



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

La modelación matemática en la formación inicial de profesores de matemáticas: visiones de algunos formadores.

**Alejandra Marín Ríos
Maria Alejandra Correa Carvajal
Paola Andrea Gómez Úsuga**

**Asesores:
Jhony Alexander Villa-Ochoa
Yadira Marcela Mesa**

INFORME TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
CENTRO DE INVESTIGACIONES EDUCATIVAS Y PEDAGÓGICAS
MEDELLÍN
2015**



Agradecimientos

A los profesores de la Licenciatura en Matemáticas y Física, quienes con la narración de sus experiencias, sus preocupaciones, sus ideas y su práctica hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Al coordinador del programa Licenciatura en matemáticas y Física, el profesor Tarcilo Torres Valois, por brindarnos la información que requerimos de manera oportuna.

A los estudiantes de la Sede Urabá por su acogida y sus deseos de discutir y reflexionar sobre la profesión docente y su proceso de formación.

Al coordinador de la Sede Carepa Osvaldo Morales Maya, por su hospitalidad y porque con sus experiencias y trayectoria en la región nos brindó información valiosa para este proyecto.

A nuestros asesores Jhony Alexander Villa-Ochoa y Yadira Marcela Mesa, por su acompañamiento constante, sus sugerencias para realizar un trabajo riguroso y sobre todo por aportar a nuestra formación como maestras con la consolidación de espacios de discusión y reflexión como el semillero de investigación MATHEMA-FIEM.

A nuestras familias, por acompañarnos, apoyarnos, comprendernos y motivarnos a llevar a cabo nuestros proyectos.

A la Universidad de Antioquia por seguir siendo el espacio donde queremos crecer como profesionales, maestros, investigadores y como personas.

Resumen

El programa de regionalización de la Universidad de Antioquia, lleva más de 10 años ofreciendo a los habitantes del departamento de Antioquia la oportunidad de repensar el desarrollo de las regiones, asuntos económicos, políticos, ambientales y sociales, y motivando la ejecución de proyectos de investigación en diferentes áreas. La facultad de Educación se ha hecho partícipe de este proceso con algunos programas académicos, entre ellos, la Licenciatura en Matemáticas y Física en algunas regiones como Urabá.

Un asunto relevante abordado por muchos investigadores en diferentes líneas de la didáctica de las matemáticas hace alusión a la importancia de reconocer las particularidades del contexto educativo, con el fin de motivar hacia el aprendizaje, promover experiencias de conocimiento significativas, conocer las aplicaciones de las ciencias a la cotidianidad y contribuir a la transformación de algunas prácticas sociales. Una de las estrategias de enseñanza que pretende lograr estos propósitos es la modelación matemática. En este estudio, se indaga sobre dicha estrategia dentro del programa Licenciatura en Matemáticas y Física de la región de Urabá.

Esta investigación se propuso examinar las ideas sobre modelación matemática presentes en algunas asignaturas del plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas y Física, en el discurso de los formadores de profesores y sus prácticas en el contexto de Urabá, con el propósito de exponer los acercamientos entre las acciones de los formadores y las tendencias en el ámbito de la formación en modelación matemática en los programas de formación inicial del profesorado. Como elementos importantes para el análisis sobre las visiones en torno a la modelación se consideraron: los tipos de problemas, sus objetivos y las dinámicas que se llevan a cabo en el aula de clase.

Para cumplir los objetivos planteados, se realizó un estudio de casos como método de investigación cualitativa, ya que se llevó a cabo una investigación en ambientes naturales, buscando profundidad en las interpretaciones y con una finalidad descriptiva. En la etapa de recolección de información se realizaron guías de lectura de los programas de curso de Introducción al Cálculo y Geometría Euclidiana, bitácoras de observación, encuestas, entrevistas, cuestionarios escritos para los formadores de estas asignaturas y algunos maestros en formación de la región de Urabá.

Entre los principales hallazgos se encuentra el reconocimiento por parte de profesores y estudiantes respecto a la importancia de conocer las aplicaciones de las matemáticas, pero no es claro cómo estas y la modelación se deberían incorporar en el currículo de la Licenciatura; adicionalmente se percibe que el énfasis que se hace en las asignaturas de matemáticas está en el aprendizaje de los conceptos a partir de problemas hipotéticos e intramatemáticos, pero las aplicaciones en la cotidianidad y a otras ciencias, en ocasiones,



se conciben como un asunto opcional en los cursos y es asumido de manera distinta por los formadores. Estos y otros resultados sugieren la creación de espacios para la capacitación, socialización y reflexión sobre las metodologías de enseñanza, discutir en torno al perfil del futuro profesor y cómo desde cada asignatura se puede contribuir para su formación integral; fomentar actividades en las que los profesores en formación desarrollen una sensibilidad y experiencia en la identificación de situaciones cotidianas que puedan ser modeladas y que estos esfuerzos redunden en prácticas futuras distintas dentro de las aulas escolares.

Palabras clave: formación inicial de profesores de matemáticas, modelación matemática, formadores de profesores, matemáticas en contexto.

Tabla de contenidos

Referentes Conceptuales	1
Planteamiento del problema.....	1
Preguntas de Investigación.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
Referentes teóricos.....	6
La formación inicial de profesores en Modelación matemática	6
Distintas maneras de comprender la Modelación en Educación Matemática.....	9
Referentes Metodológicos	15
Estudio de Casos.....	15
Selección y caracterización de los casos.....	15
Fases de la investigación.....	16
Validación del proceso de investigación	19
Resultados	20
El conocimiento del futuro profesor de matemáticas	20
El papel de las aplicaciones y la modelación en la formación inicial de profesores de matemáticas	22
Metodología de enseñanza de los formadores en las asignaturas de matemáticas.....	22
La Modelación Matemática como metodología de enseñanza.....	24
La modelación matemática y la enseñanza de las matemáticas en contexto	26
Discusión de los resultados y conclusiones	29
Implicaciones para la formación de profesores de matemáticas: cambios curriculares y sensibilización de los formadores	31
Otras necesidades en la formación de profesores de la región de Urabá y algunas propuestas ...	32
Perspectivas futuras de investigación.....	34
Referencias bibliográficas	35
Anexos	41



Listado de tablas

Tabla 1. Articulación de la Modelación matemática en programas de formación inicial de profesores.....	7
Tabla 2. Características y acciones que implican la Modelación en Educación Matemática.	12
Tabla 3. Objetivos de la Modelación en Educación Matemática.	12
Tabla 4. Características de los problemas utilizados en un proceso de Modelación.	12
Tabla 5. Metodología de enseñanza en las asignaturas de matemáticas.	23
Tabla 6. Miradas de los formadores sobre la modelación, sus objetivos de enseñanza y los tipos de problemas empleados	25

Listado de figuras

Figura 1. Las aplicaciones y la modelación matemática en la formación de profesores	17
Figura 2. Elementos de la formación de profesores de matemáticas	21

Referentes Conceptuales

Planteamiento del problema

La consolidación del programa de regionalización de la Universidad de Antioquia ha sido una oportunidad para repensar el desarrollo de las regiones del departamento de Antioquia. Entre los asuntos importantes a considerar está la identificación de fortalezas, necesidades y debilidades de la región, ejecutar proyectos que surjan desde la iniciativa de sus pobladores en colaboración con otros agentes, que aporten no sólo desde lo económico sino también en la apertura de espacios para pensar lo social, lo político y lo ambiental de la región.

La propuesta de regionalización tiene una trayectoria de más de dos décadas y ha dejado clara su labor social, abriendo las puertas de la universidad a miles de habitantes de diversas zonas del departamento de Antioquia, buscando fortalecer, en consonancia con el Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015 “una educación pública de calidad como un derecho de todos” (PDD, 2013, p.1). El progreso ha sido de tal magnitud que éste se ha considerado como un programa modelo reconocido por distintas instancias gubernamentales como el Ministerio de Educación Nacional que entregó en el año 2011 el Premio a la Mejor Experiencia de Regionalización de la Educación Superior y dos años más tarde recibió el premio al Mejor Proyecto de Regionalización en 'Los Mejores en Educación 2013'.

Dependencias académicas de la sede central como la Facultad de Educación se han hecho partícipes de este proceso con el fin de fomentar la equidad y el desarrollo regional, mediante la descentralización de la Alma Mater, para “ser Universidad de Antioquia en las regiones, desde las regiones y para las regiones” (Universidad de Antioquia, 2013). Comprometerse con la estrategia de regionalización es también sumarse desde todas las instancias académicas a los esfuerzos por consumir el propósito de “...garantizar la circulación y generación de conocimiento socialmente útil, participando en la formación de capacidades para que los actores locales construyan proyectos colectivos que les permitan mejorar la calidad de vida de sus comunidades” (Universidad de Antioquia, 2013).

La licenciatura en Matemáticas y Física ha estado presente en las regiones, se han egresado estudiantes de las Seccionales y Sedes en Oriente, Magdalena Medio, Bajo Cauca y Suroeste, y actualmente cuenta con cohortes vigentes en la Seccional Urabá, en la Sede Norte y en Envigado (Sede Convenio Envigado); por esta razón debería procurar la recontextualización de su propuesta de formación acorde con sus objetivos y repensar las estrategias metodológicas que posibiliten a la comunidad educativa de cada región responder a sus demandas específicas (Gómez, et al., 1998).

En relación con la contextualización de los contenidos y metodologías de enseñanza, se ha encontrado en la literatura ensayos teóricos, estudios empíricos y reflexiones pedagógicas que llaman la atención sobre su importancia. Al relacionar el contexto de los estudiantes con los conocimientos matemáticos se espera: contribuir con un aprendizaje de las matemáticas de manera significativa mediante la solución de problemas *reales*; encontrar sentido a los contenidos aprendidos en clase y poder utilizarlos en el ejercicio de los derechos ciudadanos dentro de una sociedad democrática (Colombia, 2006); brindar oportunidades a los estudiantes para que se aproximen a su realidad y la comprendan (Villa-Ochoa, Bustamante y Berrío, 2010) y dicho conocimiento se considera el primer paso para la transformación de esas realidades (Ponte, 1992).

La modelación matemática podría emerger entonces, como una posibilidad para aproximarse a la realidad de los estudiantes de las regiones, despertando su interés, promoviendo el aprendizaje de las matemáticas y generando experiencias a partir del contacto directo con el conocimiento y su realidad. Así, desde los Lineamientos Curriculares planteados por el Ministerio de Educación Nacional (Colombia, 1998), se propone la modelación como un proceso general donde se parte de una situación problemática real hasta la formulación de un modelo matemático; en este sentido se subraya la necesidad de “relacionar los contenidos de aprendizaje con la experiencia cotidiana de los alumnos, así como presentarlos y enseñarlos en un contexto de situaciones problemáticas y de intercambio de puntos de vista” (Colombia, 1998, p. 35). En relación con el término *real*¹, aquí se considera en el sentido que propone Villa-Ochoa (2009) como un componente cercano a aquellos “contextos cotidianos, sociales, culturales, de consumo o de otras ciencias” (p.6) donde se involucren y se pongan en diálogo la diversidad de experiencias y vivencias de los participantes en el aula de clase.

De esta manera, la modelación matemática se piensa como una posible estrategia que favorece las condiciones de aprendizaje de las matemáticas, donde los problemas a modelar que surgen del contexto son primordiales para entablar un diálogo entre las matemáticas y la realidad. Sin embargo, cabe señalar que en el plano de lo práctico los profesores han presentado dificultades para reconocer las situaciones del contexto que son pertinentes para trabajar en sus clases de matemáticas (Villa-Ochoa et al., 2010); en este sentido, Villa-Ochoa, et al. (2010) sugiere que los profesores en formación y en ejercicio tengan espacios para reflexionar sobre cuáles son los contextos adecuados a la realidad escolar y a partir de ahí construyan sus propias propuestas de intervención.

¹ El término *real* tiene una amplia connotación en la investigación en modelación matemática y ha sido el centro de diversos debates filosóficos. El lector interesado puede ampliar la discusión en Araújo (2009) y en Beswick (2011).

Coherente con lo anterior, en la literatura internacional se plantea la necesidad de que los futuros profesores tengan experiencias con estrategias de enseñanza como la modelación matemática durante su formación, con el fin de mitigar las dificultades que se presentan en su implementación en las aulas de clase, porque ellos también deberían aprender a resolver problemas y a modelar situaciones para proponerles posteriormente a sus estudiantes. Además, algunos autores como Kaiser (2006) señalan que no existe una transferencia entre el conocimiento de los conceptos matemáticos al conocimiento sobre la resolución de problemas y las aplicaciones, es decir que este último aspecto requiere ser tratado de manera diferenciada en el currículo sin esperarse que el primero implique, sin más, el segundo.

Con respecto a la modelación matemática, los problemas del contexto y la formación de profesores en dichos asuntos, se presentan dos cuestiones importantes; la primera es que existen diversas formas de comprender lo qué es y lo que implica un proceso de modelación en Educación Matemática, y la segunda es que hay diferentes formas de incorporar la Modelación matemática en la formación inicial de profesores. Con respecto a la primera, algunas perspectivas abogan por la inclusión de problemas contextuales, sociales, interdisciplinarios para potenciar habilidades en el reconocimiento, planteamiento y solución de problemas, y para conocer las aplicaciones; mientras que para otros es suficiente con el abordaje de problemas hipotéticos debido a que sus objetivos solo abarcan el aprendizaje de conceptos matemáticos en ciertas condiciones.

Debido a las diferentes comprensiones que circulan en la comunidad académica sobre la modelación y por ende la diversidad de maneras de concretarla en la práctica, se considera pertinente analizar las concepciones de modelación matemática que tienen dos formadores de profesores, cómo son llevadas a la práctica con sus estudiantes y cómo se articulan estas ideas con los planteamientos de algunos programas de curso² (Geometría Euclidiana e Introducción al Cálculo) de la Licenciatura en Matemáticas y Física, en la sede Urabá. Además, se toman las asignaturas de matemáticas porque se reconocen como espacios para aprender con modelación matemática y se tiene en cuenta el papel de los formadores como referentes para la propia práctica.

Si se concibe aquella modelación que involucra aspectos del contexto, considerándolo un factor fundamental para significar el aprendizaje y esta hace parte de la formación del profesorado en el contexto regional de Urabá, se supondría que en el currículo ocurren transformaciones en sus contenidos, metodología e incluso en el perfil profesional del profesor que se aspira formar. Estas cuestiones implican la alineación de los procesos de

² los programas de curso son documentos construidos por la misma licenciatura con una participación importante de los maestros que orientan el curso, en el cual se describen los propósitos del curso en la formación de los licenciados, una idea de los conceptos a estudiar, la metodología y la evaluación.

formación a los propósitos que sigue la universidad y como lo indica García (2005) “Cuando se aspira a la inclusión social y escolar de todos los individuos, es preciso concebir el currículum como algo abierto y flexible, para así poder incorporar todo aquello que pueda contribuir a situarlo en el contexto” (p.101).

Consecuente con lo anterior, reflexionar acerca de la pertinencia y la estructuración de la Licenciatura en Matemáticas y Física en las regiones es necesario porque en dicho programa se están formando los futuros docentes en Educación Básica Primaria, Secundaria y Superior del departamento. Adicionalmente, considerando que en el Plan de Desarrollo Departamental (2012-2016) se hace énfasis en la calidad de la educación media en las subregiones, se requieren maestros capacitados para potenciar habilidades matemáticas en los estudiantes en la relación con su contexto y tengan oportunidad para intervenir en su cotidianidad con herramientas matemáticas que se lo faciliten; así mismo, se espera que desde la escuela, los estudiantes puedan desarrollar la capacidad de pensar sobre las problemáticas propias de su contexto y además, reconocer en la ciencia y la tecnología una posibilidad para el desarrollo local, sin perder la identidad cultural.

A partir de lo anterior, se considera que la influencia del contexto en el planteamiento de la ruta para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas es un asunto de vital importancia en las asignaturas de la Licenciatura en Matemáticas y Física al pensar en los futuros profesores de la región de Urabá. Es pertinente entonces, preguntarse por las consideraciones en torno al tema de modelación matemática evidenciada en el discurso de los formadores y de los profesores en formación, analizar si existen propuestas de modelación matemática en las actividades propuestas en el desarrollo de las asignaturas Introducción al Cálculo y Geometría Euclidiana y cómo han sido orientadas; también, es oportuno identificar qué tipo de contextualización hacen los formadores a los problemas (situaciones) que se abordan en clase y si hay un intento por hacerlos más próximos a la realidad del estudiantado. En este sentido, Pérez Gómez (1993) citado por Sánchez Carreño (2012) expresa que los formadores “se impregnan de los acontecimientos, intercambios y significados compartidos a lo largo del desarrollo del programa; trabaja como un observador implicado, evocando; recogiendo y organizando información; confrontando opiniones; ofreciendo alternativas” (p.62).

Con el propósito de visualizar la presencia de la modelación matemática en los programas de formación de profesores se hace necesario conocer las concepciones de los formadores de profesores sobre los aspectos que competen a la modelación en el currículo; antes de emitirse cualquier recomendación o lanzar algún juicio acerca de cómo se concibe e incorpora la modelación en las asignaturas de matemáticas se deben conocer los discursos y las prácticas que se presentan en el programa de formación, ya que no todos los profesores tienen las mismas ideas a priori acerca de lo que es la modelación y los modelos matemáticos (Bautista et al., 2014). Estos asuntos están relacionados con el hecho de que



en las propuestas de formación del profesorado no se trata de transmitir ideas estandarizadas y que se consideran “correctas” a los profesores, sino que interesa más lo que él piensa (Flores, 1995), lo que puede aportar y cómo puede cambiar a partir de su propia reflexión. Adicionalmente, es importante conocer dichas concepciones de los formadores porque estas influyen en el diseño y en la manera de implementar las actividades de modelación en el aula de clase (Barbosa, 2001) y ayudarían a plantear algunas sugerencias para que los futuros profesores sean partícipes de más espacios en los que convivan y aprendan sobre modelación y con modelación.

Preguntas de Investigación

Con base en los anteriores planteamientos, se propone una investigación que ofrezca respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cómo se ha concebido la modelación matemática en algunas asignaturas dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas y Física en la sede Urabá de la Universidad de Antioquia?

¿Qué tipo de experiencias en modelación matemática y con qué objetivos han ofrecido los formadores de profesores a los profesores de matemáticas en formación en algunas asignaturas de la Licenciatura en Matemáticas y Física en el programa de regionalización?

Objetivo General

Analizar las ideas sobre modelación matemática presentes en algunas asignaturas del plan de estudios de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia en la sede Urabá, en el discurso de los formadores y sus prácticas en este contexto, a partir de un estudio de casos, con el fin de comparar estas ideas con algunas tendencias sobre la formación de profesores en modelación matemática.

Objetivos Específicos

- Identificar concepciones y apuestas existentes en modelación matemática como parte de los procesos de enseñanza y aprendizaje en los programas de los cursos: Introducción al Cálculo y Geometría Euclidiana, y en los discursos de los formadores, a partir de los objetivos, los tipos de problemas planteados y las experiencias en los diferentes espacios de formación.

- Examinar en los programas académicos y en los discursos de los formadores una reflexión sobre el uso del contexto regional en la enseñanza de las matemáticas para futuros profesores.

Referentes teóricos

La formación inicial de profesores en Modelación matemática

En la literatura internacional parece existir un consenso frente a la idea de la necesidad de que los profesores tengan experiencias prácticas y el acceso a un conocimiento teórico sobre la modelación durante su formación profesional. En el aspecto práctico se espera que los futuros profesores experimenten su uso como una metodología de enseñanza en las asignaturas de matemáticas en la educación superior (Lingjefard, 2007b) como una manera de visibilizar y utilizar las matemáticas en otros contextos; además, se sugiere la reflexión sobre la organización del aula y de los contenidos, las dificultades, tensiones y beneficios obtenidos mediante su implementación en la enseñanza media (Barbosa, 2001a).

A pesar del llamado que se ha hecho para la incorporación de la modelación en diferentes formas y espacios en la formación de profesores, también se ha señalado que algunos de los planes de estudios de las Universidades que forman profesores, usualmente no incluyen orientaciones sobre la modelación y su uso en los cursos específicos de matemáticas (Lingjefard, 2007b). En la tabla 1 se resumen algunas maneras en que se considera posible la incorporación de la modelación matemática en los programas de formación inicial del profesorado.

Las posibles maneras de vincular la modelación dentro de un plan de estudios para futuros profesores contribuyen a explorar las ventajas que tiene su incorporación en las aulas de clase en la educación media: para la profundización de conocimientos matemáticos, visibilizar su utilidad para la sociedad y para otras ciencias, en la cotidianidad de las personas y en la solución de algunos problemas. Sin embargo, estas formas de abordar la modelación están supeditadas a la visión genérica que se tenga de este proceso, donde los **objetivos** que se proponen en dichos espacios de formación (dependen a su vez del perfil que se espera de los egresados) y las características de los **problemas** que se utilizan para su desarrollo se constituyen en puntos centrales, ya que estos movilizan distintas maneras de pensar, hacer y aprender *con* y *sobre* las matemáticas. Por otro lado, se resalta que de acuerdo con las miradas que se tengan sobre la modelación, sus objetivos y los problemas, se posibilita la resignificación de las relaciones entre esta y las TIC, el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos e investigación en el aula.

Tabla 1. *Articulación de la Modelación matemática en programas de formación inicial de profesores.*

Espacio de formación	La modelación matemática como...	Actividades a realizar, formas de acceder al conocimiento en modelación
Seminario especializado	Objeto de aprendizaje desde lo teórico, lo práctico (experiencias personales), la reflexión y práctica pedagógica (como enseñante).	Lecturas teóricas, reportes de investigación y experiencias de aula; actividades de modelación orientadas por el profesor, otros estudiantes y luego independientes; diseño, implementación, socialización y reflexión sobre tareas de modelación para un contexto de enseñanza particular.
Didáctica de las matemáticas	Metodología de enseñanza; forma de integración de los saberes de las matemáticas, la didáctica y la pedagogía.	Desde lo teórico con la lectura de documentos; y de manera práctica con la realización de actividades en las clases y la reflexión sobre las posibilidades y limitaciones de la modelación dentro de las aulas escolares.
Asignaturas de matemáticas	Forma de investigación; medio para conocer las aplicaciones de las matemáticas; vía para la interdisciplinariedad e integración de las matemáticas, su didáctica y la pedagogía; manera de adquirir nuevas concepciones sobre las matemáticas; metodología para el aprendizaje de contenidos matemáticos.	El estudio de las aplicaciones (y relaciones) de las matemáticas con problemas científicos y sociales; reflexión sobre el ejemplo dado por el formador en la gestión y organización del aula y la secuencia de actividades realizadas.

Desde algunas perspectivas de la modelación matemática, a esta se le ha presentado como una alternativa pedagógica a la enseñanza tradicional (Biembengut, 2013), lo que implica que las funciones que cumple el profesor y las acciones a realizar por los estudiantes cambian. Los primeros pasan de ser expositores de tiempo completo a orientar otros procesos que conduzcan a la reconstrucción del conocimiento y que estén acordes con las

tendencias actuales en educación, también les corresponde formar ciudadanos que reconozcan el papel de las matemáticas en la sociedad y sepan utilizarlas en algunos momentos de su vida cotidiana; mientras que los estudiantes se tornan más activos, responsables de su aprendizaje y partícipes de la construcción del currículo.

Si bien las maneras de incorporar la modelación en la formación de profesores no son excluyentes y los objetivos que se proponen se podrían lograr desde los diferentes espacios de formación, se sugiere brindar a los futuros profesores de matemáticas experiencias de Modelación desde diferentes puntos de vista y a lo largo de su preparación profesional.

Algunos obstáculos en la implementación de la Modelación matemática en la formación de profesores

Para Caldeira y Silveira (2012), la modelación matemática está relacionada con la construcción conjunta de un currículo flexible, una enseñanza basada en la comprensión de fenómenos reales y el acercamiento de las matemáticas formales a la cultura local de los estudiantes. Algunos de estos aspectos se constituyen en reales desafíos para las facultades de educación, las cuales difícilmente están dispuestas a satisfacer estos y otros requerimientos, principalmente a causa de las concepciones y creencias de sus profesores sobre lo que debe enseñarse y cómo deben aprenderse las matemáticas Lingjefard (2007b).

Las concepciones de los profesores sobre la modelación matemática ha mostrado ser un aspecto importante en el análisis de su uso en las aulas, pues aunque un profesor tenga las competencias necesarias para desarrollar este tipo de actividades (un conocimiento sobre los puntos de encuentro entre varias ciencias y problemas de otros contextos y las herramientas tecnológicas que podrían utilizarse, etc.), si considera que las matemáticas deben enseñarse solamente desde su estructura y mediante la deducción es más difícil su apertura hacia otro tipo de experiencias en el aula de clase (Kaiser, 2006).

Una situación que refleja las ideas anteriores es relatada por Lingjefard (2007a). Este autor menciona que profesores de algunas Facultades de Educación suizas, consideran que al ser la modelación matemática de naturaleza interdisciplinar y aplicada a realidades concretas fuera del cuerpo abstracto de las matemáticas, no son *realmente* matemáticas; este tipo de pensamiento parece común entre algunos profesores universitarios, acompañado de otra idea que indica la necesidad de estudiar exclusivamente la asignatura y no ocuparse de sus implicaciones pedagógicas (Klüber, 2012). Estas visiones, de alguna manera, pueden obstaculizar la ejecución de una propuesta que articule la modelación a los cursos específicos de los futuros profesores ya que no hay una disposición de los formadores a realizar las adecuaciones curriculares pertinentes.

Como se ha mencionado anteriormente, las consideraciones acerca de la modelación dependen de cómo esta se conceptualiza desde el punto de vista de la educación y en este sentido cuáles son sus principales propósitos, los tipos de problemas utilizados y además, los posibles aportes que la modelación tiene en la formación de profesores. En este sentido, para estudiar las ideas sobre la modelación y aspectos relacionados con ella, se ha recurrido a las perspectivas de modelación descritas por Kaiser y Sriraman (2006), en las cuales se hace énfasis particularmente en las acciones que implican su ejecución, los objetivos que persigue y las características de las situaciones que se proponen para un trabajo en el aula.

Distintas maneras de comprender la Modelación en Educación Matemática

Kaiser, Blomhøj y Sriraman (2006) reconocen la existencia de una idea general acerca de lo que es un proceso de modelación en la enseñanza, pero también se reconoce la diversificación de la definición de modelación y el modelo en el campo teórico y las propuestas prácticas. Esta situación podría suponer para algunos una dificultad, sin embargo, en palabras de Blum (1995, citado en Barbosa, 2004, p. 74), todas las apuestas de modelación con todo y sus diferencias, son importantes y “representan facetas de la modelación en la educación escolar” (traducción nuestra).

Una sistematización de diferentes perspectivas sobre la modelación puede encontrarse en Kaiser y Sriraman (2006), quienes asumieron como criterio principal los objetivos de investigación expresados en artículos publicados en los números 2 y 3 del volumen 38, de la revista ZDM (Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, ahora: The International Journal on Mathematics Education). Las perspectivas que propusieron son: *Realística, Epistemológica, Contextual, Cognitiva, Sociocrítica y Educativa*.

El propósito de tomar como referente este trabajo (Kaiser & Sriraman, 2006) no consiste en clasificar a cada uno de los formadores de profesores en una perspectiva en particular, sino que más bien tiene como objetivo visualizar cómo se ajustan sus concepciones y prácticas a un modo de entender la modelación y reflexionar sobre otros aspectos que podrían integrar a su práctica docente. En este sentido, Villa-Ochoa (2013) señala que:

...conocer las posibilidades y limitaciones de cada una de las maneras en que la modelación puede integrarse a las aulas escolares puede ser de utilidad para que el profesor de matemáticas pueda tener diferentes modos de actuación en su aula de clase, asimismo, le da la posibilidad de tomar conciencia de la multiplicidad de caminos sin que tenga que “encasillarse” en estereotipos de acción frente a la modelación. (p.5)

A continuación se describe brevemente cada una de las perspectivas:

- La perspectiva *realística* de la modelación procura la aplicación de actividades y la solución de problemas *reales* de carácter científico, social, etc. de una manera muy próxima a como la realizan los matemáticos aplicados (Kaiser & Sriraman, 2006). Se trabaja desde enfoques interdisciplinarios, haciendo uso de la tecnología, la validación del modelo que se construye se hace enfrentando los datos reales que dieron origen al problema planteado y con esto se espera que los estudiantes desarrollen cierta competencias en modelación matemática, que les sea útil en su desempeño profesional (Blomhøj, 2009).
- Una mirada *epistemológica* de la investigación en modelación como la proponen Kaiser y Sriraman (2006) reorienta sus objetivos hacia la construcción de teorías matemáticas, porque se considera que toda actividad matemática se puede interpretar como una actividad de modelación y de esta manera se relaciona con cuestiones *intra-matemáticas* y no solamente con situaciones de la realidad cotidiana o de otras ciencias; su objetivo es “comprender y describir la naturaleza de las actividades matemáticas y las reflexiones relacionadas con la tecnología u otros soportes” (Blomhøj, 2009, p.9). Según estos autores, dichos planteamientos han sido abordados desde la modelación con la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), el Contrato Didáctico (CD) y la Educación Matemática Realista (EMR).
- Una tercer enfoque es la modelación matemática *contextual*, la cual, según Kaiser y Sriraman (2006), parece tener sus raíces en el debate americano sobre la resolución de problemas cotidianos y los problemas de palabras (*Word Problems*); sobre ellos, los estudiantes construyen modelos para resignificar una situación, crean y vuelven sobre sus construcciones matemáticas para refinarlas y solucionar un problema.

Para Blomhøj (2009), desde esta mirada *contextual* de la modelación surge la *model eliciting perspective* orientada al aprendizaje de las matemáticas mediante actividades para la producción de modelos; esta última está regida por 6 fundamentos, a saber: principio de 1) realidad, 2) construcción del modelo, 3) autoevaluación, 4) constructo de documentación, 5) generalización y 6) simplicidad (Ver Lesh, Carmona & Post, 2002; Lesh & Doerr, 2003; Blomhøj, 2009).

- La modelación matemática desde una perspectiva *cognitiva* pretende “reconstruir las rutas de modelación o barreras individuales y las dificultades de los estudiantes durante sus actividades de modelación” (Kaiser & Sriraman, 2006, p.307) con el fin de analizar y comprender los procesos cognitivos que tienen lugar durante el proceso de modelación, así como la construcción de propuestas para el desarrollo de los procesos de pensamiento en matemáticas. Complementario a esto, Borromeo-Ferri & English (en Cai et al., 2014) explicitan que la manera de investigar sobre estos procesos se basa

en el análisis del ciclo de modelación de Blum y Leiss (2007), el cual no se considera como un proceso lineal y bien definido sino que las fases “son vistas como una manera ideal de modelación” (Borromeo-Ferri, 2006). Estas fases son: 1) Construcción, 2) Simplificación/Estructuración, 3) Matematización, 4) Trabajo matemáticamente 5) Interpretación, 6) Validación, y 7) Exposición (Blum & Leiss, 2007)

- Una mirada *sociocrítica* de la modelación matemática tiene como objetivos: la comprensión crítica del mundo, la reflexión sobre el papel de la matemática en la sociedad, el análisis de la naturaleza de los modelos, la función de la modelación matemática en las prácticas sociales (Kaiser & Sriraman, 2006) y la problematización de las relaciones de poder existentes entre las matemáticas y la sociedad (Araújo, 2009).

Para Barbosa (2004) la modelación es entendida como “un ambiente de aprendizaje en el cual los alumnos son invitados a problematizar e investigar por medio de la matemática situaciones con referencia a la realidad” (p. 76, traducción nuestra), cuya amplitud no exige la construcción de un modelo matemático en el proceso; según este autor, la modelación y las matemáticas dejan de ser objetos de conocimiento que deben aprenderse como fines en sí mismos, sino que estos son utilizados para comprender y cuestionar las realidades sociales.

- La perspectiva *educativa* de la modelación, según Kaiser y Sriraman (2006) intenta organizar y promover los procesos de aprendizaje de los contenidos matemáticos. Blomhøj (2009) presenta otra manera de poner en discusión esta perspectiva como aquella se ocuparía de: 1) Enseñar modelación y 2) Enseñar matemáticas; en la primera se concibe la competencia de modelación como un objetivo educativo, mientras que en la segunda, la modelación puede incluirse como una estrategia que busca el aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes.

Por su parte, Biembengut (2012) resalta 3 maneras particulares de ver la modelación matemática: 1) Método de enseñanza e investigación, 2) Alternativa pedagógica y 3) Ambiente de aprendizaje. Desde el primer aspecto, se espera que los estudiantes además de aprender matemáticas a partir de la interdisciplinariedad, sean capaces de investigar: hacer preguntas, formular hipótesis, construir un modelo y validarlo; considerar la modelación como una alternativa pedagógica implica principalmente buscar la motivación de los estudiantes para aprender matemáticas desde problemas contextuales; y finalmente, los ambientes de aprendizaje están asociados, en el contexto brasileiro, con la problematización de cuestiones sociales.

Tabla 2. Características y acciones que implican la Modelación en Educación Matemática.

Aspectos implicados en la definición de modelación	Aplicación de un modelo matemático	Construcción de un modelo matemático	Análisis y comparación de modelos matemáticos	Validación de un modelo matemático	Competencia a ser desarrollada	Toda actividad matemática	Resolución de problemas	Ambiente de aprendizaje	Estrategia de enseñanza	Alternativa pedagógica
Realística	X	X		X	X		X			
Epistemológica		X				X				
Contextual		X		X	X		X			
Cognitiva		X	X		X		X			
Sociocrítica			X				X	X		
Educativa		X						X	X	X

Tabla 3. Objetivos de la Modelación en Educación Matemática.

Objetivos del uso de la modelación	Desarrollar la competencia de modelar situaciones	Mejorar el desempeño profesional y el actuar en otras situaciones	Aprender a resolver problemas	Tomar decisiones en la vida cotidiana y otras áreas de conocimiento	Producir teoría matemática o desarrollar otras formas de pensar	Comprender el mundo mediante las matemáticas	Aprender conceptos y teorías matemáticas	Motivar y producir actitudes adecuadas frente a las matemáticas	Reflexionar sobre el papa de las matemáticas en la sociedad	Formar sujetos críticos que discutan y busquen la transformación de la sociedad
Realística	X	X	X	X						
Epistemológica					X					
Contextual	X			X	X		X			
Cognitiva	X					X	X	X	X	
Sociocrítica				X					X	X
Educativa			X	X		X	X			

Tabla 4. Características de los problemas utilizados en un proceso de Modelación.

Características de las situaciones de modelación	Reales	Pertenecientes a otras áreas del conocimiento	Cercanos a la realidad cotidiana de los estudiantes	Parten del interés o la necesidad de los estudiantes	Permiten un análisis de la realidad social	Permiten abordar conceptos matemáticos	Hipotéticos	Intramatemáticos
Realística	X	X						
Epistemológica	X	X	X				X	X
Contextual	X						X	
Cognitiva	X						X	
Sociocrítica	X		X	X	X			
Educativa	X					X	X	

Fuente: Correa, Marín, Gómez, Mesa y Villa-Ochoa (2015)

Particularmente, para Hein y Biembengut “la modelación matemática es un método de enseñanza y de investigación que se vale de la esencia de la modelización” (Hein & Biembengut, 2006, p.4) y para su desarrollo proponen algunos momentos bajo dos modalidades: *dirigida*, cuando el profesor es quien direcciona dichas actividades, e *independiente*, cuando los estudiantes adquieren cierta experiencia para estudiar los temas que son de su interés apoyados de las matemáticas (Ver figura 1).

Figura 1. *Etapas de la modelación matemática*

Dirigida	Independiente
1. Exposición del tema	1. Elección del tema
2. Delimitación del problema	2. Familiarización con el tema
3. Formulación del problema	3. Delimitación del problema y formulación
4. Desarrollo del contenido programático	4. Elaboración de un modelo matemático, resolución y validación
5. Presentación de ejemplos análogos	5. Organización del trabajo escrito y exposición oral
6. Formulación de un modelo matemático y resolución del problema a partir del modelo	
7. Interpretación de la solución y validación del modelo	

Fuente: Elaboración propia a partir de Biembengut y Hein, 2004.

En la Tabla 2 se presenta una síntesis de las distintas maneras de comprender la modelación y algunos procesos implicados en su desarrollo de acuerdo con las perspectivas enunciadas anteriormente. Es evidente que algunas perspectivas coinciden en ciertos aspectos y no por ello se concretan de forma semejante en la práctica; por esta razón, se hace necesario reconocer los propósitos principales que tiene cada una de ellas con el fin de visibilizar su alcance y las acciones que se deben realizar para satisfacerlos (Ver tabla 3).

Otra diferencia importante en estas perspectivas (ilustrada en la tabla 4), se refiere a las características de los problemas diseñados para las actividades de modelación. Todas las perspectivas admiten problemas reales, es decir, verificables a partir de la experiencia, que parten de las vivencias diarias de las personas o en el ejercicio de su profesión. Por su parte, los problemas intramatemáticos se restringen a la perspectiva epistemológica, ya que la producción de teorías matemáticas no se fundamenta necesariamente en la cotidianidad y en la experiencia empírica de las personas; en contraste, para la perspectiva sociocrítica, no tiene sentido la modelación de problemas ficticios o artificiales, porque en ella se sitúa en un segundo plano los contenidos y prevalece la resolución de problemas reales de tipo social, económico, etc. que contribuyan a la formación de ciudadanos reflexivos, críticos y propositivos (Barbosa, 2001b).

Estos ejemplos muestran cómo las características de las situaciones de modelación deberían ser coherentes con los propósitos trazados por el profesor y su rol en el aula de clase.

Como se ha intentado mostrar, existen puntos en común y algunas distinciones importantes entre las perspectivas propuestas por Kaiser y Sriraman (2006). Se considera que uno de los factores decisivos para su planeación y ejecución, así como en su propia conceptualización radica en sus propósitos, los cuales, de alguna manera se complementan con la manera de ver y relacionarse con las matemáticas, las ideas sobre el para qué y el cómo enseñar y aprender matemáticas. Todos estos factores que influyen en la modelación como metodología de enseñanza dentro del aula de clase hacen parte de las concepciones que tienen los formadores de profesores e influyen de alguna manera sobre sus prácticas.

Referentes Metodológicos

La presente investigación se enmarca en el paradigma cualitativo ya que se pretendió estudiar un fenómeno particular de manera profunda sin depender de variables ni mediciones numéricas. Bajo este enfoque se describió e interpretó las diferentes ideas sobre modelación que se desplegaron tanto de los análisis realizados a los programas de curso, como lo planteado en el discurso de los maestros en formación y de los formadores de la Licenciatura en Matemáticas y Física.

Estudio de Casos

Los *estudios de casos* se presentan comúnmente en las investigaciones de tipo social con el fin de describir y comprender fenómenos, atendiendo a una realidad compleja que debe delimitarse para estudiarse; se parte de unos supuestos definidos por el investigador a partir de los cuales se verifica su coherencia interna y se espera ofrecer una comunicación exhaustiva de las interpretaciones que se obtienen por medio de la aplicación de diversos instrumentos como observaciones sistemáticas, entrevistas y análisis de textos. Tal como lo puntualiza Wittrock (1989), “la ventaja principal del estudio de un caso radica en que, al sumergirse en la dinámica de una única entidad social, el investigador puede descubrir hechos o procesos que posiblemente pasaría por alto si utilizara otros métodos más superficiales” (p. 113).

Yin (2003) se refiere a los estudios de caso como una tentativa de investigación que estudia un contexto de la vida real en el que “el investigador tiene poco control sobre los eventos” (p.2); las conclusiones como producto de las interpretaciones pueden servir para “el establecimiento de políticas públicas, y las experiencias encontradas son importantes para refinar acciones y expectativas” (Solano, 2005, p.119). En este sentido, recurrir a un estudio de casos resultó conveniente para la generación de una reflexión sobre las prácticas docentes, donde se examinó de qué manera se está conectando la misión y visión del programa, el perfil profesional y los aprendizajes de cada asignatura con el contexto donde se da la formación de los futuros docentes.

Cabe señalar que el estudio no pretende juzgar a los formadores de las regiones que hayan prescindido de utilizar aspectos que aquí se defienden, como la necesidad de hacer una lectura del territorio o entablar un diálogo entre la disciplina que se enseña y el ambiente próximo de los estudiantes, lo que se intenta es convocar a la reflexión sobre la metodología de enseñanza en las asignaturas de matemáticas para futuros profesores, sus fortalezas y posibles debilidades.

Selección y caracterización de los casos

Un *caso*, para Stake (1998) puede ser un individuo, un grupo, una escuela, un programa etc., “es algo específico, algo complejo, en funcionamiento” (p.16). En este estudio los casos

seleccionados fueron dos formadores de profesores de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Seccional Urabá (municipio de Carepa). Cabe anotar que la elección de esta seccional atendió principalmente al criterio de la vigencia de una cohorte del programa académico de interés.

En el periodo en que se llevó a cabo el estudio, P1 y P2 orientan asignaturas de primer semestre, P1 estaba encargado del curso de Introducción al Cálculo y P2 de Geometría Euclidiana. P1 es egresado del programa, magíster en matemáticas aplicadas y lleva aproximadamente siete años en la formación de futuros maestros; por su parte, P2 es licenciada en Educación Básica con énfasis en Matemáticas, realiza sus estudios de maestría en Educación, con línea en Modelación Matemática, y ha orientado asignaturas en la licenciatura desde hace un año. Ambos maestros han tenido experiencias en educación primaria o secundaria.

Este estudio de casos es de tipo *instrumental* (Stake, 1998), debido a que el interés de los investigadores no es estudiar los formadores, sino las comprensiones que ellos tienen acerca de la Modelación matemática, cuáles son las prácticas que consideran relacionadas con esta temática y cómo estaba siendo aplicada en el contexto de las regiones. Se contrastó la mirada de los formadores con la de otros actores como los estudiantes (profesores en formación) y otros formadores, y con los documentos rectores de la Licenciatura como los programas de los cursos de Introducción al Cálculo y Geometría Euclidiana, El proyecto académico, Informes de Reacreditación del programa, entre otros.

La cohorte de primer semestre de la Licenciatura en Matemáticas y Física en la seccional de Urabá la conforman alrededor de 34 estudiantes, en su mayoría son trabajadores, algunos de ellos se desempeñan como docentes. Particularmente, se entrevistaron dos de los maestros en formación, el primero (E1) aunque está graduado como psicólogo actualmente se desempeña como profesor de matemáticas en secundaria y tiene alrededor de 5 años de experiencia en primaria; así mismo, E2 es profesor de matemáticas, él está en el 9° semestre de la licenciatura pero debido a su atraso en la carrera y a las condiciones del programa en la seccional de Urabá aun cursa materias de primer semestre. Ambos perciben sus estudios como una posibilidad para mejorar sus prácticas educativas.

Fases de la investigación

Para el desarrollo de este proyecto se tuvieron en consideración las siguientes fases sobre las cuales se generó un marco de operatividad dentro de este proceso:

Fases	2 mes	4 mes	6 mes	8 mes	10 mes	12 mes
Delimitación del problema y fundamentación teórica						
Diseño e implementación de instrumentos						
Sistematización y análisis de la información						

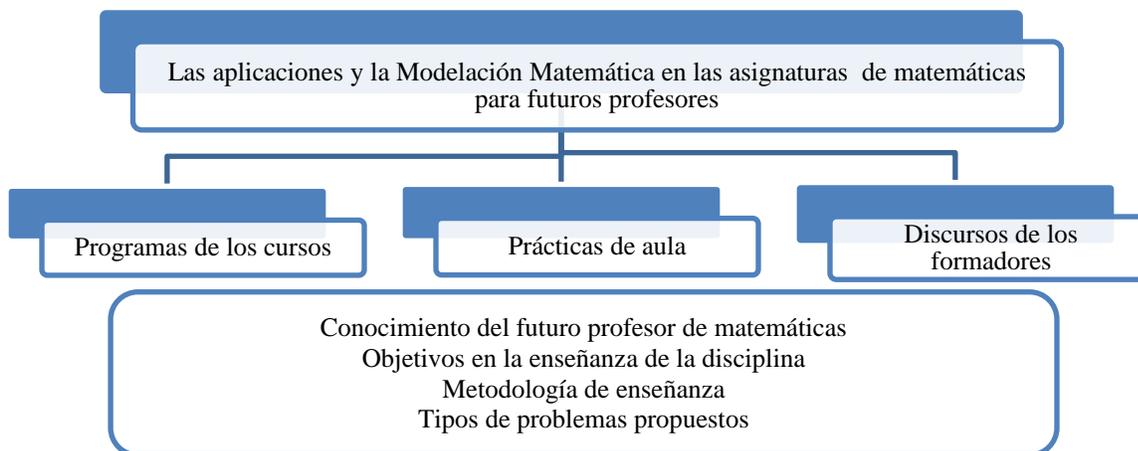
Delimitación del problema y fundamentación teórica

Esta fase incluyó la inmersión inicial en el campo para priorizar temáticas y la revisión bibliográfica acerca de los temas que fundamentan este estudio; se examinaron investigaciones en el campo de la Modelación matemática, la formación de profesores y las concepciones sobre modelación matemática, así como la conjugación de estos tres para identificar posibles enfoques y resultados obtenidos en otros contextos. Con esta información, se diseñó una guía para la observación sistemática de algunas clases en los cursos de interés y la revisión de los programas académicos, con el fin de clasificar, codificar y categorizar los datos a la luz del marco teórico.

Diseño y aplicación de los instrumentos

Para investigar la incorporación de la modelación en los cursos de matemáticas se hizo necesario indagar por las condiciones dadas a nivel curricular, por los medios disponibles, el conocimiento y el perfil del futuro profesor de matemáticas que se espera al finalizar el proceso de formación; por esta razón se analizó en los planes de estudio, en los discursos, las prácticas y las percepciones de los formadores, en los estudiantes y algunos actores de la comunidad académica que participan en el proceso de regionalización del programa, sobre la formación de profesores y en particular, la incorporación de prácticas de modelación matemática en su proceso de formación profesional (Ver figura 1).

Figura 1. *Las aplicaciones y la modelación matemática en la formación de profesores*



En este paso se construyeron y aplicaron las técnicas e instrumentos que proporcionaron la información para ser analizada como las guías de observación, los cuestionarios, las conversaciones informales y las entrevistas que permitieron identificar en el discurso de los

formadores, sus nociones acerca de lo que es y cómo debería aplicarse la modelación matemática en las aulas de clase.

En la bitácora de observación y en la rejilla de lectura de los programas se registraron aspectos del proceso de enseñanza tales como el tipo de problemas que se planteaban en clase y el objetivo de utilizarlos, los medios utilizados, el ambiente de clase y otros aspectos que pudieran aportar información relevante.

Para las entrevistas semi-estructuradas se construyeron guías que orientaran el diálogo, pero en su desarrollo se introdujeron "preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados" (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p.418). Las entrevistas con los formadores abarcaron sus experiencias, sus posturas frente al programa de curso, sus concepciones sobre la modelación matemática y las necesidades de formación del profesorado. Mientras que las entrevistas con los profesores en formación incluyeron aspectos sobre la práctica docente, las metodologías de enseñanza y su experiencia en las asignaturas de la licenciatura.

Las encuestas de preguntas abiertas y cerradas se aplicaron a profesores y estudiantes con el fin acceder a información general que posteriormente podría ampliarse durante las entrevistas. A los formadores se les indagó por las características de la licenciatura en las regiones, si utilizaban la Modelación matemática y la resolución de problemas como metodologías de enseñanza y algunas características de la formación del profesorado. A los profesores en formación se les pidió contar sobre sus expectativas, cómo perciben las matemáticas y si las aplican a su cotidianidad.

Finalmente, se elaboró un cuestionario abierto donde se les expuso a los dos formadores un conjunto de problemas con diferentes características (abiertos, cerrados, hipotéticos, cotidianos, intramatemáticos, sociales, etc.) para que ellos comentaran si los utilizarían o ni como parte de su clase, en qué momentos, con qué objetivos y cuál sería su papel y el de los estudiantes en el proceso.

Sistematización y análisis de la información

Los procesos de sistematización y análisis se realizaron simultáneamente porque se reconoce que las fases en una investigación cualitativa y particularmente en un estudio de casos, no siguen una ruta lineal; en este sentido, los investigadores retornan a momentos anteriores para analizar datos a la luz de la teoría y refinar los instrumentos, lo cual permite una organización más efectiva de los insumos recolectados.

Las notas tomadas para las bitácoras de observación y las grabaciones de las entrevistas realizadas se transcribieron con el fin de que éstas, así como la organización de la información de

los demás instrumentos, luego de reunirlos, reorganizarlos y clasificarlos, facilitando el un proceso de codificación y categorización y de esta manera un exhaustivo análisis con la mirada de diferentes actores del programa con una especial atención a los formadores.

Para el proceso de codificación se hizo lectura de los datos recolectados con el fin de encontrar asuntos relevantes y de otorgar a cada segmento un significado en relación con los objetivos de enseñanza, el tipo de problemas y las aplicaciones que propone el formador y los programas de los cursos. De los datos también se derivaron otros asuntos referentes a la idea de matemáticas que tenían los formadores, qué y cómo debería enseñarse, elementos de la formación de profesores, el papel del currículo y las relaciones entre lo didáctico y lo disciplinar.

Validación del proceso de investigación

Antes de emitir cualquier tipo de conclusiones acerca de los procesos de enseñanza en la Licenciatura en relación con la modelación matemática y el contexto regional, se apeló a un proceso de triangulación, la cual se constituyó en una estrategia para la validación de los resultados y para garantizar la confiabilidad de la investigación. Stake (1999, p.241 citado por Solano, 2005) manifiesta que la triangulación es considerada como “un proceso de uso de múltiples percepciones para clarificar significados, verificando la repetición de observaciones o interpretaciones” (p. 116).

Se realizó una *triangulación de instrumentos* porque una misma temática se analizó en los programas de los cursos y la observación y se abordó en las entrevistas y los cuestionarios a los formadores. Al cuestionar diferentes actores sobre aspectos relacionados con la modelación se dio una *triangulación de fuentes*. Además, se realizaron encuentros entre los investigadores en los que se lograron consensos sobre las interpretaciones y esta *triangulación entre investigadores* también incluyó la consulta con expertos en el campo para debatir las conclusiones que se derivaron de los datos.

De esta manera, con la *triangulación* y una autoevaluación del proceso, se examinó en retrospectiva si se obtuvo la suficiente información y si se profundizó de manera adecuada para responder a las preguntas planteadas en el problema (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). Posteriormente, se construyó la estructura del informe final, en el cual se exponen los análisis, las conclusiones y las reflexiones logradas en el desarrollo del estudio.

El conocimiento del futuro profesor de matemáticas

A partir de la visión y misión del programa Licenciatura en Matemáticas y Física, la lectura de dos programas de curso, la encuesta y las entrevistas realizadas a algunos formadores, se ha obtenido una visión global sobre los componentes que deberían hacer parte de la formación de los profesores de matemáticas de secundaria. Cabe señalar que existen otros aspectos importantes en la formación profesional de un profesor, pero se quiere resaltar particularmente el hecho de que, las aplicaciones y la modelación estudiadas desde las asignaturas específicas no es un tema común en los discursos de los formadores, ni en el de los mismos estudiantes, aunque los formadores se refieren a otros temas, que también se pueden relacionar con la modelación, tales como: la resolución de problemas, las TIC y la interdisciplinariedad, conocimientos que debe poseer el futuro profesor y por lo tanto, deberían hacer parte de las experiencias que él vive dentro de la universidad.

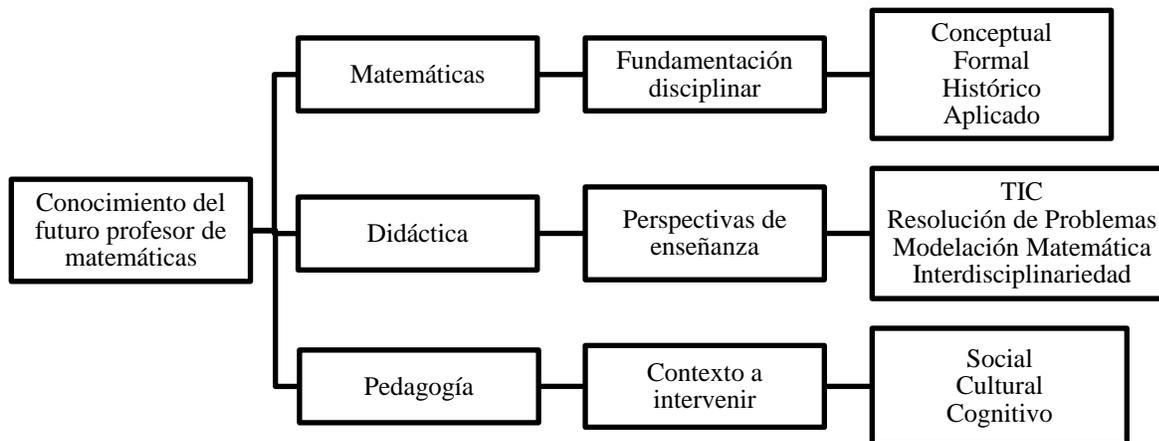
Los profesores en formación (de primer semestre) manifestaron sus expectativas frente a los aprendizajes que esperan adquirir en el pregrado, dentro de las cuales se destacan: su interés por profundizar en el conocimiento matemático (la mitad de los encuestados) y aspectos del aprender a enseñar (7 estudiantes); en contraste, la profundización en las aplicaciones de las matemáticas es mencionada solamente por un estudiante. Sin embargo, durante la entrevista, los dos estudiantes en formación estaban de acuerdo con la importancia de percibir las aplicaciones de las matemáticas porque incluso para ellos la mayoría de temáticas de los cursos del programa se tornaban muy abstractas.

En relación con lo anterior, para P1 la fundamentación disciplinar que se debe brindar a los futuros profesores no necesariamente incluye los cuatro aspectos que se muestran en la figura 2 (conceptual, formal, histórico y aplicado), sino que cada curso tiene énfasis particulares, pero la parte conceptual y formal es indispensable en las todas las asignaturas. En relación con el componente histórico de las matemáticas y la física se encuentra que este hace parte de dos asignaturas propias en las que se abordan estas temáticas, quedaría por preguntarse ¿en cuáles espacios de formación del programa se estudian las aplicaciones y la modelación como parte del aprendizaje de las matemáticas? Actualmente, existe un semillero de investigación (MATHEMA-FIEM) que trata estos asuntos, pero al ser su participación de manera voluntaria y debido a que muchos de sus integrantes culminaron su Licenciatura en el año 2014, no cuenta con más de 10 estudiantes.

El aspecto aplicado que se menciona como parte del conocimiento del profesor, así como la incorporación de algunos elementos de las didácticas específicas, para P1 son importantes dentro

de la formación, pero en las asignaturas de matemáticas son opcionales y depende de la esencia misma de la disciplina así como de los propósitos que cumple dentro de la formación del profesorado, que para su caso en Introducción al cálculo, consiste en fundamentar matemáticamente a los estudiantes para que ellos puedan enseñar dichos temas en las Instituciones Educativas y como soporte para sus cursos posteriores.

Figura 2. Elementos de la formación de profesores de matemáticas



Algunos de los profesores coinciden en que las asignaturas de matemáticas para los futuros profesores deben ser distintas a las que se estudian en una Facultad de Ciencias Exactas y de Ingeniería, sin embargo, en casos como el de P1 no se proporciona una justificación coherente sobre esta afirmación; esto se ha evidenciado porque este formador ratifica que las asignaturas deben ser diferentes, pero aclara que esta diferencia no radica en las matemáticas que se aprenden porque son las mismas, pero inferimos que tampoco se debe a la incorporación explícita de otros elementos de la didáctica de las matemáticas porque esta parece ser un aspecto voluntario u optativo para un profesor universitario.

Por otra parte, P2 insiste en que se desmitifique que en las Facultades de Educación se “baja” el rigor y la profundidad en los contenidos y afirma que la diferencia sustancial con otras Facultades debe estar en las formas como se enseñan dichas asignaturas, en la metodología utilizada por el profesor que se constituye en un referente mismo para el desempeño profesional futuro; ideas similares a las de P2 están plasmadas en el programa de curso de Geometría Euclidiana y en las respuestas de algunos profesores a la encuesta, haciendo referencia al hecho de que además de la sólida fundamentación en el conocimiento científico se deberían integrar elementos didácticos y pedagógicos a las clases como una forma de preparación en las didácticas específicas.

En términos generales se puede decir que hay un reconocimiento por parte de profesores y estudiantes de la importancia de conocer las aplicaciones de las matemáticas, sobre todo al

pensar que los estudiantes de secundaria preguntan al profesor *para qué sirven las matemáticas* (P1, entrevista), pero no es claro cómo estas y la modelación, se deberían incorporar en el currículo de la Licenciatura. El énfasis que se hace en las asignaturas de matemáticas está en lo conceptual y lo formal, lo histórico ya tiene un espacio propio, pero las aplicaciones es un asunto opcional en los cursos y es asumido de manera distinta por los formadores.

El papel de las aplicaciones y la modelación en la formación inicial de profesores de matemáticas

Metodología de enseñanza de los formadores en las asignaturas de matemáticas

En el Informe de los Pares Evaluadores (Consejo Nacional de Acreditación, 2015) como parte del proceso de Acreditación de la Licenciatura, se menciona que en este programa de formación de profesores de matemáticas así como en otros del país, “la tendencia predominante en la formación es la clase magistral y la transmisión de saberes” (p.34); también, en el Informe de Reacreditación 2006-2012 (Aguilar, Mejía & Romero, s.f) se declara que “[en] el componente del conocimiento específico, el procedimiento metodológico por excelencia es la clase magistral para la introducción del nuevo conocimiento y el desarrollo de talleres y actividades experimentales para la estructuración y aplicación del conocimiento” (p.72-73). Sin embargo, se reconoce que hay una ruta que ha comenzado a trazarse para la aplicación de otras metodologías de enseñanza de corte constructivista tales como la Resolución de Problemas, la Investigación Formativa y de las TIC (Consejo Nacional de Acreditación, 2015).

La creciente incorporación de alternativas en la enseñanza se hace evidente en las prácticas de los formadores P1 y P2, especialmente en lo que respecta al uso de las tecnologías y los ambientes virtuales, y en los programas de los cursos: Introducción al Cálculo y Geometría Euclidiana; no obstante, el debate en torno a los usos que se le dan a las TIC permanece abierto y no puede ser ajeno a los colectivos de formadores de profesores.

A partir de las entrevistas a los formadores P1 y P2, a los profesores en formación y con la observación en clase se obtuvo un panorama acerca de las prácticas cotidianas de los formadores en las asignaturas de Introducción al Cálculo y Geometría Euclidiana. En ambos profesores se observa una secuencia que comienza en la explicación de los contenidos y culmina con la ejercitación (Ver tabla 5), como afirma P2, aún no se dan las condiciones para que los contenidos aparezcan debido a núcleos problemáticos en un contexto por fuera de las matemáticas sino que primero se exponen y luego cuando se considera que los estudiantes poseen el conocimiento necesario se les propone aplicaciones a otras situaciones, que en su mayoría hacen parte de libros de texto, son de carácter hipotético y en pocos casos se vinculan problemáticas contextuales.

Para E1 y E2, el cómo enseñan los profesores es una elección personal y profesional que requiere de una reflexión sobre la propia práctica, pero que debe actualizarse acorde con las nuevas tendencias en educación; de hecho, en el Informe de Reacreditación del programa 2006-2012 (Aguilar, Mejía & Romero, s.f) se reconoce la existencia de una diversidad de estrategias utilizadas por los profesores, el programa no coloca algún tipo de restricción sino que anima a explorar la creatividad de docentes y estudiantes “acordes con las metas de formación, los objetivos, contenidos del programa y problemas que se estén trabajando en determinado momento” (p. 72).

Tabla 5. Metodología de enseñanza en las asignaturas de matemáticas.

Actividades de P1	Programa del curso: Introducción al Cálculo	Actividades de P2	Programa del curso: Geometría Euclidiana
Documentos de lectura previa sobre la teoría	Explicación de la teoría, demostraciones, se resuelven ejercicios y problemas aplicados (intramatemáticos)	Documentos de lectura para la clase	Basada en el Modelo de Van Hiele
Explicación en el tablero	Trabajo grupal con la asesoría del profesor para solucionar otros ejercicios	Explicación de las definiciones	Uso de la regla y el compás; software: RyC, geogebra y cabri;
Ejemplificación con ejercicios		Diapositivas con demostraciones y ejemplos (exposición del docente y los estudiantes)	geoplanos; rompecabezas, y cajas de cuerpos geométricos.
Talleres con ejercicios	Solucionar el mayor número de ejercicios posible individualmente	Talleres con ejercicios	Solución de problemas (intramatemáticos) de manera individual y socialización
Uso de herramientas tecnológicas como la Calculadora de Microsoft y geogebra	Mostrar gran diversidad de aplicaciones a otros campos de la ciencia	Actividades con situaciones <i>contextuales</i> ; software y otros recursos.	Las clases se consideran reuniones donde se combinan conferencias y seminarios – taller
Documentos con resumen de la teorías		Desarrollo de un proyecto libre grupal durante todo el semestre	

Si bien los asuntos mencionados en cuanto a la metodología de los cursos evidencian la libertad de los docentes, también hay que resaltar que es importante la existencia de una comunicación entre pares, una discusión frente a las nuevas tendencias, los fundamentos teóricos de las metodologías que cada uno adecúa en sus clases (Consejo Nacional de Acreditación, 2015); construir espacios para la capacitación, socialización y reflexión sobre las metodologías de enseñanza liderados por los grupos de investigación y comités administrativos (Aguilar, Mejía & Romero, s.f); discutir en torno a lo que se aspira del futuro profesor y cómo desde cada asignatura se puede contribuir para su formación integral; dar continuidad a las distintas estrategias que se consideran pertinentes y que deben ser apropiadas por los profesor en formación, tal como lo ha comentado P2 durante la entrevista y un docente en la encuesta.

E1 no describe cómo debería ser la metodología utilizada por sus formadores en las asignaturas de matemáticas en el pregrado pero sí menciona algunas de sus dificultades en su proceso de

aprendizaje. Al respecto, relata como para él las matemáticas deben enseñarse de manera aplicada, para poder evidenciar la utilidad de los conocimientos. El considera necesario tener un conocimiento sobre las matemáticas no solo como un bien cultural a ser enseñado por su valor en sí mismo, sino que es de utilidad para la sociedad, por lo que requiere conocer estas relaciones, para que el aprendizaje sea más significativo y para pensar en cómo podría enseñar estos temas a los jóvenes de secundaria en el futuro.

La Modelación Matemática como metodología de enseñanza

Como se ha mostrado en el marco teórico, se ha definido y usado la modelación matemática con diferentes connotaciones y que *grosso modo* podríamos clasificar en tres formas en que lograría articularse a la enseñanza, particularmente en la formación de profesores, las cuales, si bien tienen sus diferencias, no son del todo disyuntas; la modelación como: 1) un objeto de aprendizaje, 2) una metodología de enseñanza y 3) un método de investigación.

De acuerdo a las observaciones de clase y las entrevistas realizadas a los formadores, se interpreta que para P1, en parte debido a su formación posgraduada, la modelación es vista como una metodología de investigación en matemáticas (3) que le sirve como herramienta para desarrollar trabajos en el campo científico, como matemático aplicado y que por lo tanto debía aprender (1) y conocer cómo proceder en el campo. Sin embargo, ratifica que lo *aplicado* es uno de los aspectos que se aprenden en matemáticas y que no todos los futuros profesores tendrán esa preferencia para retomar en estudios posteriores; además, para ciertos grados y temas no le es sencillo conectar las matemáticas con problemas cotidianos, por eso, se siente incapaz de utilizarla como metodología de enseñanza (2) con este tipo de situaciones, aunque no la considera inviable.

Como parte de su formación de maestría, P2 conoce sobre la Modelación Matemática en Educación y la ha implementado de diversas maneras en sus clases mediante problemas “intramatemáticos”, problemas contextuales y proyectos (2); esta última actividad requirió por parte de los estudiantes plantear el problema, investigar temas que no conocían, solicitar asesoría del profesor y brindar una solución parcial a dicha situación, por lo que la modelación matemática podría verse como un método de investigación (3) usado no solamente por profesionales en matemáticas aplicadas sino por todo tipo de estudiantes. Para los diferentes procesos, la profesora omitió en su discurso la definición y el proceso puntual que sugería para llevar a cabo actividades de modelación, ya que no consideró necesario que ellos lo aprendieran de esa manera, en dicho momento no concibió la modelación como un objeto de aprendizaje (1) dentro de la asignatura de Geometría, sino que supuso que los estudiantes aprenderían de la modelación matemática solo de la experiencia y no de su conceptualización:

“tener algunos acercamientos investigativos y prácticos al tema hace que uno al menos piense en llevar algunas cosas básicas de modelación aunque ellos no sepan, igual como fue la modelación podrían ser cualquier otra estrategia, es más (como) esas maneras que uno busca como profesor de acercar [las matemáticas formales a la cotidianidad] y eso también depende de las dinámicas de la población” (P2, Entrevista)

Ambos profesores, P1 y P2, afirman haber involucrado a los estudiantes en tareas de modelación, aunque de distintas maneras. Esas formas, se advierten en los tipos de problemas que utilizan y con qué fin se realizan dentro del aula de clase (Ver tabla 6). Para P2, por ejemplo, las situaciones que se utilizan dependen del tipo de habilidades a desarrollar y en ese sentido, todas son válidas e importantes en la formación del profesorado.

Tabla 6. *Miradas de los formadores sobre la modelación, sus objetivos de enseñanza y los tipos de problemas empleados*

	Proceso de modelación	Objetivos	Problemas	Perspectiva a la que se “aproxima”
P1	Temática particular del curso: modelos de funciones (lenguaje). Construcción de un modelo matemático. Brinda conclusiones en el dominio matemático.	Aprendizaje de contenidos como fines en sí mismos (objetos de conocimiento para el profesor). Mejorar la competencia financiera de los estudiantes.	Situaciones intramatemáticas, hipotéticas y cerradas; todos los estudiantes deben tener los mismos datos. Usadas para ejemplificar, aplicar y practicar.	Educativa
P2	Viable, pero no como su metodología de enseñanza. Mediante algunas actividades después de exponer el tema (experimentar la utilidad de las matemáticas). Construcción o reconstrucción de un modelo matemático que parte de una situación intramatemática o real.	Aprendizaje de conceptos. Sensibilizar frente a la necesidad y la utilidad de las matemáticas en la sociedad.	Situaciones intramatemáticas, hipotéticas, cotidianas, abiertas, cerradas, que parten de la necesidad de los estudiantes. Usadas para ejemplificar y aplicar.	Sociocrítica

Como se observa en la tabla 6, los problemas utilizados por P2 son exclusivamente cerrados, intramatemáticos e hipotéticos, lo cual es ratificado mediante la entrevista, el cuestionario y la observación de clase; dentro de sus prioridades no se encuentra el incorporar aplicaciones con problemas de otros contextos para ser abordados en la clase, entre otras razones porque es una tarea que pueden cumplir los docentes de didáctica y además porque no ha identificado las

posibles situaciones que sean susceptibles de ser estudiadas con ciertos conocimientos matemáticos:

“los estudiantes siempre nos van a preguntar lo mismo [para qué sirven las matemáticas], pero también gran parte de la matemática no tiene una aplicación directa en la vida real, muchas cosas también se aprenden para el desarrollo de habilidades [...] de pronto a ellos les gusta más eso que uno sea muy concreto, pero hay veces que eso es muy difícil, dígame un logaritmo dónde se va a ver algo particular, una factorización... de pronto que se pueden después dar solución a situaciones particulares, sí, pero inmediatamente darle la respuesta, no” (P1, entrevista 1)

Por otra parte, en la encuesta realizada a los futuros profesores, solo 4 de ellos mencionaron un problema que querían resolver con ayuda de las matemáticas, la mayoría respondió que no tenían las bases suficientes para pensar en las relaciones de las matemáticas con algún problema de su contexto. Complementario a esto, durante las observaciones de las clases de Introducción al cálculo solo se escuchó una intervención que apuntara a interrogar el uso de las matemáticas que se aprendían (trigonometría) a otras situaciones, y en las clases de Geometría Euclidiana, se notó la dificultad que enfrentaban los estudiantes para identificar los vínculos concretos entre algunas actividades (como juegos) y el conocimiento formal.

Estas acciones dan pie para pensar que al ingresar al programa, tal como lo mencionaban P1 y particularmente P2, los estudiantes no están preparados para enfrentar el saber matemático de formas distintas. No obstante, durante la entrevista a dos profesores en formación (E1, E2) que laboran como docentes en primaria y secundaria (4°- 8°) llaman la atención sobre la importancia de que el profesor enseñe de una manera contextualizada las matemáticas, en las que se muestre la utilidad de estas, que el docente se preocupe por el aprendizaje de sus estudiantes y logre motivarlos, por lo cual este debería ser un aspecto relevante durante su formación.

La modelación matemática y la enseñanza de las matemáticas en contexto

Algunas perspectivas en modelación matemática apuntan a que el proceso de modelación tenga su origen en situaciones reales (realística, contextual, educativa, sociocrítica), lo cual tiene muchas más ventajas desde el punto de vista del desarrollo de competencias analíticas y adquirir otras visiones acerca de las matemáticas, pero también acarrea algunas dificultades como la poca familiarización de los estudiantes con el proceso y su posible desmotivación, la cantidad de contenidos a enseñar y el tiempo dispuesto para ello. Villa-Ochoa (2009) dejó abierta la pregunta acerca de cuáles son “la[s] forma[s] como el profesor considera que una situación se *acomoda* o se ajusta hacia la realidad escolar” (p.7), a cuya respuesta se pudo aproximar a partir de los diálogos sostenidos con los formadores y los profesores en formación.

Por medio del análisis de los datos, se encontró que el doble rol que asumen algunos de los participantes: como estudiantes de programas de formación inicial de profesores y como profesores en ejercicio, y en particular, sus concepciones frente a la utilización del contexto en la enseñanza de las matemáticas no son contradictorias. En primer lugar, se confirma la dificultad de algunos para asociar las matemáticas con la cotidianidad, 25 de ellos aseveran que sí existe tal relación, mientras que los demás no responden; 16 de los que responden afirmativamente ejemplifican con situaciones prácticas en las que se pone en juego exclusivamente la aritmética, tales como con las finanzas personales, la economía familiar y actividades de su trabajo tales como inventarios y la asignación de una nota final a los estudiantes de una institución.

Las anteriores afirmaciones son reiteradas por E1, quien además afirma que el álgebra (la factorización) y la trigonometría les son más difíciles de contextualizar en el aula, porque incluso durante el curso de introducción al cálculo encontró estos contenidos altamente abstractos, donde no se evidencian sus aplicaciones, por lo que para él mismo se pierde el sentido de su estudio, como fue mencionado anteriormente.

E1 y E2 conciben que la contextualización de las matemáticas consiste en utilizar un lenguaje, mencionar objetos, lugares y situaciones que les sean familiares a los estudiantes, a la hora de explicar conceptos y proponer problemas de aplicación, para así dar un sentido a las matemáticas, sin que necesariamente ellos deban indagar, simplificar, experimentar y validar la información obtenida. E1 considera importante mostrar dónde se ven o cómo se utilizan las matemáticas escolares y en este sentido le parece más significativa la enseñanza de la geometría, la aritmética y parte del álgebra:

“[...] cuando yo estoy dando geometría, digo: la ventana tiene rectas perpendiculares, yo veo dónde se las puedo mostrar [...] por ejemplo los números enteros: que si yo le debo a una persona 30 mil y le debo a otra 40 mil, entonces ¿cuánto le debo? Y así [...] con los números enteros y las matemáticas de 6° a 8° me parece más sencilla, el álgebra me parece más sencilla, lo otro de acá no [Refiriéndose a las temáticas abordadas en el curso de introducción al cálculo]... ¿cómo articularlo [al contexto] para enseñarlo? (E1, Entrevista)

E2, por su parte, insiste en la importancia del lenguaje oral, pero también en los sentimientos y vínculos afectivos que se puede establecer entre las matemáticas y él como profesor con los estudiantes para efectos de su motivación para aprender matemáticas; por ejemplo, para tratar una temática le parece conveniente plantear que “en un paseo en garrucha”, la cual ellos conocen, a decir que “un Ferrari pasa por Urabá”, lo cual no ha sucedido en dicha región. Para la formadora P2 los problemas abiertos relacionados con aspectos sociales (reales) ofrecen muchas oportunidades para la indagación, la reflexión e incluso un cambio en las prácticas cotidianas de los estudiantes:

“En algunas situaciones que son más abiertas y son relativas a situaciones problemáticas actuales (reales), el profesor propondría la situación y la problematizaría. El estudiante indagaría y propondría posibles soluciones. Así, profesor y estudiante tienen un rol más activo, en el que juntos trabajan en la solución de la situación.” (P2, cuestionario)

Dichas prácticas que relacionan las matemáticas y el contexto son importantes en la preparación inicial del profesorado, no solo en su formación como ciudadanos, sino también para experimentar algunas prácticas que podría vincular posteriormente a su quehacer docente:

“...pienso que la modelación podría aportar mucho en el vínculo de la matemática formal y de la vida, pero eso implicaría repensar el curso como tal, porque el curso [Geometría] no se piensa en sí en modelación, sino que son como situaciones aisladas [...] creo que metodológicamente eso se podría mejorar y ayudaría a los chicos que se están formando para ser profesores” (P2, entrevista).

Esta manera de orientar la enseñanza, donde no se reduce las aplicaciones a situaciones hipotéticas planteadas desde los libros de texto puede contribuir a uno de los propósitos que se menciona en el programa del curso Geometría Euclidiana para la formación de profesores: “que se asuma como un ser consciente y activo para la transformación de la sociedad, la promoción de comportamientos democráticos y para la cualificación de la vida individual, y consciente de los desarrollos de la ciencia y la tecnología”; durante dichas actividades puede desarrollar algunas ideas para abordar en el futuro con sus estudiantes de secundaria y así no solo se forma como un profesional con conocimientos en matemáticas.

Discusión de los resultados y conclusiones

Los resultados de este estudio permiten comprender las distintas maneras como los formadores asumen la modelación matemática y las aplicaciones en las asignaturas de matemáticas para futuros profesores; cada una de estas posturas está relacionada con la formación posgraduada recibida, las concepciones sobre las matemáticas, cómo y para qué deberían enseñarse, qué debería aprenderse y cómo se relacionan las matemáticas con el mundo cotidiano.

Tanto en los programas de los cursos Introducción al Cálculo y geometría, en las entrevistas realizadas a los formadores y a profesores en formación, se ha evidenciado la importancia otorgada a las aplicaciones tanto para en la preparación de los futuros profesores como en las aulas de Educación Media, con el ánimo de visibilizar la utilidad de las matemáticas en la sociedad, para motivar a su estudio, desarrollar habilidades en la resolución de problemas y acercarse a otras maneras de ver las matemáticas. Sin embargo, la mayoría de experiencias que tienen los profesores sobre el uso de las matemáticas son en contextos de la propia disciplina, como por ejemplo la aplicación de la trigonometría o el álgebra a la geometría y algunos problemas hipotéticos que se presentan en libros de texto convencionales para la enseñanza de estas asignaturas.

En ambos formadores (P1 y P2) se identifican las nociones de la modelación matemática como: 1) un objeto de aprendizaje, 2) metodología de enseñanza y como un 3) método de investigación. P1 hace énfasis en que los aspectos 1 y 3 se requieren cuando se trata de profesionales que se dedican al campo de las matemáticas aplicadas, en el ámbito educativo se siente limitado para tratarlo como metodología de enseñanza ya que no siempre es fácil encontrar las relaciones entre las matemáticas y lo cotidiano o las otras ciencias en el nivel que se requiere y que contribuya al aprendizaje de los conceptos de la disciplina; además, para él es más apropiado que estas cuestiones se manejen de manera Extraclase, se podría pensar, en cursos de didáctica, seminarios o talleres. Mientras que P2, durante sus prácticas de enseñanza con futuros profesores implica la modelación como 2 y 3, pero no consideró necesario explicitar el método y el procedimiento que se realizaban para resolver las actividades de modelación.

Formadores de profesores y profesores en formación coinciden en que es importante involucrar el contexto de la región al enseñar matemáticas; sin embargo, en los programas de curso (que son los mismos para las regiones y para la sede Medellín) no hay una evidencia sobre cuáles aspectos de dicho contexto podría articularse a la enseñanza; P2 considera que es necesario realizar este tipo de adecuaciones desde lo metodológico para impactar en las prácticas futuras del profesorado y en la reflexión y transformación de la sociedad. Por otra parte, E1 y E2 hacen énfasis en la contextualización de las matemáticas a partir del lenguaje conocido por los estudiantes al momento de conceptualizar y de plantear problemas, pero el papel otorgado a los

estudiantes aún es pasivo y las situaciones propuestas no trascienden de ser hipotéticas, que en palabras de Villa-Ochoa (2010) podría considerarse como “una re-vestidura de conceptos en un contexto artificial” (p.4).

De acuerdo con esta experiencia se reconoce que en cualquier contexto, municipio o región no es sencillo seleccionar las situaciones reales adecuadas para estudiar los contenidos matemáticos y además, teniendo en cuenta que cada profesor puede atribuir diferentes significados a la palabra realidad. Esa permanente dificultad, quizás es una de las razones por la que Pablo y Juan, durante la entrevista, no proporcionaron ejemplos de actividades propias de su cultura (el cultivo de banano o la pesca) en relación con las matemáticas; ante esto, una de las salidas que encuentran estos profesores en formación es el de utilizar un lenguaje familiar en problemas ficticios. Si bien esta alternativa contribuye al cumplimiento de algunos objetivos atribuidos al uso de los contextos como el hacer más significativo el aprendizaje, presenta limitaciones para la satisfacción de los otros propósitos que tienen que ver con: la formación de ciudadanos conscientes de sus realidades sociales, capacitados para analizar, criticar y proponer acciones para mejorar su calidad de vida (Colombia, 2006).

En este sentido, más allá de ampliar la discusión sobre la trascendencia del uso de los contextos en la enseñanza de las matemáticas, es necesario proveer de herramientas a los futuros profesores para que se inquieten por el cómo hacerlo, cuáles son las formas de acercar las matemáticas a la cotidianidad del alumnado, crear discursos coherentes entre lo que son las matemáticas, para qué enseñarlas y teniendo en cuenta el cómo aprenden los estudiantes; dicha articulación implica la conjunción de muchos saberes: pedagógico (conocer los contextos y lo formativo del conocimiento), lo didáctico, la filosofía, las ciencias de la educación, y las propias disciplinas con su conocimiento histórico y epistemológico.

La propuesta de incorporar la modelación matemática y las aplicaciones en las asignaturas de matemáticas para futuros profesores se ha intentado justificar desde varios puntos:

- 1) Persiste una necesidad de que los profesores se formen en modelación matemática, tanto a nivel teórico como práctico y los espacios que en la Facultad de Educación hay destinado para ello resultan ser insuficientes porque el proceso de familiarización con la modelación desde varios enfoques demanda un tiempo prolongado (Barbosa, 2001).
- 2) Las vivencias propias de los futuros profesores, sus aprendizajes y dificultades, así como el análisis de las clases que recibieron se constituyen en la primera fuente de discusión y cuestionamientos sobre la enseñanza e incluso, como referente para sus prácticas iniciales (Klüber, 2012).
- 3) Lograr la orientación y desarrollo de actividades de modelación en la Educación media implica que “el profesor debe haber tenido alguna experiencia en modelización matemática y haber construido sus propios modelos” (Bassanezi & Biembengut, 1997, p.14) y además, que se le dé oportunidad para detectar las situaciones de su contexto que

puedan estudiarse con ayuda de las matemáticas y desarrollar el sentido de realidad (Villa-Ochoa & López, 2011) que todo profesor requiere para establecer los puentes entre las matemáticas y los contextos de los estudiantes.

Implicaciones para la formación de profesores de matemáticas: cambios curriculares y sensibilización de los formadores

El tipo de modelación que se quiere impulsar en la formación del profesorado es aquella que posibilite la actividad del estudiante, le permita identificar situaciones de otros contextos que se puedan estudiar con las matemáticas, porque aquellas que pertenecen al campo de las matemáticas o que son hipotéticos ya son ampliamente utilizados durante la formación. Una tarea importante sería potencializar las problemáticas de la física en las que pueden contribuir las matemáticas teniendo en cuenta que los futuros profesores están adquiriendo ambos saberes o fundamentación en ambos sentidos; pero incluso también puede hacerse el esfuerzo de integrar las matemáticas con otras áreas del conocimiento como la economía, con el ánimo de fortalecer la interdisciplinariedad.

Consecuente con los planteamientos anteriores, la perspectiva de la modelación que se desea promover es aquella que relaciona el contexto, ratifica la pertinencia del programa en la región no solo por la demanda laboral de los profesores sino también considerando el papel que el profesor juega dentro de la cultura y su transformación. Además, como parte del Proyecto Educativo que se expande desde los discursos teóricos en las universidades y desde los propios organismos gubernamentales, se espera que la implementación de la modelación en las Licenciaturas contribuya a la formación de profesores que posean ideas claras sobre cómo incluir situaciones de contexto en la enseñanza de las matemáticas, que no se limiten a la solución de problemas de palabras o ficticios y que logren transmitir otra visión de las matemáticas a las futuras generaciones.

Lograr que los profesores de educación media adquieran estas fortalezas en modelación es un proceso complejo que requiere un cambio en las concepciones de algunos formadores y una adaptación, sensibilización y práctica, en el reconocimiento de situaciones a modelar; en la reflexión pedagógica y las adecuaciones didácticas pertinentes. Los diferentes espacios formativos y de conceptualización deben permitir estos acercamientos que contribuya a una formación integral y no al conglomerado de materias que los futuros profesores articulan por su cuenta, sino que adquieren cierta experiencia en las trasposiciones didácticas que les da luces para saber cómo actuar en el futuro y les permita establecer sus propias guías para la enseñanza, socializarlas con sus compañeros y compartirlas a la comunidad académica.

Es oportuno resaltar que este estudio puede ser el inicio para que los colectivos de profesores discutan las bases sobre la incorporación de nuevas metodologías dentro de los planes de

formación inicial del profesorado como ya se ha indicado en el Informe de evaluación externa (Consejo Nacional de Acreditación, 2015) y que los esfuerzos se reflejen en propuestas curriculares para atender a las deficiencias encontradas respetando las posturas iniciales de los formadores, pero al mismo tiempo intentando movilizar el cambio en sus prácticas (Agudelo-Valderrama, 2005) con el fin de mejorar la calidad educativa y de retomar fuertemente la idea de la Educación como un motor para la transformación social. Estas proposiciones deberían ser coherentes con el perfil del egresado que se desea formar, los lineamientos propuestos por la Universidad en general y para el caso de regiones en particular (Consejo académico, reunión 527, 2013) y las necesidades y potencialidades propias de la región, de las cuales, los formadores pueden aproximarse mediante los estudios regionales adelantados por el INER (Instituto Nacional de Estudios Regionales).

Otras necesidades en la formación de profesores de la región de Urabá y algunas propuestas

Es indudable la importancia de garantizar el acceso a una educación de calidad, con espacios adecuados y herramientas disponibles, así como las condiciones de vida de los estudiantes para disminuir la deserción, asistencia a las clases y dedicación a su aprendizaje de manera independiente de los estudiantes. Sin embargo, están encargadas en primer lugar las entidades de gobierno de proveer los recursos necesarios para su distribución equitativa; de esta manera, la Gobernación de Antioquia ha estado otorgando becas de Educación Superior para estudiantes de las regiones, pero la cobertura de dichos subsidios aún es limitada según el Informe de Prácticas de Permanencia 2012-2013.

Otras dificultades señaladas en el Informe (las primeras tres) también han sido resaltadas por los formadores, quienes además han presentado algunas propuestas al respecto, que si bien no corresponde única y totalmente a la Universidad satisfacerlas y que ya se han comenzado a implementar acciones para su intervención, invitan al diálogo y establecimiento de convenios con la gobernación para superar algunas dificultades que persisten, especialmente en lo que concierne a los recursos económicos de los estudiantes.

Dificultades:

- La distancia de las viviendas de los estudiantes en relación a la ubicación de la sede o seccional:
 - Impide su participación en actividades extracurriculares incluyendo monitorías, acceso a la biblioteca.
- El bajo nivel académico adquirido por los estudiantes en el bachillerato que dificulta la adaptabilidad al sistema educativo universitario:
 - Dificultad para habituarse a métodos de estudio independientes.

- Las afectaciones económicas del sector agrario y minero que conducen a los estudiantes a buscar opciones de generación de ingresos y abandonar el sistema educativo, reprobando asignaturas a causa del poco tiempo dedicado para su estudio y atrasarse en sus semestres regulares.
- Acceso a medios tecnológicos durante las clases y fuera de ellas.
- Programación y distribución del tiempo para los cursos, lo que impide la asimilación de los contenidos por parte de los estudiantes y la alta tasa de reprobación en los cursos de matemáticas.

Propuestas de los formadores y los estudiantes:

- Facilitar recursos alimenticios a los estudiantes con mayores necesidades económicas.
- Brindar recursos de desplazamiento, ya sea en dinero o que un bus de la universidad sea dispuesto para transportar a los estudiantes desde algún punto de encuentro hasta la seccional de la universidad.
- Destinar algunas horas de los monitores de Medellín para que respondan a las inquietudes de los estudiantes de las regiones a través del correo electrónico, foros o plataformas destinadas para ello.
- Impulsar la experiencia del egresado tutor voluntario que se ha realizado en la seccional de Amalfi para apoyar las actividades académicas de los estudiantes, aunque puede pensarse en figuras concretas como monitores que no necesariamente tengan como punto de encuentro la Universidad ya que no todos viven cerca de las sedes o seccionales.
- Integrar las TIC de una manera efectiva en la enseñanza de diferentes cursos, por ejemplo como se ha hecho en la Facultad de Ingeniería con ude@; a través de la plataforma Moodle, donde los estudiantes accedan a documentos teóricos, libros, talleres, ejercicios resueltos y otros recursos; realizar clases, asesorías y monitorías mediante las video/teleconferencias.
- Implementar las prácticas tempranas; vincular a los estudiantes que se forman como profesores de matemáticas en proyectos como pre-icfes, pre-universitarios, olimpiadas del conocimiento, para que se apoye la educación media en la región y se comiencen a pensar ellos mismos como profesores, evaluar sus conocimientos y prácticas.
- Fortalecer la infraestructura y dotar de herramientas tecnológicas como salas de computadores que efectivamente puedan ser usadas por los docentes y los estudiantes en cada una de las sedes y seccionales.
- Ofertar el programa cada semestre o mínimo cada año para que los estudiantes que pierdan las asignaturas no tengan que esperar tanto tiempo para cursarlas nuevamente.
- Programar los cursos cada 15 días para que los estudiantes tengan tiempo para prepararse mejor en la materia.

Perspectivas futuras de investigación

A partir de las inquietudes que generadas en este estudio, se invita a otros estudiantes, profesores, investigadores a involucrarse en temáticas relativas a la enseñanza o didáctica universitaria, especialmente enfocada hacia las regiones, donde aún se presentan diversas afectaciones. Aquí se proponen preguntas, para cuyas respuestas se requiere, en algunos casos, estudios a profundidad:

- ¿Cómo perciben los futuros profesores y los formadores, las ventajas y limitaciones que proporcionan actividades que involucran problemas cotidianos, juegos, etc. en el aprendizaje de las matemáticas en el nivel universitario? ¿Cuáles son las relaciones entre las matemáticas “formales”, las matemáticas de la cotidianidad y las matemáticas escolares? ¿Qué cambios sugieren las respuestas a las preguntas anteriores, en el currículo de la formación inicial de profesores de matemáticas?
- ¿Cómo involucrar de manera “efectiva” el uso de las TIC en los programas de formación inicial de profesores, particularmente en el contexto de las regiones? ¿Cuáles son las condiciones “reales” de acceso a la tecnología que tienen los estudiantes de las Licenciaturas para garantizar un adecuado manejo y práctica con ellas?
- ¿Cómo puede la Facultad de Educación preparar y promover profesionales de la Educación (Matemática) comprometidos con el desarrollo de las regiones?
- ¿Qué tipo de contextos de las distintas regiones podrían ser utilizados en el desarrollo de actividades de modelación matemática en la formación de futuros profesores y con qué fines?

Referencias bibliográficas

- Agudelo-Valderrama, C. (2005). Explicaciones de ciertas actitudes hacia el cambio: las concepciones de profesores y profesoras de matemáticas colombianos(as) sobre los factores determinantes de su práctica de enseñanza del álgebra escolar. *Revista EMA*, 10(2 y 3), 375-412.
- Aguilar, Y., Mejía, L.E., Romero, A. (s.f). Licenciatura en Matemáticas y Física: Informe de Reacreditación 2006-2012. Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.
- Araújo, J. L. (2009). Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, Florianópolis, 2(2), 55-68.
- Ärlebäck, J. B. (2009). Towards understanding teachers' beliefs and affects about mathematical modelling. En CERME 6 – working group 11 (pp. 2096-2105). Lyon, Francia: Servicio de publicaciones, INRP.
- Barbosa, J. C. (2001). Modelagem e os professores: a questão da formação. *Bolema*, 1(15), pp. 5-23.
- Barbosa, J. C. (2001a). Mathematical modelling in pre-service teacher education. Modelling and Mathematics Education: ICTMA 9 - Applications in Science and technology. En J F Matos, S K Houston, W Blum, S P Carreira (2003) pp.185-194.
- Barbosa, J. C. (2001b). Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. *En Reunião anual da ANPED*, 24, pp. 1-15.
- Barbosa, J. C. (2004). Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como?. *Veritati*, 1 (4), pp. 73-80.
- Bassanezi, R., y Biembengut, M. S. (1997). Modelación matemática: una antigua forma de investigación, un nuevo método de enseñanza. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 32, pp. 13-25.
- Beswick, K. (2011). Putting context in context: an examination of the evidence for the benefits of "contextualised" tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), pp. 367-390. doi: 10.1007/s10763-010-9270-z.

- Biembengut, M. S. y Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación matemática*, 16(2), pp.105-125.
- Biembengut, M. S. y Schmitt, A. L. (2009). Mapeamento das Produções Acadêmicas de Modelagem Matemática no Ensino de Autores Brasileiros. Relatório Final de Iniciação Científica. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPQ.
- Biembengut, M. S. (2012). Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 7 (10), pp. 195-204.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95.
- Borromeo-Ferri, R. & Blum, W. (2009). Mathematical modelling in teacher education – experiences from a modelling seminar. En CERME 6 – working group 11 (pp. 2046-2055). Lyon, Francia: Servicio de publicaciones, INRP.
- Blomhøj, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*, 1.
- Blum, W. & Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), pp. 45-58.
- Cai, J., Cirillo, M., Pelesko, J. A., Borromeo Ferri, R., Borba, M., Geiger, V., y Kwon, O. N. (2014). Mathematical modeling in school education: mathematical, cognitive, curricular, instructional and teacher education perspectives. En Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 y PME-NA 36, Vol. 1, pp. 145-172. PME-NA.
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares: Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.
- Correa, A., Marín, A., Gómez, P., Mesa, Y. & Villa-Ochoa, J. (2015). Concepciones de formadores de profesores sobre la modelación matemática y su relación con sus prácticas de enseñanza. IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação, IX CNMEM (pp.1-16). São Carlos-SP, Brasil-

- Da Ponte, J. P. (1992). Concepções dos professores de matemática e processos de formação. em J. P. Ponte (Ed.), *Educação matemática: Temas de investigação*, 185-239.
- Da Ponte, J. P. (1999). Las creencias y concepciones de maestros como un tema fundamental en formación de maestros. *On research in teacher education: From a study of teaching practices to issues in teacher education*, 43-50.
- De Guzmán, M. (2007). Enseñanza de la ciencia y la matemática. *Revista iberoamericana de educación*, (43), pp. 19-58. Recuperado el 14 de abril de <http://www.redalyc.org/pdf/800/80004304.pdf>
- Frejd, P. (2012). Teachers' conceptions of mathematical modelling at Swedish Upper Secondary school. *Journal of Mathematical Modelling and Application* 17, 1(5), pp.17-40.
- Flores, P. (1995). Concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Investigación durante las prácticas de enseñanza. Tesis doctoral publicada en 1998, Granada, Comares.
- García Blanco, 2005.
- Gobernación de Antioquia (2012). *Plan de Desarrollo Departamental 2012-2015*. Antioquia la más educada. (1-30) Recuperado el 12 de abril de 2014 de http://www.antioquia.gov.co/Plan_de_desarrollo_2012_2015/PDD_FINAL/PDD_FINAL/3_Fundamentos.pdf
- Gomes, S. E. & De Almeida, L. A. (2014). Modelagem Matemática nos Anos Iniciais: pesquisas, práticas e formação de professores. *Revemat: revista eletrônica de educação matemática*, 9(1), pp. 57-73.
- Gómez A., Ochoa P., Pinillos G., Pérez, Betancur C. y Martínez C. (1998). La regionalización en la Universidad de Antioquia. *Educación física y deporte*, 20 (1), pp. 115-120. Recuperado el 12 de abril de 2014 de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/educacionfisicaydeporte/article/view/File/3396/3159>.
- Hein, N., y Biembengut, M. (2006). Modelaje matemático como método de investigación en clases de matemáticas. M. Murillo (presidente), *Memorias del V festival internacional de matemática*, pp. 1-25.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. 4ta Edición. McGraw Hill – Interamericana Editores S.A. Recuperado el 12 de abril de 2014 de <http://metodosdos.blogspot.com/2011/09/hernandez-sampieri-et-al-2006.html>.

Consejo Nacional de Acreditación. (2015). Informe de evaluación externa, Licenciatura en Matemáticas y Física

Kagan, D. M. (1992). Professional growth among preservice and beginning teacher. *Review of Educational Research*, 62(1), pp. 129-169.

Kaiser, G., Blomhøj, M. y Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), pp. 82-85.

Kaiser, G., y Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), pp. 302-310.

Kaiser, G. (2006). The mathematical beliefs of teachers about applications and modelling—results of an empirical study. In Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME) 3, pp. 393-400.

Kennedy, MM. (1999). The role of preservice teacher education. In: Darling-Hammond L, Sykes G (eds) *Teaching as the learning profession: handbook of teaching and policy*, pp. 54–86, San Francisco: Jossey Bass.

Klüber, T. E. (2012). (Des) Encontros entre a Modelagem Matemática na Educação Matemática e a Formação de Professores de Matemática. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), pp. 63-84.

Llamas, J. L. G. (2005). Educación intercultural. Análisis y propuestas. *Revista de Educación*, (336), pp. 89-109. Recuperado el 23 de abril de 2014 de http://www.revistaeducacion.mec.es/re336/re336_06.pdf

Lingefjärd, T. (2007). Mathematical Modelling in Teacher Education – Necessity or Unnecessarily. En *Modelling and applications in mathematics education*. New ICMI study series, pp. 333-340. New York, US: Springer.

Lingefjärd, T. (2007a). Modelling in teacher education. En *Modelling and applications in mathematics education*, pp. 475-482. New York, US: Springer.

- Lingefjärd, T. (2011). Modelling in teacher education. En Modelling and applications in mathematics education. New ICMI study series (pp. 475-482). Springer, New York. 2007b.
- Martínez, J. Métodos de investigación cualitativa. *Revista de Investigación Silogismo*, 1(08), pp. 1-43.
- Ortiz, H. E. (2006). Retos y perspectivas del currículo integrado. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, 21, 35-56.
- Robert, A. y Pouyanne, N. (2005). Formar formadores de maestros de matemáticas de educación media: ¿ por qué y cómo?. *Educación Matemática*, 17(2), pp. 35-58.
- Sánchez Carreño, J. (2012). La formación docente. Temas, debates y escenarios de prioridades. *Acción Pedagógica*, (21), pp. 58 - 63. Recuperado 23 de abril de 2014 <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/36646/1/dossier06.pdf>
- Spandaw, J. y Zwaneveld, B. (2009). Modelling In Mathematics' teachers' professional Development. CERME 6–Working Group 11, 2076.
- Silveira, E. y Caldeira, A. D. (2012). Modelagem na Sala de Aula: resistências e obstáculos. *Boletim de Educação Matemática*, 26(43), pp. 1021-1047.
- Solano, S. A. (2005). La utilización del estudio de caso en el análisis local. *Región y sociedad*, 17(32), pp. 107-144.
- Souza, E. G. & Luna, A.V. (2014). Modelagem Matemática nos Anos Iniciais: pesquisas, práticas e formação de professores. *Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, 9(1), pp. 57-73.
- Stake, R. (1998). Investigación con estudio de casos. (1° edición) Ediciones MORATA, S. L. Madrid.
- Universidad de Antioquia (2013) Acta 527 del Consejo Académico.
- Villa-Ochoa, J. A., Bustamante, C. A., Berrio, M., Osorio, J. A. & Ocampo, D. A. (2009). Sentido de realidad y modelación matemática. El caso de Alberto. *ALEXANDRIA. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 2(2), pp. 159-180. Recuperado el 22 de julio de 2014 de <http://funes.uniandes.edu.co/890/1/jhony.pdf>

- Villa-Ochoa J. A (2009). Presente y futuro de la investigación en Educación Matemática en Colombia. En: H. Blanco (Ed). Memorias del Décimo Encuentro Colombiano de Matemática Educativa. San Juan de Pasto: Asocolme, pp. 1-8- Recuperado el 30 de junio de 2014 de <http://funes.uniandes.edu.co/756/1/presente.pdf>
- Villa-Ochoa, J. A. Bustamante, C. A. y Berrío, M. (2010). Sentido de realidad en la modelación matemática. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. Capítulo 4. El pensamiento del docente, sus prácticas y elementos para su formación profesional. Colombia, pp. 1087-1096. Recuperado el 14 de abril de <http://www.clame.org.mx/documentos/alme23.pdf>
- Villa-Ochoa, J. y López, C. M. (2011). Sense of Reality through mathematical modeling. En: Kaiser, G.; Blum, W., et al (Ed.). Trends in the teaching and learning of mathematical modelling ICTMA14, pp.701-711. New York, Springer.
- Villa-Ochoa, J. (2013). Miradas y actuaciones sobre la modelación matemática en el aula de clase. En Modelagem matemática: pesquisas, práticas e implicações para a Educação Matemática. VIII Conferência nacional sobre modelagem na educação matemática, pp. 1-8. Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- Wittrock, M. (1989). La investigación de la enseñanza 1. Enfoques, teorías y métodos. Ediciones Paidós: Barcelona, Buenos Aires y México.
- Yin, R. (2003). Investigación sobre estudios de caso. Diseño y métodos. Segunda Ed. Sage Publications, Inglaterra.
- Zaslavsky, O. (1995). Open-ended tasks as a trigger for mathematics teachers' professional development. *luFor the Learning of Mathematics*, 15 (3), pp. 15-20.

Anexos

Anexo 1

Certificado de participación en evento académico nacional



Anexo 2

Certificados de participación en evento académico internacional



Ministério da Educação

9
CNMEM

ufsc.br

Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática:
Modelagem Matemática: pluralidades e debates

CERTIFICADO

Certificamos que Alejandra Marín apresentou o trabalho intitulado Concepciones de formadores de professores sobre la modelación matemática y la relación con sus prácticas de enseñanza, na modalidade Comunicação Científica, na IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, com o tema Modelagem Matemática: pluralidades e debates, promovida pela Universidade Federal de São Carlos, no período de 30 de abril a 02 de maio.



São Carlos, 02 de maio de 2015.



Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira
Presidente da Comissão Organizadora



Prof. Dr. Tiago Emanuel Klüber
Presidente da Comissão Científica



Ministério da Educação

9
CNMEM

ufsc.br

Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática:
Modelagem Matemática: pluralidades e debates

CERTIFICADO

Certificamos que Maria Alejandra Correa apresentou o trabalho intitulado Concepciones de formadores de professores sobre la modelación matemática y la relación con sus prácticas de enseñanza, na modalidade Comunicação Científica, na IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, com o tema Modelagem Matemática: pluralidades e debates, promovida pela Universidade Federal de São Carlos, no período de 30 de abril a 02 de maio.



São Carlos, 02 de maio de 2015.



Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira
Presidente da Comissão Organizadora



Prof. Dr. Tiago Emanuel Klüber
Presidente da Comissão Científica



Ministério da Educação



Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática:
Modelagem Matemática: pluralidades e debates

CERTIFICADO

Certificamos que Paola Andrea Gómez apresentou o trabalho intitulado *Concepciones de formadores de professores sobre la modelación matemática y la relación con sus prácticas de enseñanza*, na modalidade Comunicação Científica, na IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, com o tema *Modelagem Matemática: pluralidades e debates*, promovida pela Universidade Federal de São Carlos, no período de 30 de abril a 02 de maio.



São Carlos, 02 de maio de 2015.

Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira
Presidente da Comissão Organizadora

Prof. Dr. Tiago Emanuel Klüber
Presidente da Comissão Científica



Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática
Modelagem Matemática na Educação Matemática: pluralidades e debates
São Carlos, SP – 30 de abril à 02 de maio de 2015
ISSN 2176-0489

**CONCEPCIONES DE FORMADORES DE PROFESORES SOBRE LA
MODELACIÓN MATEMÁTICA Y LA RELACIÓN CON SUS
PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA**

Alejandra Marín
Universidad de Antioquia
alejandra.marinr@udea.edu.co

Maria Alejandra Correa
Universidad de Antioquia
maleja543@gmail.com

Paola Andrea Gómez
Universidad de Antioquia
paolagu@gmail.com

Yadira Marcela Mesa
Universidad de Antioquia
yadira.mesa@udea.edu.co

Jhony Alexander Villa-Ochoa
Universidad de Antioquia
jhony.villa@udea.edu.co

Resumen

Este estudio indaga las concepciones sobre la modelación matemática de dos formadores de profesores y su relación con los objetivos, los tipos de problemas y las dinámicas de clase que ellos llevan a cabo; para esto, se emplearon diferentes instrumentos de recolección de información tales como entrevistas, cuestionarios escritos y observaciones de clase. Los principales hallazgos en relación con la concepción de los profesores sobre la modelación dan cuenta de este como un proceso de construcción de un modelo a partir de un enunciado, que la mayoría de veces, requiere un cambio de representación matemática, atendiendo principalmente al propósito de reforzar los conceptos propios de la disciplina y que son pocos los espacios que se dan para que los futuros maestros vivan experiencias que relacionan las matemáticas formales con su cotidianidad.

Palabras clave: Concepciones de modelación. Formación de profesores. Prácticas de enseñanza.

Introducción

Actualmente existe un consenso internacional frente a la idea de que los futuros profesores deben tener múltiples oportunidades para convivir con la modelación matemática a nivel teórico y práctico (BORROMEO-FERRI y BLUM, 2009). Esta idea supone que en diferentes espacios, se deberían ofrecer, tanto profesores en formación como en ejercicio, herramientas teóricas para comprender la modelación como un objeto de investigación al interior de la Educación Matemática, así como involucrarlos en situaciones prácticas para relacionar el conocimiento matemático con otro tipo de situaciones en las cuales, las matemáticas tengan un rol para describir/solucionar/prescribir/controlar algunos aspectos de

Anexo 3

Informe financiero de la investigación

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA				
FACULTAD DE EDUCACIÓN				
CENTRO DE INVESTIGACIONES				
Proyecto: La modelación matemática en la Licenciatura en Matemáticas y Física: visiones de algunos formadores				
TRABAJO DE CAMPO	Comprobante	Presupuesto	Ejecución CODI	Ejecución Facultad de Educación
Agosto 29 a septiembre 1	S.P. 752807		280.000	
Total trabajo de campo		280.000	280.000	
MATERIAL FUNGIBLE				
Dactesa (sep.2014)				457
Total material fungible		0		457
PASANTÍAS Y EVENTOS				
IX Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação, IX CNMEM			720.000	600.000
Total pasantías y eventos		1.320.000	720.000	600.000
PUBLICACIONES				
Total publicaciones		400.000		
Total		2.000.000	1.000.000	600.457
 MÓNICA JANET VARGAS GUZMÁN Coordinadora Proceso Administrativo				