

Caracterización de una comunidad de práctica orientada al uso de la matemática en la enseñanza de la ingeniería

Adriana Hernández Morales
Rosa del Carmen Flores Macías
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Las comunidades de práctica son fundamentalmente ámbitos privilegiados de aprendizaje que se establecen tanto en organizaciones públicas como en instituciones de educación. Su principal objetivo es convertir los saberes personales en valores colectivos que se traducen en prácticas diferentes o renovadas (Wenger, 1998). Los grupos de docentes que tienen una trayectoria de trabajo conjunto pueden entenderse mejor a sí mismos e impulsar su desarrollo si se identifican como una comunidad de práctica. El objetivo de este trabajo es mostrar el proceso seguido para caracterizar como tal a un grupo de investigadores y profesores que enseñan matemáticas a estudiantes de ingeniería, bajo el enfoque de la Matemática en el Contexto de las Ciencias. Esta caracterización ocurre en tres etapas: 1) identificación de referentes conceptuales, 2) negociación de significados, 3) establecimiento de significados compartidos. El diálogo con la líder de la comunidad, sobre sus experiencias y fundamentación de su enfoque, lleva al reconocimiento de la comunidad de práctica MCC-IPN-ESIME. A partir de este hecho, se hacen diferentes consideraciones sobre las implicaciones para el grupo.

Palabras clave

Comunidad de práctica, enseñanza de la matemática, docentes, ingeniería.

Characterization of a community of practice using oriented mathematics in engineering teaching

Abstract

Communities of practice are fundamentally privileged opportunities of learning established in public organizations as in educational institutions. The main objective of these communities is to convert personal knowledge on collective values that result in practices either renovated or different (Wenger, 1998). Groups of teachers who have a history of working together may get a better understanding of them and develop if they are identified as a community of practice. The aim of this paper is to show the process followed to characterize as a community of practice a group of researchers and teachers who use the perspective of Mathematics in Sciences Context. This characterization takes place in three stages: conceptual referents identification, negotiation of meaning, and establishment of shared meanings. The dialogue with the leader of the community about their experiences

Keywords

Community of practice, teaching mathematics, teachers, engineering.

Recibido: 12/07/2013

Aceptado: 14/08/2013

and substantiation of their approach, leads to the recognition of the community of practice MCC-IPN-ESIME. Based on this fact, are made different considerations of the implications for the group.

Introducción

Se ha reconocido que es necesario dejar atrás las explicaciones del quehacer del docente centradas en una práctica marcada por el aislamiento, para adoptar planteamientos que asumen su participación en un núcleo profesional. De esta situación se deriva la necesidad de entender la labor de los profesores como un proceso de construcción de una cultura propia en la que la colaboración y la participación son los ejes principales.

Jean Lave y Etienne Wenger, así como los que han retomado sus aportaciones sobre las comunidades de práctica, sustentan la idea de que todo aprendizaje es un hecho social. Las personas aprenden mediante las relaciones que establecen con otras personas que también están aprendiendo mientras realizan una actividad que tiene un valor social. Esto es, aprenden en el contexto de una práctica, bajo la influencia de una cultura y en interacción con el otro.

Las comunidades de práctica son organizaciones que aprenden y aparecen en diferentes ámbitos, entre ellos, los educativos. Las instituciones de educación son, fundamentalmente, ámbitos privilegiados de aprendizaje en los que los docentes crean y reconstruyen el conocimiento, y al mismo tiempo generan un aprendizaje colectivo, más allá de lo que se aprende de manera individual (Wenger, 1998).

Las comunidades de práctica son una oportunidad de desarrollo para los docentes, por lo que cabe preguntarse: ¿cómo identificar y/o diferenciar a una comunidad de práctica? Ésta es una cuestión particularmente importante entre los investigadores que tratan de comprender cómo funcionan y qué beneficios tienen las agrupaciones de profesores orientadas a crear conocimiento para el desarrollo de mejores propuestas didácticas. Para responder a dicha pregunta, el objetivo del presente trabajo es identificar y caracterizar a un grupo de profesores e investigadores como una comunidad de práctica. Para tal fin, primero se describen las dimensiones definitorias de una comunidad de práctica, luego se detalla cómo funcionan las comunidades de práctica en el ámbito educativo y, posteriormente, se presenta el estudio realizado.

Las dimensiones definitorias de la comunidad de práctica

Una comunidad de práctica está conformada por un grupo de personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas

o un interés común acerca de un tema. Por medio de la interacción continua, quienes participan en ella profundizan su conocimiento y desarrollan una mayor pericia (Wenger, McDermott, y Snyder, 2002). La comunidad de práctica no debe confundirse con el resto de grupos de trabajo, que pertenecen a una organización, que trabajan juntos por designación de un superior para desarrollar un proyecto o trabajo concreto, y que están sujetos a su duración o a los cambios que puedan darse en una institución (Wenger *et al.*, 2002).

Lave y Wenger (1991) desarrollan el concepto de comunidad de práctica para mostrar la importancia de la actividad como nexo entre el individuo y su comunidad, así como la de las comunidades para legitimar las prácticas individuales. Resaltan el valor del aprendizaje como una actividad en la que el desarrollo del conocimiento es eminentemente social, lo conceptualizan como un hecho colectivo frente a la idea tradicional que lo limita a un proceso individual; es decir, los participantes crean compromisos mutuos en la consecución de las metas de la comunidad. Se parte del supuesto de que el aprendizaje y la práctica son lo mismo, las comunidades refinan su conocimiento desarrollando una labor.

El concepto comunidad de práctica asocia el desarrollo de una actividad socialmente reconocida al contexto en el que tiene lugar, lo cual sirve a dos propósitos: distinguirla del concepto más amplio de cultura y definirla como un tipo específico de comunidad (Wenger, 1998). Al realizar una actividad socialmente significativa los miembros de una comunidad adoptan una responsabilidad colectiva para atender una problemática, gestionar su aprendizaje, establecer un compromiso y definirse a sí misma: “identidad es una forma de hablar acerca de cómo el aprendizaje cambia lo que somos y crea historias personales de transformación en el contexto de nuestras comunidades” (Wenger, 2010, p. 211).

La comunidad funciona con un liderazgo compartido. La revisión y reflexión de los saberes y la experiencia de cualquier miembro dan lugar a comprensiones más complejas que se traducen en acción y en desarrollo del grupo. Todos aportan conocimiento a la comunidad, así, el aprendizaje y la identidad de la comunidad se entrelazan. Las jerarquías no existen, la ubicación de cada individuo es flexible y dinámica, y está dada por su nivel de involucramiento en las actividades de la comunidad (Wenger, 1998; Wenger, McDermott y Snyder, 2002; Montecinos, 2003).

Para los miembros de la comunidad, aprender es un proceso de apropiación y dominio en el empleo de recursos y herramientas orientadas a metas. Cada miembro pasa por un proceso de “participación legítima periférica” en el que recibe el apoyo de los miembros más expertos para realizar actividades importantes para la comunidad, que gradualmente se vuelven más complejas. Los logros de cada individuo son el resultado del tránsito de un lugar en la periferia de la comunidad hacia una participación plena (Lave y Wenger, 1991).

Las dimensiones que dan coherencia a una comunidad y constituyen sus ejes son: el dominio, la comunidad y la práctica (Wenger, McDermott, y Snyder, 2002; Wenger, 2004). Enseguida describiremos brevemente cada una. Más adelante ampliaremos la descripción al reportar el estudio.

Dominio: es el conocimiento alrededor del cual los miembros de la comunidad se afilian e interactúan. La comunidad se organiza en torno del dominio; mediante una participación comprometida y sostenida, los miembros negocian aquellos significados que subyacen a las actividades de la comunidad hasta volverlos significados compartidos.

Comunidad: se establece por medio de relaciones de mutuo compromiso por las que los miembros de la comunidad se integran como una entidad social, interactúan regularmente, se comprometen en actividades conjuntas, construyen relaciones de confianza. El compromiso mutuo es la base de la creación de una *empresa conjunta* con una identidad propia, comprendida y continuamente renegociada por sus miembros. Los intereses y las necesidades individuales pueden ser distintos, pero suponen un proceso colectivo de negociación definida de manera continua por los participantes.

Práctica: los miembros de una comunidad son practicantes de algo que les es común. La práctica puede hacerse explícita de manera consciente, pero también puede que ocurra de modo no intencionado. Las características de la práctica, que sirven de fuente de coherencia a una comunidad, son: el compromiso mutuo, la empresa conjunta y el repertorio compartido:

- a. **Compromiso mutuo.** Aflia a lo miembros de una comunidad mediante una participación mutua y sostenida en actividades de negociación de aquellos significados que importan.
- b. **Empresa conjunta.** El hecho de negociar las acciones comunes mantiene unida a la comunidad mediante un proceso colectivo de negociación definida continuamente por los participantes que, si bien pueden tener intereses y necesidades distintas, establecen relaciones mutuas de responsabilidad que dan lugar a una fuerte coordinación y desarrollo.
- c. **Repertorio compartido.** Esta característica de la práctica es la que da coherencia a la comunidad, mediante la creación de recursos compartidos necesarios para la negociación de significado y para el compromiso con la práctica. Se constituye de rutinas, artefactos, vocabulario, estilos de afrontar problemas, etcétera que los miembros han desarrollado con la experiencia.

En resumen, la comunidad de práctica puede ser vista como un grupo de personas que comparten una preocupación, un conjunto

de problemas o un interés acerca de un tema, y que profundizan su conocimiento y pericia mediante una interacción continua. Por su naturaleza, las instituciones educativas son un espacio idóneo para su desarrollo.

Las comunidades de práctica en el ámbito educativo

En la escuela, las comunidades de práctica son vistas como un ámbito más de un sistema complejo de aprendizaje que trasciende sus muros. En este sentido, las comunidades tienen un efecto al menos en tres dimensiones relacionadas con un fin último que es el aprendizaje: a) internamente, organizan las experiencias educativas vinculando diferentes materias; b) externamente, analizan cómo vincular las formas de participación y experiencias de los estudiantes con escenarios más allá de la escuela; c) analizan cómo mantener que el interés de los estudiantes trascienda el periodo de aprendizaje escolar (Wenger, 2006).

Los integrantes de una comunidad de práctica en una institución de educación superior tienen diferentes niveles de participación; sin embargo, ya sea que se trate de profesores, estudiantes o profesionales, todos aportan a la comunidad diferentes tipos de conocimiento, ideas y conceptos que se consideran herramientas colectivas con las que pensar y aprender.

Para lograr sus objetivos, la comunidad parte de relaciones igualitarias entre sus participantes. Las relaciones de poder son una limitante para su desarrollo: una excesiva dependencia de figuras de poder puede dar lugar al estancamiento de la comunidad, pues es poca la oportunidad de discutir los temas de la comunidad desde diferentes perspectivas, y algunas voces pueden ser acalladas. Por la misma razón, se evita que aparezcan jerarquías que den lugar a que los participantes se agrupen por niveles; al contrario, se busca la participación conjunta de los expertos y los novatos, creándose así un compromiso mutuo. Si bien hay quienes asumen el liderazgo, éste es visto como un acto de servicio: el líder tiene el compromiso de apoyar el aprendizaje de otros miembros y favorecer la gestión de la actividad de la comunidad (Wenger, *et al.*, 2002).

En el caso de los profesores de matemáticas, diferentes investigaciones hablan de que las comunidades de práctica apoyan el desarrollo de sus miembros y crean un compromiso mutuo de impulsar una práctica docente con ciertas cualidades que innove o solucione problemas. Este compromiso se manifiesta de varias maneras: en la colaboración para el desarrollo de un repertorio de herramientas para la enseñanza orientadas a la autonomía del aprendiz; en la reflexión conjunta que, a la par de apoyar la toma de conciencia de las propias formas de pensar, da lugar al desarrollo del conocimiento; en la valoración de la labor de cada uno

de sus integrantes, que se refleja en la confianza con la que la realizan (Llinares, 2008; Da Silva, 2010; Graven, 2004).

Lo más importante, sin embargo, es que la comunidad de práctica es un espacio en el que el profesor comparte un aprendizaje y construye una identidad (Lave y Wenger, 2007). En este contexto, aprender a pensar, hablar y actuar como un profesor de matemáticas implica que los docentes aprendan de manera sistemática, activa y crítica, involucrándose en procesos de reflexión y razonamiento sobre su práctica.

En síntesis, en la educación matemática una comunidad de práctica la constituye, básicamente, un grupo de profesores que aprenden en su actividad, negocian significados sobre la acción docente, generan oportunidades de desarrollo profesional y mejoran la enseñanza en contextos particulares. Es importante resaltar que no cualquier grupo de trabajo es, en sí, una comunidad de práctica: para ser considerada como tal se deben reunir las características que hemos mencionado. No se trata de un grupo cuyos miembros se unen porque tienen en común el compromiso de realizar una labor (por ejemplo, enseñar matemáticas), grupo en el que cada individuo aprende al margen de otros y, una vez concluida la tarea, los integrantes se dispersan. Para constituirse como una comunidad de práctica el grupo debe compartir un aprendizaje y una identidad.

La caracterización de una comunidad de práctica

Para poder identificar y caracterizar en el ámbito educativo a un grupo como una comunidad de práctica es necesario que se manifiesten sus características y dimensiones, por esta razón se propone un estudio cuya meta es caracterizar a un grupo de profesores e investigadores que ha colaborado, por muchos años, de manera sostenida y dinámica, innovando en su práctica docente y haciendo uso de las matemáticas para enseñar a estudiantes de ingeniería. Este grupo, que se autodenomina de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, se desempeña en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Electrónica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

El estudio es de corte cualitativo; se trata de un estudio de caso intrínseco, circunscrito al proceso de caracterización; su intención no es generar una teoría ni generalizar los datos, sino comprender mejor cómo la comunidad se integra y cuáles son los beneficios potenciales de reconocerse como tal (Stake, 1995). Cabe mencionar que el presente estudio forma parte de una investigación más amplia que indaga sobre los mecanismos de aprendizaje de los participantes legítimos periféricos.

El proceso de caracterización ocurre en el diálogo entre la líder de la comunidad y las investigadoras, quienes sostienen diferentes entrevistas a profundidad (Bogdan y Taylor, 1994) que

llevan a un entendimiento completo acerca de las metas, experiencias y preocupaciones del grupo. Se pensó en la líder como informante, porque su papel dentro de la comunidad, más allá de dirigir el trabajo, es propiciar un ambiente que facilite la interrelación de sus miembros. El líder es un miembro respetado y tiene un conocimiento profundo de la comunidad, es moderador en las reuniones, gestiona el acceso a la información y se encarga de organizar el conocimiento que se intercambia (Wenger *et al.*, 2002).

El diálogo entre las investigadoras y la líder dio lugar a un recuento biográfico del grupo, pero, primordialmente, a una reflexión en torno al vínculo entre los referentes conceptuales que sustentan la idea de comunidad de práctica y los que sustentan los planteamientos del grupo de la Matemática en el Contexto de las Ciencias (MCC).

En la gráfica 1 se esquematiza el proceso seguido para identificar y caracterizar al grupo MCC como una comunidad de práctica. Se desarrollaron tres etapas; para cada una se describen las herramientas, el foco de atención y los productos resultantes.

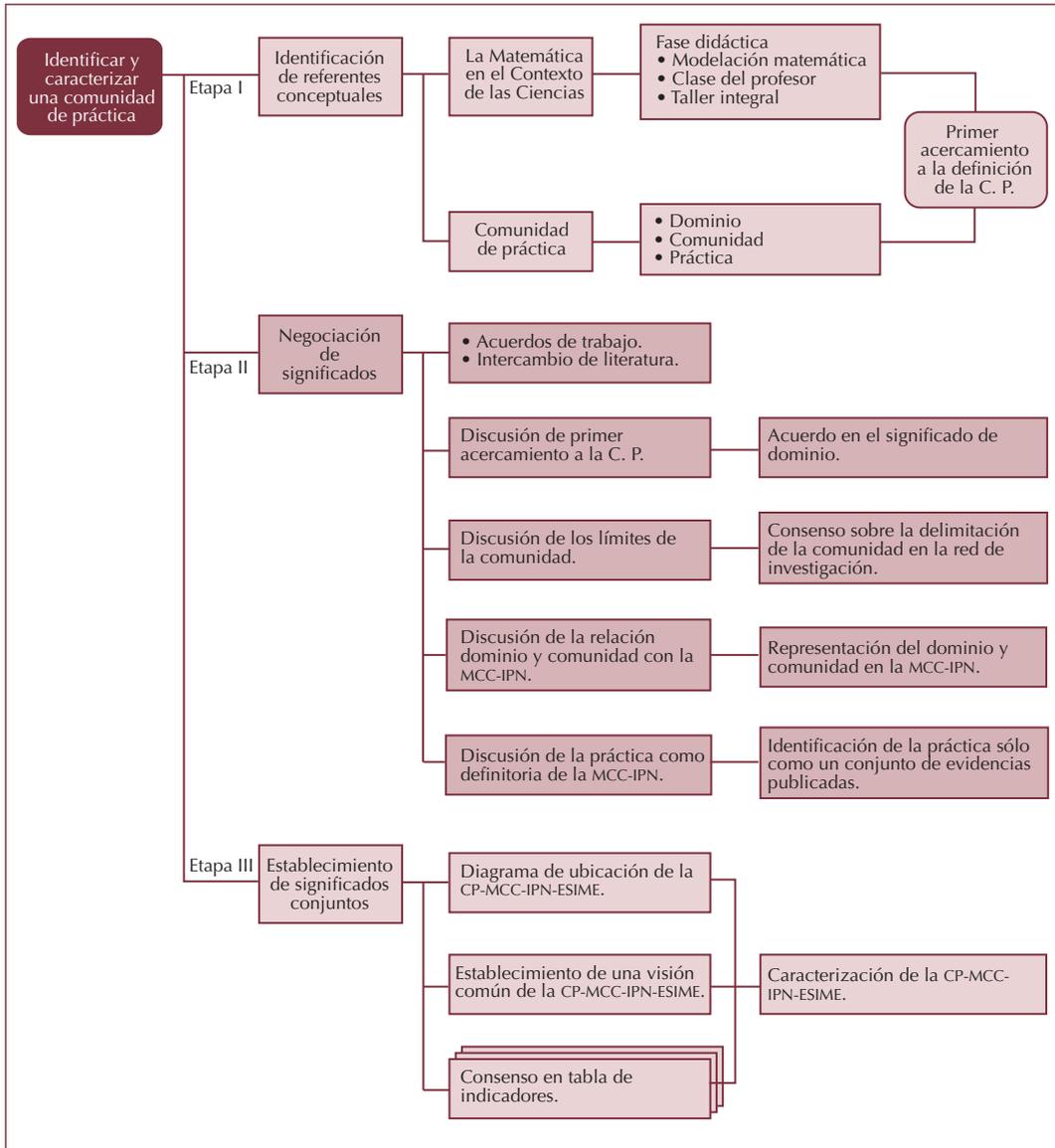
Etapa I. La identificación de referentes conceptuales.

El primer acercamiento al grupo MCC fue mediante la revisión de sus documentos publicados. Tuvo como propósito analizar sus fundamentos teóricos, prácticos y filosóficos para empatarlos con los referentes teóricos desde los cuales se define la comunidad de práctica. En esta revisión se encontraron referentes para hablar del *dominio*, es decir, de la organización alrededor del conocimiento a partir del cual se definieron metas y compromisos. De este análisis se desprendió la siguiente información.

Es un grupo de trabajo que se ha desarrollado a lo largo de 30 años en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), en la Escuela Superior de Mecánica y Electricidad (ESIME), en la ciudad de México. Inició con investigaciones sobre los cursos de matemáticas en las áreas de ingeniería, buscando respuestas a la problemática que todo docente vive por la antipatía de los estudiantes hacia esta materia. Su principal interés ha sido reflexionar acerca del vínculo que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren (Camarena, 1995).

El supuesto filosófico del grupo ha sido capacitar al estudiante para que transfiera el conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren, con el objetivo de favorecer las competencias profesionales y laborales. Camarena (2003) comenta que el grupo MCC ayuda al estudiante a construir su propio conocimiento con enlaces firmes y duraderos, y no volátiles, y refuerza el desarrollo de las habilidades del pensamiento mediante el proceso de resolver problemas y proyectos vinculados con los intereses del alumno.

Gráfica 1. Proceso de caracterización del grupo MCC como una comunidad de práctica.



Para el grupo MCC el tema clave es la matemática enseñada en el contexto de la ciencia, y procura lograr distintos propósitos, como son:

- ▶ Vincular la matemática con otras disciplinas afines a la electrónica.
- ▶ Desarrollar los cursos de matemáticas de acuerdo con las necesidades y ritmos que dictan los cursos de ingeniería.

- ▶ Clasificar y caracterizar los modelos matemáticos en ingeniería, ya que es un elemento clave en la formación del ingeniero.
- ▶ Fortalecer la reorganización cognitiva de conceptos y procesos matemáticos.
- ▶ Preparar al estudiante para que enfrente su futura actividad laboral y profesional de manera competente.
- ▶ Utilizar la estrategia didáctica que el grupo MCC propone para la modelación matemática (Camarena, 1984, 1987, 1995, 2001, 2005, 2007).

La evolución del planteamiento teórico del grupo ha ocurrido en diferentes momentos; en ella se identifican cinco fases:

- ▶ Curricular (1984), orientada a establecer el vínculo entre la ingeniería y la matemática.
- ▶ Didáctica (1987), dirigida a delimitar cómo se enseña la ingeniería utilizando la matemática.
- ▶ Epistemológica (1988), en la que se establece que no es posible separar la ingeniería de la matemática; esta última es vista como una herramienta de apoyo, con una función específica en el nivel universitario.
- ▶ Formación docente (1990), se establece la necesidad de que los docentes de ingeniería tengan una formación didáctica para enseñar, integradamente, ingeniería y matemática.
- ▶ Cognitiva (1992), orientada a que los estudiantes aprendan a pensar integrando la matemática y la ingeniería.

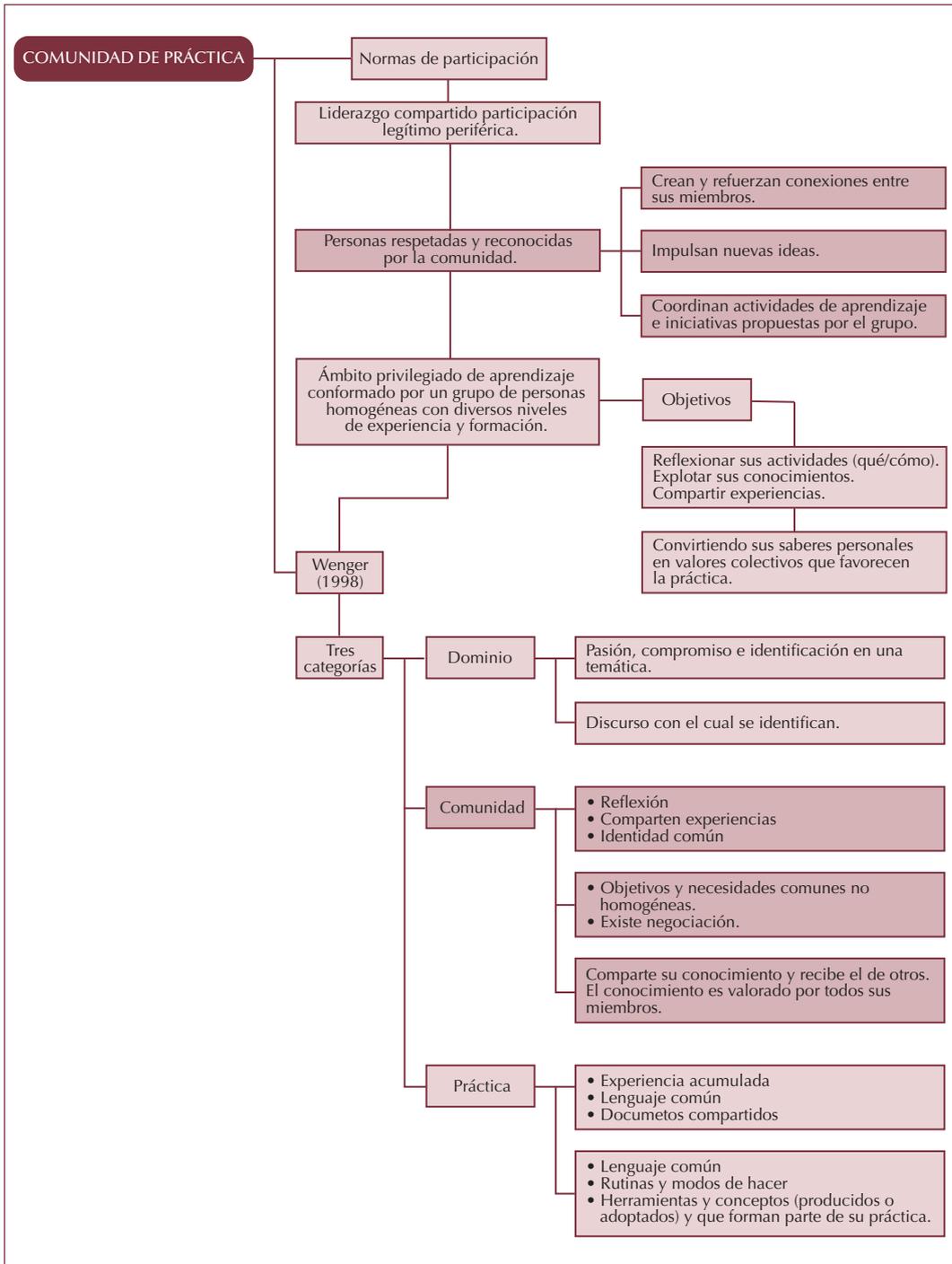
Estos referentes conceptuales del *dominio*, además de ser el resultado del primer acercamiento a la caracterización del grupo MCC como una comunidad de práctica, continuaron siendo una parte medular del diálogo con la líder. A partir de ellos tiene lugar la negociación de significados.

Etapa II. La negociación de significados.

En el diálogo entre las investigadoras y la líder cada cual presenta su propia perspectiva para llegar a un entendimiento mutuo. Exponen sus puntos de vista sobre las conceptualizaciones que les son familiares: para las primeras, son los componentes de la comunidad (dominio, comunidad y práctica); y, para la segunda, son los planteamientos del grupo MCC.

Como punto de partida, las investigadoras presentan a la líder una representación gráfica de lo que es la comunidad de práctica (véase la gráfica 2). Esto favorece que ella tenga una apreciación más clara de sus dimensiones fundamentales. Igualmente, a partir

Gráfica 2. Esquematación de la constitución de una comunidad de práctica.



de este momento la líder presenta sus ideas, siempre aludiendo a los referentes teóricos del trabajo del grupo MCC.

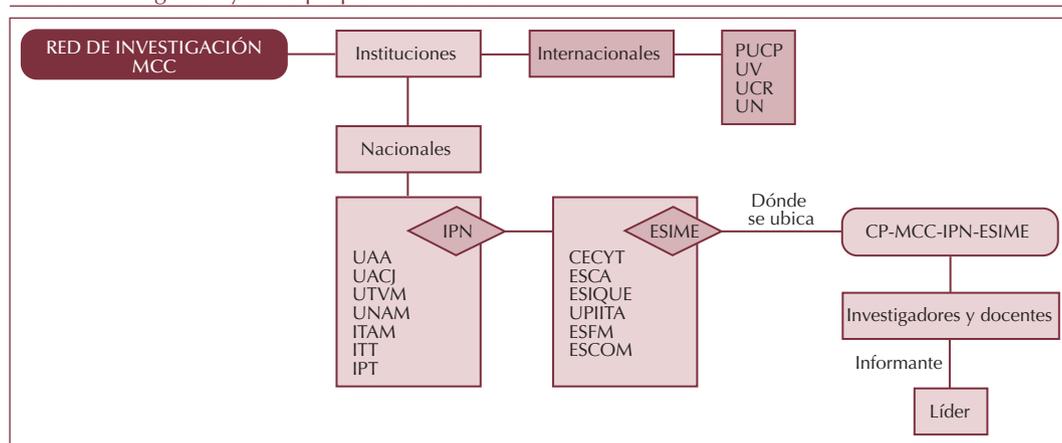
En este contexto, el diálogo se centra en ubicar los límites de la comunidad y reconocer al grupo MCC como tal.

Ubicación de los límites de la comunidad

Las comunidades de práctica están inmersas en instituciones sociales más amplias; si bien aquéllas son parte de éstas, no son las que les dan su identidad. Por esta razón, dos tareas importantes de esta fase fueron: establecer la diferencia entre el grupo MCC y otros grupos que pertenecen a una misma red de investigación, y sentar las bases para comparar una visión común entre la líder y las investigadoras sobre el significado que se da a la noción de “comunidad”.

En la gráfica 3 se sitúa al grupo como parte de la red de investigación. Aquí se identifica la institución (IPN) estableciendo contacto con la red, y se establecen las fronteras con otros grupos que son parte de la misma red, pero que difieren, en su práctica, en la actividad específica alrededor de la que el grupo MCC se ha desarrollado, así como en el repertorio compartido; es decir, en sus experiencias, historias y maneras de enfrentar problemas (Wenger *et al.*, 2002). Al llegar a este punto, las investigadoras y la líder acuerdan que el grupo sea identificado como una comunidad de práctica a la que denominan “La Matemática en el Contexto de las Ciencias del Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Electrónica” (MCC-IPN-ESIME), distinguiéndola, así, de los otros grupos que participan en la red de investigación y en la institución a la que pertenecen.

Gráfica 3. Ubicación de la comunidad de práctica MCC-IPN-ESIME dentro de la Red de Investigación y en la propia institución.



En esencia, lo que se acuerda es que, si bien el grupo comparte con la red de investigación y con la institución una visión de cómo enseñar la ingeniería utilizando las matemáticas, tiene una identidad propia que la distingue por su conocimiento y experiencia en la enseñanza (cuadros 1 y 2).

Para llegar a este acuerdo fue central identificar las actividades en las que solo participa el grupo, al margen del resto de la red de investigación. Entre ellas se mencionaron: un taller integral para alumnos de noveno semestre, en el que se trabaja alrededor de los planteamientos del dominio; el empleo de

Cuadro 1.

Identificación de referentes para el dominio del conocimiento.

Dominio de conocimiento. Definido por medio de un discurso y una competencia que se comparten y que distinguen a los miembros de la comunidad de otros grupos. Está centrado en áreas de interés y temas clave que dan a la comunidad una identidad propia (Wenger, 2006).		
Definición en el contexto de la MCC-IPN-ESIME	Propósito de la MCC-IPN-ESIME	Evidencias generadas por la MCC-IPN-ESIME
<p>El tema central es enseñar cómo se utiliza la matemática en el contexto de las carreras de ingeniería.</p> <p>Sus planteamientos se orientan a capacitar al estudiante para que transfiera el conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren y, así, favorecer las competencias profesionales y laborales.</p> <p>Se fundamenta en los siguientes paradigmas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La matemática es una herramienta de apoyo y una disciplina formativa. 2. La matemática tiene una función específica en el nivel universitario. 3. Los conocimientos nacen integrados. 	<p>Fortalecer en los alumnos la reorganización cognitiva de conceptos y procesos matemáticos, para promover que construyan modelos matemáticos.</p> <p>Preparar al estudiante para que enfrente su futura actividad laboral y profesional de manera competente.</p> <p>Desarrollar los cursos de matemáticas acordes con las diferentes asignaturas, logrando que los alumnos construyan modelos matemáticos.</p> <p>Utilizar la estrategia didáctica de la Matemática en Contexto para la enseñanza y el aprendizaje que incluye la modelación matemática.</p>	<p>Identificación de tres tipos de elementos que se describen matemáticamente dentro del conocimiento de la ingeniería:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) problemas de la ingeniería, b) objetos de la ingeniería, c) situaciones específicas que determina la ingeniería. <p>Producciones de los alumnos reportadas en artículos.</p> <p>Trabajos publicados con problemas y proyectos contextualizados.</p> <p>Vinculación con las demás áreas del conocimiento en la formación del alumno.</p> <p>Actividades de enseñanza situadas en la futura vida profesional y laboral.</p> <p>Discusión de nociones matemáticas en problemas de la vida cotidiana.</p>

Cuadro 2.

Delimitación de los referentes para la comunidad.

Comunidad. Al perseguir los intereses de su dominio, los miembros de la comunidad interactúan de modos específicos. Por medio de la reflexión, de compartir ideas, de escuchar experiencias e historias aprenden unos de otros y favorecen que nuevos miembros se integren a ella sobre la base de un compromiso y un liderazgo compartidos (Wenger, 2006).

Definición en el contexto de la MCC-IPN-ESIME	Propósito de la MCC-IPN-ESIME	Evidencias generadas por la MCC-IPN-ESIME
<p>Los miembros de la MCC interactúan con base en su filosofía sobre cómo debe enseñarse la matemática en la educación superior.</p>	<p>Reflexionar acerca del vínculo que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, y la matemática y las competencias laborales y profesionales.</p> <p>Identificar cómo modelar matemáticamente problemas de la vida laboral y profesional.</p> <p>Construir una estrategia didáctica que incorpore de manera consciente la modelación matemática en los cursos de matemáticas.</p> <p>Incorporar los componentes de actitudes y valores a las situaciones de enseñanza contextualizada.</p>	<p>Identificación de las interacciones de tres elementos que se describen matemáticamente dentro del conocimiento de la ingeniería: a) problemas de la ingeniería; b) objetos de la ingeniería; c) situaciones específicas que determina la ingeniería.</p> <p>Curso, impartido al grupo, sobre el análisis de Fourier, en el contexto del análisis de señales eléctricas y electromagnéticas.</p> <p>El caso de un grupo piloto de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, campus Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional de México. Se trabajó todo el proceso metodológico que describe la fase didáctica de la Matemática en el Contexto de las Ciencias.</p> <p>Diseño del taller integral para los estudiantes (tercera etapa del proceso didáctico de MCC).</p> <p>Proyectos de tesis de doctorado "Cómo incorporar la tecnología a la enseñanza de la transformada Z".</p> <p>Diseño del curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos.</p>

estrategias específicas de enseñanza para trabajar en el aula; las reuniones de trabajo para analizar, discutir y planificar formas de enseñanza; las reuniones de trabajo entre la líder y algún participante del grupo, con fines de asesoría o de establecer acuerdos de trabajo. Posteriormente, en la siguiente fase, estas actividades serían entendidas como parte del componente "práctica" de la comunidad.

Reconocimiento de indicadores de la comunidad de práctica MCC-IPN-ESIME

Como ya se dijo, el *dominio* es el punto de partida con el que la comunidad se crea y articula como tal; define las interacciones y compromisos entre los miembros de la comunidad, al igual que su práctica. El primer consenso que se establece es en relación con el *dominio*: la revisión documental ofrece los referentes necesarios para que investigadoras y líder acuerden que el grupo posee un conocimiento propio que vincula a sus miembros y los distingue de otros grupos. Con el diálogo se facilitó la identificación de otros aspectos del *dominio*, varios de ellos fueron entendidos con mayor profundidad. Se acordaron la definición de *dominio* en el contexto de la MCC-IPN-ESIME, sus propósitos y evidencias (cuadro 1).

Los consensos entre líder e investigadoras alrededor del *dominio* favorecen que sea entendida de manera más profunda la MCC-IPN-ESIME. Se reconoce que las formas de interacción entre sus miembros están matizadas por una filosofía muy propia de la enseñanza que los lleva a reflexionar sobre el vínculo entre la matemática, las ingenierías y las destrezas laborales que los estudiantes necesitan desarrollar para atender los problemas de su profesión; es justo a partir de esta filosofía que se hace un planteamiento didáctico. Sus reflexiones y preocupaciones los llevan a trabajar juntos, aprendiendo de las experiencias individuales y grupales. En el cuadro 2 se presenta la definición de la comunidad a partir de los fundamentos de la MCC-IPN-ESIME, los propósitos que se persiguen y la evidencia que como comunidad han desarrollado.

Como resultado de esta fase se consigue una visión común de las nociones de *dominio* y *comunidad*. Por medio de la exposición de ideas y argumentos, las investigadoras y la líder negociaron los diferentes significados relacionados a la comunidad de práctica y a la matemática en el contexto de la ciencia, lo que conduce a una visión conjunta de las dos posturas (Voigt, 1994). En este proceso juega un papel central la mediación de las representaciones gráficas; gracias a los diferentes cuadros o tablas y diagramas confluyen los discursos y significados de las investigadoras y la líder. Al término de esta fase se llegó a una comprensión y a un consenso de conceptos por ambas partes, lo cual permitió definir y caracterizar al grupo como una comunidad de práctica, abriéndose así la posibilidad de entender la “práctica”.

Etapa III. El establecimiento de significados compartidos.

En esta fase se revisaron y presentaron los propósitos y evidencias que ubican las actividades en las que la comunidad da sentido a la

Cuadro 3.

Delimitación de los referentes para la práctica.

Práctica. Experiencia acumulada como individuos o como comunidad, que resulta en un conjunto de referentes, ideas, información, lenguajes, historias y documentos que los miembros comparten (Wenger, 2006).

Definición en el contexto de la MCC-IPN-ESIME	Propósito de la MCC-IPN-ESIME	Evidencias generadas por la MCC-IPN-ESIME
<p>La comunidad actúa orientada por su modelo de enseñanza, adecuado a diferentes actividades académicas. Esto da lugar a diferentes experiencias y conocimientos que se comparten en la práctica.</p>	<p>Analizar problemas de la ingeniería reportados en los libros de texto de los estudiantes, así como problemas reales de la industria y problemas de proyectos de investigación en ingeniería.</p> <p>Transferir el conocimiento, es decir, la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico como habilidad básica para el proceso de contextualizar los problemas matemáticos.</p> <p>Incorporar la modelación matemática a los cursos de matemáticas. Dar sentido y significado a los temas y conceptos de la matemática en el contexto de otras ciencias.</p> <p>Construir conocimientos integrados no fraccionados y aprendizajes significativos.</p>	<p>Publicaciones en memorias de congresos.</p> <p>Proceso didáctico que se hace evidente en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El trabajo en el aula: se diseña y desarrolla la estrategia didáctica. 2. Cursos extracurriculares para desarrollar habilidades del pensamiento, habilidades heurísticas y metacognitivas. 3. Taller integral en los últimos semestres. 4. Reuniones de trabajo para asesoría y acuerdos.

noción de *práctica*. En el cuadro 3 se presenta cómo se delimitan la definición, los propósitos y evidencias para hablar de ella.

En las actividades de la comunidad de práctica MCC-IPN-ESIME la *práctica* ocurre en diversos entornos: en el aula, en la interacción de los docentes de la comunidad con sus alumnos, en la discusión entre sus miembros y otros profesores de ingeniería, y en un taller para alumnos de noveno semestre.

Esta fase de establecimiento de significados conjuntos estuvo matizada por los acuerdos sobre los indicadores que precisan e integran los componentes fundamentales para caracterizar a la MCC-IPN-ESIME como una comunidad de práctica; estos indicadores se conforman, primero, por las tres categorías clave que constituyen una comunidad; y, segundo, por los propósitos y productos creados por la comunidad.

Al concluir esta fase, la líder reconoce el valor de haber caracterizado a su grupo como una comunidad de práctica, en tanto que como grupo esto les da una identidad y les posibilita sistematizar y organizar su conocimiento.

Considero que la tabla [se refiere a dominio, comunidad y práctica integrados] es un buen elemento para observar en qué categoría se integran los elementos de la MCC. Creo que esto permite ir sistematizando el trabajo de la CP-MCC-IPN-ESIME . . . porque así se llama . . . ahora ya no tengo duda, es clara la representación en el diagrama . . . y los indicadores así lo sustentan . . . el grupo es una comunidad de práctica. (Fragmento, entrevista con la Dra. Camarena, 2011)

A partir de este punto, la líder abre la posibilidad de que las investigadoras se acerquen más a la comunidad.

Es importante que participen como observadoras en reuniones de trabajo de la comunidad de práctica y hacer observaciones de la clase de un profesor en la primera etapa de la fase didáctica y observación en el taller integral [segunda etapa de la fase didáctica], pues se puede escribir cómo se trabaja en la comunidad de práctica. . . . Sí, sería interesante, así lo creo. (Fragmento, entrevista con la Dra. Camarena, 2011)

Conclusiones

Para caracterizar a grupos de docentes que compartan un interés común como una comunidad de práctica es necesario enfocar la atención en lo que sus miembros piensan que es relevante y significativo al desarrollar su práctica, en lo que les da su identidad. Encontramos que en este proceso una vía adecuada es buscar al líder o grupo líder, pues, además de ofrecer una interpretación adecuada de los documentos de la comunidad, es quien conoce: las cuestiones importantes que están en juego en la comunidad, lo que es importante compartir, las ideas emergentes y, sobre todo, a sus miembros, así como las relaciones que se crean entre ellos (Wenger, 1998; Wenger *et al.*, 2002).

La identificación de un grupo de trabajo como una comunidad de práctica es un proceso que requiere buscar formas de comunicación que faciliten la negociación de significados y el establecimiento de significados compartidos. En este trabajo los diagramas y la ubicación de la información en cuadros lo hicieron. La sistematización de las representaciones favoreció la claridad sobre los conceptos, indicadores y definiciones; a partir de esto se tuvo mayor probabilidad de delimitar y establecer los elementos definitorios de la MCC-IPN-ESIME.

El proceso seguido nos muestra que el punto de partida para reconocer una comunidad es el *dominio*. Para el grupo, es evidente lo que es; no tanto por lo que hace, sino por los documentos en los que acota los fundamentos teóricos de su práctica. Al tomar conciencia de que el dominio tiene sentido en las interacciones del grupo y que es lo que los afilia, se abre la posibilidad de verse a sí mismos como una comunidad que, si bien puede pertenecer a otra organización (la red de investigación) y a una institución (el IPN), tiene una identidad propia. Estos antecedentes son la base para reconocerse a sí mismos como practicantes con una visión común de cómo enseñar a los estudiantes a ver de manera integrada la matemática y la ingeniería.

Reconocerse como una comunidad de práctica implica, para el grupo y sus miembros, asumir una identidad desde la cual se reconocen e interactúan, pero también negocian sus prácticas con otras comunidades (como las otras escuelas del IPN) o con una comunidad global (como la red de investigación) (Wenger, 1998). Por medio del proceso fue posible apreciar que en este grupo de investigadores y docentes el significado, la comprensión y el aprendizaje están definidos en relación con elementos que a la vez son únicos y compartidos: un conocimiento que les es común, los contextos de su actividad, es decir, la matemática en el contexto de las ciencias, y sus experiencias en la práctica. Igualmente, al asumir una identidad propia, los miembros de la CP-MCC-IPN-ESIME se ven a sí mismos de manera integrada y buscan extender e innovar con sus prácticas, aprendiendo y compartiendo su conocimiento.

Una vez que el grupo es visto como una comunidad de práctica, el conocimiento fluye de manera más ágil y circula entre sus miembros. Así, se sientan las bases para que los docentes reconozcan el aprendizaje como un hecho social en el que la participación da lugar a un proceso de aprender y construir conocimiento. Esto puede dar pie a una transformación positiva de la práctica en el aula, pues los profesores, al ver la riqueza implícita en concebir el aprendizaje como un acto social, buscarán extender esta visión a sus aulas. Puede ocurrir que ya no se piense tanto en cómo transmitir conocimiento a los estudiantes, sino más bien en cómo responsabilizarlos de la creación del conocimiento.

A partir de su caracterización como una comunidad de práctica, la MCC-IPN-ESIME puede facilitar a los miembros recién llegados el acercamiento a su filosofía y propuestas didácticas, ya no solo en términos de los referentes teóricos –que antes de visualizarse como una comunidad era el aspecto que sobresalía–, sino en términos de su práctica e identidad. Es un hecho que los profesores recién llegados adoptarán una participación legítima periférica y contarán con un mejor acompañamiento en este proceso, hasta llegar a participar de manera plena.

A nuestro entender, la caracterización del grupo MCC-IPN-ESIME como una comunidad de práctica resalta sus cualidades y le ofrece un marco de referencia para desarrollar una comprensión más profunda de cómo usar la matemática en la enseñanza de la ingeniería, así como para acercar a nuevos integrantes y comprender mejor los procesos de profesionalización de sus estudiantes.

Referencias

- Bogdan, R., y Taylor, S. (1994). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*. México, D. F.: Paidós.
- Camarena, G. P. (2007). *La matemática formal en la modelación matemática*. Reporte de investigación. ESIME-IPN. México, D. F.
- Camarena, G. P. (2005). *La matemática en el contexto de las ciencias: las competencias profesionales*. Reporte de investigación. México, D. F.: ESIME-IPN.
- Camarena, G. P. (2003). *La matemática en el contexto de las ciencias: la resolución de problemas*. Reporte de investigación. México, D. F.: ESIME-IPN.
- Camarena, G. P. (2001). *Las funciones generalizadas en ingeniería, construcción de una alternativa didáctica*. México, D. F.: Editorial ANUIES.
- Camarena, G. P. (1995). La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería. XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana.
- Camarena, G. P. (1987). *Diseño de un curso de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos*. Tesis de Maestría en Matemática Educativa, CINVESTAV-IPN, México, D. F.
- Camarena, G. P. (1984). El currículo de las matemáticas en ingeniería. Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN, México, D. F.
- Da Silva, H. (2010). Uma Caracterização do Centro de Educação Matemática – CEM (1984-1997) como uma comunidade de prática de formação continuada de professores de matemática. *Bolema*, 23(35), 185-218. Recuperado de: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/3738/3148>
- Graven, M. (2004). Investigating mathematics teacher learning within an in-service community of practice: The centrality of confidence. *Educational Studies in Mathematics*, 57(2) 177-211.
- Lave, J., y Wenger, E. (2007). *Aprendizaje situado: participación periférica legítima*. México, D. F.: FES Iztacala, UNAM.
- Llinares, S. (2008). Construir el conocimiento necesario para enseñar matemática: prácticas sociales y tecnología. *Revista Evaluación e Investigación*, 3(1), 7-30.
- Montecinos, C. (2003). Desarrollo profesional docente y aprendizaje colectivo. *Psicoperspectivas*, 2, 105-128.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos* (2ª ed.). Madrid, Es.: Morata.
- Voigt, J. (1994). Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26(2-3), 275-298.
- Wenger, E. (2010). A social theory of learning. En K. Illeris (Ed.), *Contemporary theories of learning; Learning theorists...in their own words* (pp. 209-218). Nueva York, NY: Routledge.
- Wenger, E. (2006). *Communities of practice: A brief introduction*. Recuperado de: <http://www.ewenger.com/theory/>

- Wenger, E. (2004). KM is a doughnut: Shaping your knowledge strategy through communities of practice. *Ivey Business Journal*, January-February.
- Wenger E., McDermott, R., y Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, meaning and identity*. Nueva York, NY: Cambridge University Press.