados constituyan una vía para fortalecer dicha práctica.

El componente de "cambio" se complementa con la "innovación" a propósito de la demanda social actual en el sentido de mejorar la calidad educativa en el campo de la educación en general. El *cambio*, como una variable constante en la práctica docente, se refleja en los matices que otorga a la práctica del docente que labora en distintos niveles o sistemas educativos, o enseña matemáticas para disciplinas sociales, exactas o naturales, por ejemplo. La *innovación*, por su parte, se manifiesta naturalmente en tiempos de reforma educativa para responder a cambios de paradigma, enfoque, modelo o política educativa; pero atiende también al cambio constante del escenario social al que debe responder un proyecto educativo, por ejemplo, con la inserción de tecnología o la creación de nuevas modalidades educativas para ampliar la oferta.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el contexto de grandes reformas los profesores pueden ser meros ejecutores, más que iniciar procesos de cambio (Thurlings *et al.*, 2015). De ahí que, para reconocer las condiciones que permitieron la innovación educativa en la Maestría en Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria (MEMES) de la ENSFO, lo haremos a través de algunas herramientas de análisis del comportamiento innovador.

Consideraciones situacionales de la práctica educativa en el contexto oaxaqueño

El componente "educación matemática" del modelo (Fig. 1), como parte de la práctica educativa, se enmarca en el Plan para la Transformación de la Educación de Oaxaca (PTEO), cuyo análisis e implicaciones se desarrollan en el artículo de Vásquez-Vicente (2016), en este número especial de *Perfiles Educativos*. Su articulación con otras partes del modelo se genera cuando el coordinador académico de la MEMES formaliza un convenio de colaboración con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) para integrar a investigadores especialistas del Departamento de Matemática Educativa como formadores en el posgrado. La elección de los investigadores no fue arbitraria; el coordinador académico estudió la teoría socioepistemológica de la matemática educativa (TSME) y encontró en ella una ruta para aterrizar la propuesta del PTEO en diseños concretos para el aula, diseños fundamentados en investigación en matemática educativa.

Así, la socioepistemología se constituye como un enfoque particular del componente "matemática educativa" del modelo (Fig. 1). El encuadre en esta teoría y la gestión del posgrado, desde su coordinación académica, orientaron el proceso formativo hacia el rediseño del discurso matemático escolar (rdME).

Teoría socioepistemológica. Un acercamiento al campo de saber

La TSME es un planteamiento teórico innovador que se ha dado a la tarea de comprender los procesos de constitución del saber matemático en tanto creación humana y, por lo tanto, situado cultural, histórica e institucionalmente (Cantoral, 2013). En este planteamiento, las dimensiones del saber (social, epistemológica, didáctica y cognitiva) son estudiadas, desde un enfoque sistémico, a través de la actividad humana, y ello permite tomar como objeto de estudio situaciones que no están definidas en una estructura matemática y que, sin embargo, están presentes cuando se estudia al ser humano haciendo matemáticas, y no sólo su producción matemática (Arrieta *et al*., 2004). Es decir, otorga a la actividad humana la función de construir los objetos y los conceptos matemáticos en escenarios y contextos particulares.

Así, esta teoría estudia al conocimiento matemático como producto de una construcción social, basada en prácticas y, en consecuencia, centra su atención en el sujeto social; aquel que actúa y piensa en interacción con un medio organizado para que, intencionalmente, se construya conocimiento. Es decir, no es el conocimiento matemático lo que orienta el pensamiento social hacia un pensamiento científico, sino que a partir del pensamiento social y la actividad matemática se da una vía de desarrollo del pensamiento matemático (Buendía y Montiel, 2011).

Desde la TSME no se busca que el estudiante aprenda los conceptos matemáticos y les otorgue un sentido utilitario dentro y fuera de la matemática, sino que el conocimiento matemático escolar sea realmente funcional, es decir, que tal conocimiento se integre y se resignifique permanentemente en la vida para transformarla (Cordero, 2006). Los usos y los significados del saber son construcciones humanas producto de la experiencia y, en consecuencia, susceptibles de reconstruirse en las condiciones apropiadas. En este sentido se propone que los individuos en situación escolar no sientan la necesidad de negar o abandonar su pensamiento social para aprender un saber pre-establecido por el discurso matemático escolar; por el contrario, reconocemos la importancia de incorporarlo a la construcción de un conocimiento funcional dentro del contexto formativo en el que se sitúa. Así, la matemática debe reconocerse, por el individuo, como conocimiento producto de su hacer y pensar en interacción con su entorno.

La especificidad de los fenómenos, objeto de estudio de esta teoría, radica en una premisa fundamental: *la problematización del saber matemático*. Esta problematización se reconoce al considerar a la matemática en juego como un actor de la unidad de análisis, al cuestionar su estatus de saber institucional como aquello que "se debe aprender", y al reconocer sus *usos* en distintos escenarios, por ejemplo: el histórico, el profesional, el cotidiano, e incluso el escolar cuando se experimentan diseños no tradicionales (Montiel y Buendía, 2012). Con esta problematización nos proponemos identificar aquellos significados que le son propios al saber y que se diluyen, se transforman o se pierden al configurar un discurso escolar, pero que lo caracterizan como un saber funcional en escenarios específicos. En la TSME se propone entonces considerar los procesos de dar significado como la construcción del conocimiento en la organización de lo humano, normada por las prácticas sociales, en la que se ha involucrado y se involucra al hacer matemáticas (Cordero, 2001); de ahí que se hable de *resignificar* el saber matemático como un proceso en el que los significados se generan, se modifican o se robustecen.

Esta problematización resultó de la descentración del objeto matemático, mas no de su abandono, pues enriquece mediante las prácticas nuestro entendimiento del concepto matemático y de sus propiedades, para hacerlo una entidad funcional con valor de uso (Cantoral, 2013). Por ello, la teoría nos hace transitar *de los objetos a las prácticas*, de tal suerte que, por ejemplo, aceptaríamos que se cuestionara la pertinencia de enseñar cálculo diferencial en la educación media superior, mas no que se cuestione el derecho de los ciudadanos a desarrollar su pensamiento y lenguaje variacional, matematizando el cambio a través de sus variaciones sucesivas.

Así, los resultados de las investigaciones enmarcadas en esta teoría constituyen explicaciones en términos de acciones, actividades y prácticas socialmente compartidas, normadas por prácticas sociales a las que denominamos *epistemologías de prácticas*. Consistente con el proceso de innovación basada en el conocimiento, estas epistemologías de práctica serán la fundamentación de los diseños didácticos, de ahí que la relación investigación (teoría)-práctica (interacciones de aula) sea bidireccional: retroalimenta, fortalece y modifica la una a la otra. Evidentemente esta relación demanda de colectivos académicos, no sólo de profesores que aprenden y aplican enfoques educativos.

Es por ello que las experiencias de formación docente que se han fundamentado en esta teoría comienzan por la organización de escenarios formativos donde el profesor confronta su dominio de conocimientos, es decir, buscamos que problematice la matemática (escolar) que ha aprendido, que enseña y que busca que aprendan sus estudiantes. Postulamos que así se logrará modificar la práctica docente en lo que respecta a la educación matemática en particular, sin importar el enfoque educativo que se desee implementar en todo el sistema educativo.

Comportamiento innovador y rediseño del discurso matemático escolar

Messmann y Mulder (2011, cit. en Thurlings *et al.*, 2015) identifican que el comportamiento innovador del profesor engloba: observar, escuchar y adaptar ideas; construir estrategias para la acción; valorar a través de la reflexión y la evaluación; ajustar la innovación y encontrar aliados. Estas acciones no viven *a priori* en el profesor; hay factores diversos que influyen en este comportamiento. El modelo conceptual preliminar de Thurlings *et al.*, (2015) da cuenta de ello: ofrece una visión de conjunto de las relaciones entre los factores organizacionales, demográficos e individuales, y el comportamiento innovador; el factor organizacional es el que más variables presenta y, podemos proponer, donde más oportunidad hay de incidir desde el sistema educativo para incentivar el comportamiento innovador del profesor.

Desde el espacio formativo del posgrado que conformamos, iniciamos dando al profesor la experiencia de confrontar su dominio de conocimientos, de problematizar la matemática escolar para develar lo que ha invisibilizado su proceso de transposición didáctica: los significados que se trasmiten en el aula y que se mantienen aún con el cambio de enfoques educativos o estrategias pedagógicas. A esto se le denomina *discurso matemático escolar* (dME) y

> ...no se reduce a la organización de los contenidos matemáticos, ni a su función declarativa en el aula (el discurso escolar), sino que se extiende un tanto más allá, al llegar al establecimiento de bases de comunicación para la formación de consensos y la construcción de significados compartidos (Cantoral *et al.*, 2006: 86).

Soto y Cantoral (2014) han caracterizado al dME actual como un sistema de razón que produce una violencia simbólica y excluye de la construcción de conocimiento matemático. Por ello enmarcar el proceso formativo del posgrado en la TSME supuso orientarlo hacia el rediseño del discurso matemático escolar (rdME), es decir, hacia el diseño didáctico centrado en un aprendizaje basado en prácticas, y no en el dominio de los objetos de la matemática escolar.

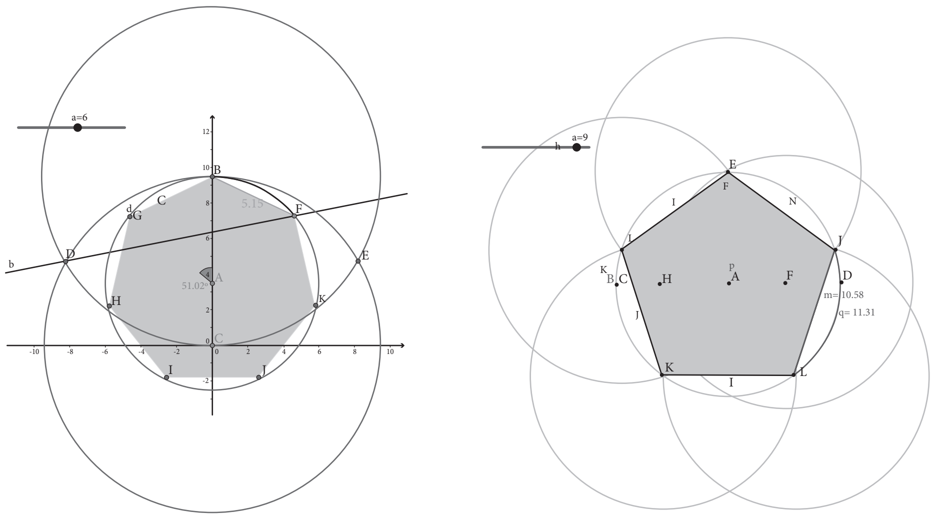
Experiencia formativa y desarrollo del comportamiento innovador

El seminario que reportamos para evidenciar el comportamiento innovador del profesor atendió a los procesos de construcción social de conocimiento trigonométrico (cuyos detalles pueden consultarse en Montiel, 2011; Montiel y Jácome, 2014; Cantoral *et al.*, 2015), que lo hizo transitar de una perspectiva que introduce a la trigonometría a través de las razones trigonométricas, a una que les da *uso* y *significado* haciendo construcciones geométricas y estudiando la relación *ángulo-cuerda* y la naturaleza de dicha relación. El objetivo fue dar a la razón trigonométrica el estatus de herramienta proporcional para el estudio de una relación no-proporcional.

Construcciones geométricas para estudiar trigonometría

La tarea de construir polígonos regulares inscritos en una circunferencia, sin hacer la división de 360° entre el número de lados del polígono para calcular la medida del ángulo que subtiende cada lado, demandó del profesor estudiar procedimientos de construcción geométrica y llevarlos a cabo usando regla y compás, así como herramientas de geometría dinámica (Fig. 2).

Figura 2. Construcciones geométricas de los profesores, usando geometría dinámica



Heptágono | Pentágono

Fuente: elaboración propia.

Con excepción del triángulo equilátero y el cuadrado, la construcción geométrica de otros polígonos regulares, inscritos en la circunferencia, no está incluida en las tareas matemáticas de la educación secundaria, de manera que la tarea le exige al profesor ir más allá de su conocimiento matemático para la enseñanza. El estudio de estos procedimientos de construcción, por parte del profesor, se evidenció en los guiones que prepararon, en equipos de trabajo, para realizarlos usando la herramienta de geometría dinámica (Fig. 3).

Aprovechando las construcciones dinámicas y la posibilidad de variar el radio de las circunferencias, se elaboraron tablas "ángulo-arco" y "ángulo-cuerda (lado del polígono)" para comenzar el estudio de estas relaciones, pues nos dan la oportunidad de confrontar la que guarda una relación proporcional con la que no (Fig. 4).

Figura 3. Extracto de un guion con el procedimiento para construir un polígono de 11 lados inscrito en la circunferencia

Proceso de construcción. Para construir una figura plana de once lados seguiremos los siguientes pasos:

No.	Icono a seleccionar	instrucciones
1	deslizador	Seleccionar dentro del área de trabajo la ubicación del deslizador, dejar nombre por default (a), con los siguientes parámetros: intervalo mínimo 1; máximo 10; incremento de 1.
2	Circunferencia centro, radio	Seleccionar el punto A(0,0) del eje cartesiano, asignar nombre del deslizador (a), para articularlos.
3	Punto de intersección	Crear punto de intersección circunferencia y eje Y, punto B.
4	Circunferencia centro-punto	Crear circunferencia(d) con centro B y radio A.

Fuente: tarea entregada por un profesor, estudiante de la maestría.

Figura 4. Extracto de la tabla para registrar las medidas del ángulo central y su arco y cuerda subtendidos

	Triángulo		Cuadrado			Octágono		
Radio en cm	Longitud de arco	Longitud de cuerda	Ángulo central	Longitud de arco	Longitud de cuerda	Ángulo central	Longitud de arco	Longitud de cuerda
1	2.0944	1.73205	90	1.5708	1.41421	45	0.7854	0.76537
2	4.18879	3.46410	90	3.14159	2.82843	45	1.5708	1.53073
3	6.28319	5.19615	90	4.71239	4.24264	45	2.35619	2.2961
4	8.37758	6.92820	90	6.28319	5.65685	45	3.14159	3.06147
5	10.47198	8.66025	90	7.85398	7.07107	45	3.92699	3.82683
6	12.56637	10.39230	90	9.42478	8.48528	45	4.71239	4.5922
7	14.66077	12.12436	90	10.99557	9.8949	45	5.49779	5.35757
8	16.75516	13.85641	90	12.56637	11.31371	45	6.28319	6.12293
9	18.84956	15.58846	90	14.13717	12.72792	45	7.06858	6.8883
10	20.94395	17.32051	90	15.70796	14.14214	45	7.85398	7.65367

Fuente: tarea entregada por un profesor, estudiante de la maestría.

Con la tabla se puede evidenciar que la relación "ángulo central-longitud de arco" es una relación proporcional, no así la relación "ángulo central-longitud de la cuerda"; por ejemplo, al doble del ángulo (ver las medidas del cuadrado y el octágono, inscritas en una circunferencia del mismo radio) no le corresponde el doble de cuerda (lectura horizontal). Sin embargo, por la variación del radio podemos ver un crecimiento constante de la cuerda (lectura vertical) que se da por figura, es decir, en relación a un mismo ángulo.

Del análisis del proceso de construcción y el estudio de la relación entre sus partes se identifican los triángulos isósceles como piezas constitutivas del polígono regular (Fig. 5) para, con una bisectriz, trazar el triángulo rectángulo (Fig. 6), establecer las razones trigonométricas y el porqué de su definición en relación a un ángulo.

Figura 5. Triángulos isósceles constitutivos del polígono regular

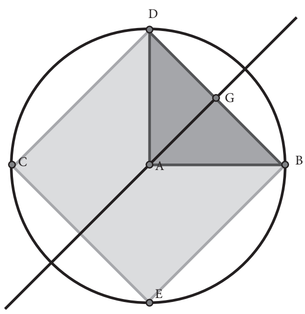
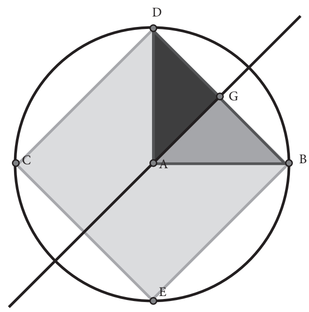


Figura 6. El triángulo rectángulo (gris oscuro) para definir las razones trigonométricas



Fuente: construcciones realizadas durante una sesión del seminario.

Con base en la evidencia recolectada en la resolución de las tareas, su análisis y la discusión de la confrontación con las tradiciones escolares, se hace una exposición de las consideraciones teóricas (resultados de investigación desde la TSME) que fundamentan el diseño de las tareas y explican la evidencia en términos del desarrollo del pensamiento matemático, enfatizando la articulación de razonamientos y herramientas proporcionales, numéricas, algebraicas, geométricas y trigonométricas que resultó de la actividad.

Hasta aquí, identificamos al profesor que va más allá de sólo observar, escuchar y adaptar ideas, y que participa, toma la iniciativa y se organiza en colectivo para llevar a cabo las propuestas que desde la disciplina (investigación científica) llevamos a su proceso de formación.

La transición del aprendizaje de la razón trigonométrica como división de longitudes, hacia la elaboración y estudio de construcciones geométricas, en el círculo, lleva a la vinculación de la actividad matemática con situaciones extraescolares (generación de ideas). Éstas son la base para construir estrategias para la acción, y si bien pueden entenderse como "escenarios de aplicación", la interacción investigación-práctica sobre la que se basa el proceso formativo orienta su diseño y análisis hacia la resignificación de la matemática en juego.

Proyecto para el estudio del pensamiento trigonométrico

El grupo de profesores presenta diversos escenarios extraescolares para contextualizar construcciones geométricas que involucran el uso de la relación ángulo-cuerda, sin embargo, reconocen la complejidad de la implementación y análisis de cada una. Finalmente deciden elegir sólo uno y llevar a cabo la planeación, el diseño (promoción de la idea) y la implementación (realización de la idea) en grupo, así como el análisis de forma individual, ya que éste constituía su trabajo final en el seminario.

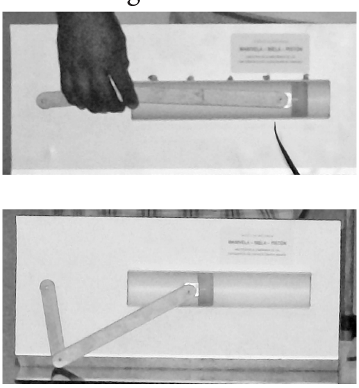
La situación extraescolar que eligen se enmarca en dos prácticas de referencia: la mecánica y la física, y plantea el estudio de un movimiento circular generado por un cigüeñal en un motor. En un análisis, una profesora describe las razones por las cuales se eligió la situación, mencionando que:

- El tema fue elegido por el conocimiento del tema por la mayoría de los integrantes del grupo.
- La visión de *angularidad* dentro del sistema manivela-biela-pistón.
- Visualización *del movimiento circular* a partir de un movimiento rectilíneo.
- *Similitud* con un problema ya resuelto con anterioridad.
- Fácil de trabajar en el salón de clases (*modelación*), *manual* y *visual*.
- El problema facilita trabajar las *funciones* y las *razones*.
- La exigencia intelectual es buena.

Estas razones reflejan la integración de los planteamientos teóricos y su relación con la actividad matemática provocada en el seminario. Hemos marcado aquellas que más se discutieron para resignificar lo trigonométrico a lo largo de esta actividad.

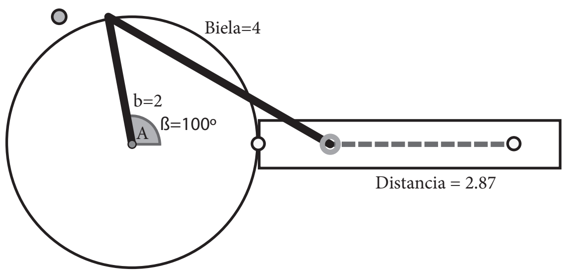
En la planeación el grupo de profesores decidió incluir videos explicativos del funcionamiento del motor y el cigüeñal, diversos esquemas y dibujos del cigüeñal, un mecanismo que simula el cigüeñal (Fig. 7) y construcciones en geometría dinámica para modelar el mecanismo (Fig. 8) y obtener medidas precisas a partir del movimiento.

Figura 7. Mecanismo que simula el cigüeñal del motor



Fuente: fotografías tomadas durante la puesta en escena de la secuencia didáctica.

Figura 8. Modelo en geometría dinámica del cigüeñal

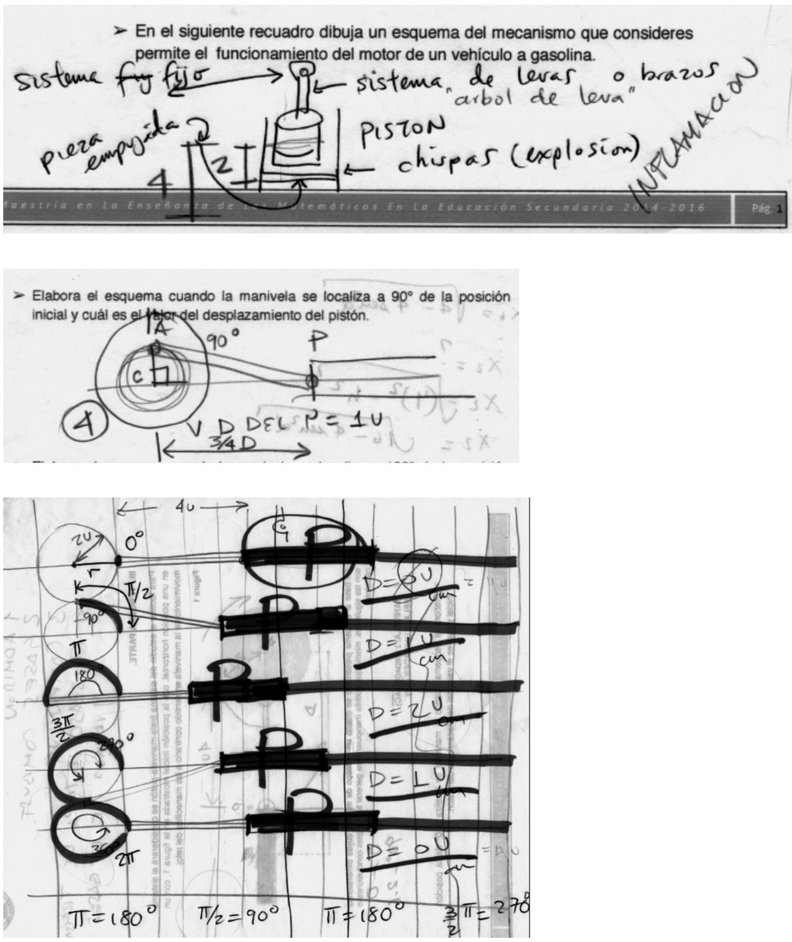


Fuente: imagen tomada de la planeación de la secuencia didáctica, elaborada por los profesores, estudiantes de la maestría.

Se decidió que la puesta en escena de la secuencia didáctica se llevara a cabo con colegas profesores, estudiantes de licenciatura, con quienes compartían horarios de estudio en la ENSFO. La experiencia resultó, además de productiva académicamente hablando, integradora para el colectivo docente; esto lo interpretamos como la búsqueda de aliados para la innovación educativa que se persigue en el estado de Oaxaca. Dado que había más integrantes en el grupo de posgrado que en el grupo de licenciatura, la atención e interacción en la resolución de la secuencia fue personalizada, lo que llevó a recolectar muchas y muy diversas fuentes de datos para el análisis.

La reflexión y evaluación del diseño se llevó a cabo desde el espacio que se abrió a los participantes de licenciatura para que opinaran sobre la experiencia, considerando tanto su planteamiento didáctico como su dinámica de organización y las herramientas de apoyo utilizadas. Los análisis del grupo de posgrado incluyen algunas de estas opiniones y registros, los cuales permiten describir la riqueza de las producciones y argumentaciones (Fig. 9), producto del diseño y de la interacción lograda.

Figura 9. Selección de registros utilizados para analizar la puesta en escena en un análisis



Fuente: imágenes tomadas de las hojas de trabajo de los profesores, participantes de la secuencia didáctica.

La evaluación del diseño se elaboró contrastando la planeación en su conjunto y la intencionalidad de cada tarea, con la evidencia empírica, es decir, con lo que sucedió en la experiencia. La orientación teórica pidió que el análisis se centrara en la matemática en juego: angularidad, construcción geométrica, unidades de medida, distancias, relación ángulo-distancia, análisis numérico, análisis gráfico, uso de modelos situacionales y modelos geométricos, herramientas matemáticas (teorema de Pitágoras, razón trigonométrica, función trigonométrica), entre otros; y que a partir del contraste se hicieran propuestas de rediseño por tarea.

Las reflexiones incluidas en los análisis acentuaron lo que se logró y no se logró, pero también lo que no esperaron que sucediera, y todo se vinculó a la propuesta teórica, al diseño y a la dinámica de organización. Este análisis funcionó como punto de partida para una prospectiva hacia el salón de clases (generación de nuevas ideas).

Aunque no hubo oportunidad de ver los ajustes a la innovación en este seminario, el proceso formativo de los profesores en la maestría consideró siempre hacerlos vivir experiencias de confrontación de su dominio de conocimientos, analizar y discutir sobre desarrollo del pensamiento matemático, y diseñar situaciones de aprendizaje para el contexto de sus salones de clase. Por ello planteamos que el comportamiento innovador del profesor se desarrolla en esta relación investigación-práctica dentro del proceso formativo, sin embargo, resulta evidente que se logra en periodos largos de profunda interacción.

Si bien no los documentamos y analizamos en este artículo, otros factores igualmente importantes para desarrollar el comportamiento innovador del profesor fueron el apoyo de la coordinación académica, la gestión escolar y la comunidad disciplinar a la que se acercó el colectivo de la MEMES. Algunos de éstos son analizados y discutidos en los artículos de este número, que en conjunto serán insuficientes para reflejar la complejidad del proceso de formación que estamos reportando, pero sobre todo para mostrar la riqueza académica, profesional y humana lograda en este programa de posgrado.

Reflexiones finales

Anteriormente postulamos que sólo atendiendo la especificidad de la demanda profesional del profesor de matemáticas lograremos la innovación en su práctica docente; y que atender este aspecto significa ir más allá de la capacitación. En este documento presentamos un breve análisis de la experiencia de trabajo en la MEMES, utilizando algunos indicadores relacionados con el comportamiento innovador en el profesor, no para diagnosticar si lo tiene o no, sino para relacionar su desarrollo a la propuesta de trabajo basada en la problematización del saber matemático, para lograr un rediseño del dME.

Thurlings *et al.* (2015) reportan en su revisión que la descripción de Janssen (2003) sobre comportamiento innovador, o al menos una de sus etapas, ha servido de base para las distintas definiciones y descripciones encontradas en estudios situados en los diversos escenarios incluidos en su revisión. Para Janssen (2003), el comportamiento innovador es un proceso de tres etapas: 1) generación intencional de la idea; 2) promoción de la idea; y 3) realización de la idea, dentro de un rol de trabajo, grupo de trabajo u organización, para beneficio de dicho rol, del grupo o de la organización (cit. en Thurlings *et al*., 2015). Nosotros identificamos estas etapas a lo largo de la presentación de la experiencia formativa para acentuar el análisis en términos de comportamiento innovador en general.

Cómo se transforma la práctica del profesor, se ha estudiado ampliamente desde estructuras teóricas más robustas, propias de la TSME, desarrolladas por Reyes-Gasperini (2016, 2011) y Reyes-Gasperini y Cantoral (2014) en las que se proponen dispositivos de desarrollo profesional docente que, al cambiar la relación del profesor con la matemática escolar, provocan procesos de empoderamiento docente.

Aquí buscamos enmarcar la experiencia de la MEMES en el modelo del posgrado con orientación a la profesión para enfatizar la necesidad de que en los distintos niveles y escenarios de formación especializada se dé cabida al desarrollo profesional y a la innovación educativa como un ejercicio cíclico y continuo. El reconocimiento de lo que estamos enseñando y lo que realmente está aprendiendo el estudiante en el aula de matemáticas, a partir de la problematización de los saberes en juego, en articulación con las herramientas teórico-metodológicas de la disciplina y la experiencia y conocimientos del profesor (sobre todo respecto de las circunstancias institucionales y socioculturales que condicionan el aula) conforman la unidad sobre la cual se podrán sostener las innovaciones educativas en el mediano y largo plazo.

Referencias

Arrieta, Jaime, Gabriela Buendía, Marcela Ferrari, Gustavo Martínez y Liliana Suárez (2004), "Las prácticas sociales como generadoras de conocimiento matemático", en Leonora Díaz (ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, México, Colegio Mexicano de Matemática Educativa/Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C., vol. XVII, pp. 418-422.

Becher, Tony (1994), "The Significance of Disciplinary Differences", *Studies in Higher Education*, vol. XIX, núm. 2, pp. 151-161.

Buendía, Gabriela y Gisela Montiel (2011), "From History to Research in Mathematics Education: Socio-epistemological elements for trigonometric functions", en Victor Katz y Constantinos Tzanakis (eds.), *Recent Developments on Introducing a Historical Dimension in Mathematics Education*, USA, Mathematical Association of America, pp. 67-82.

Cantoral, Ricardo, Gisela Montiel y Daniela Reyes-Gasperini (2015), "Análisis del discurso matemático escolar en los libros de texto, una mirada desde la teoría socioepistemológica", *Avances de Investigación en Educación Matemática*, núm. 8, pp. 9-28.

Cantoral, Ricardo (2013), *Teoría socioepistemológica de la matemática educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*, Barcelona, Gedisa.

Cantoral, Ricardo, Rosa Farfán, Javier Lezama y Gustavo Martínez (2006), "Socioepistemología y representación: algunos ejemplos", *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, vol. IX, núm. 4, pp. 27-46.

Cordero, Francisco (2001), "La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana", *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, vol. IV, núm. 2, pp. 103-128.

Cordero, Francisco (2006), "El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica", en Ricardo Cantoral, Olda Covián, Rosa Farfán, Javier Lezama y Avenilde Romo (eds.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Un reporte latinoamericano*, México, Díaz de Santos, pp. 265-286.

Lezama, Javier y Elizabeth Mariscal (2008), “Docencia en matemáticas: hacia un modelo del profesor desde la perspectiva socioepistemológica”, en Patricia Lestón (ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, México, Colegio Mexicano de Matemática Educativa, A.C. y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa, A.C., vol. XXI, pp. 889-900.

Malfroy, Janne (2004), “Conceptualisation of a Professional Doctorate Program: Focusing on practice and change”, *The Australian Researcher*, vol. XXXI, núm. 2, pp. 63-79.

Messmann, Gerhard y Regina Mulder (2011), “Innovative Work Behaviour in Vocational Colleges: Understanding how and why innovations are developed”, *Vocations and Learning*, vol. IV, núm. 1, pp. 63-84.

Montiel, Gisela (2011), *Construcción de conocimiento trigonométrico. Un estudio socioepistemológico*, México, Díaz de Santos.

Montiel, Gisela y Gabriela Buendía (2012), “Un esquema metodológico para la investigación socioepistemológica: ejemplos e ilustraciones”, en Alejandro Rosas y Avenilde Romo (eds.), *Metodología en matemática educativa: visiones y reflexiones*, México, Lectorum, pp. 61-88.

Montiel, Gisela y Gonzalo Jácome (2014), “Significados trigonométricos en el profesor”, *Bolema: Boletim de Educação Matemática,* vol. XXVIII, núm. 50, pp. 1193-1216.

Reyes-Gasperini, Daniela (2011), *Empoderamiento docente desde una visión socioepistemológica: estudio de los factores de cambio en las prácticas del profesor de matemáticas*, Tesis de Maestría, México, Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

Reyes-Gasperini, Daniela (2016), *Empoderamiento docente desde una visión socioepistemológica: una alternativa de intervención para la transformación y mejora educativa*, Tesis de Doctorado, México, Departamento de Matemática Educativa del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

Reyes-Gasperini, Daniela y Ricardo Cantoral (2014), “Socioepistemología y empoderamiento docente: acciones para un cambio educativo”, *Bolema: Boletim de Educação Matemática,* vol. XXVIII, núm. 48, pp. 360-382.

Soto, Daniela y Ricardo Cantoral (2014), “Discurso matemático escolar y exclusión. Una visión socioepistemológica”, *Bolema: Boletim de Educação Matemática,* vol. XXVIII, núm. 50, pp. 1525-1544.

Thurlings, Marieke, Arnoud Ever y Marjan Vermeulen (2015), “Toward a Model of Explaining Teacher’s Innovative Behaviour: A literature review”, *Review of Educational Research*, vol. LXXXV, núm. 3, pp. 430-471.

Vásquez-Vicente, Miguel (2016), “Orígenes y complejidades de una propuesta alternativa de formación continua para profesores de matemáticas y su articulación con el nivel de secundarias”, *Perfiles Educativos*, vol. XXXVIII, número especial, pp. 19-36.