



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

Maria Alejandra Correa  
Universidad de Antioquia  
maleja543@gmail.com

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

Paola Andrea Gómez  
Universidad de Antioquia  
paola1gu@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 esta 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; además, 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 (BORROMEIO-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 esos contextos. En la literatura internacional se han dado a conocer diferentes formas de hacer modelación matemática al interior de las aulas en los diferentes niveles educativos; en algunas por ejemplo, los estudiantes tienen la oportunidad de crear sus propias situaciones y problemas acorde con sus intereses. En este caso, al tratarse de futuros profesores, su intencionalidad debería también atender a fines pedagógicos, exigiendo además, discusiones acerca de los factores curriculares, institucionales y didácticos que representan una dificultad para su realización en la práctica (BARBOSA, 2001; GOMES y DE ALMEIDA, 2014).

Uno de los escenarios que se han sugerido para que los futuros profesores se familiaricen con la modelación son los propios cursos de matemáticas que se encuentran dentro de su plan de estudios (v.g. LINGEFJÄRD, 2007b). Esta consideración trae consigo algunas implicaciones en el diseño y la ejecución de los currículos, de manera particular en las prácticas de enseñanza de los formadores de profesores, en las cuales se esperaría encontrar diferentes maneras de hacer modelación. El hecho anterior es fundamental, ya que en palabras de Klüber (2012), el principal referente para los profesores en formación son sus propios profesores y al menos en un inicio, probablemente ellos reproduzcan las prácticas que observaron durante su preparación académica.

Una de las razones por las cuales no se concretan estas acciones, ha sido reportada por Lingefjård (2007a) para el caso suizo, quien identificó como uno de los principales obstáculos para la implementación de la modelación en cursos específicos para futuros profesores, la resistencia de los profesores universitarios y propiamente sus concepciones sobre la naturaleza de las matemáticas y su enseñanza; en el caso de algunas instituciones colombianas, este tipo de fenómenos también está presente. Al respecto, Klüber (2012) puntualiza que si bien, en ocasiones algunos profesores universitarios tienen el conocimiento teórico sobre la modelación, es posible que muchos de ellos no hayan tenido experiencias prácticas, por lo que no podrían representar un ejemplo auténtico de sus beneficios para la enseñanza de las matemáticas.

Los hechos mencionados anteriormente nos convocan hacia los formadores de profesores, quienes por su formación teórica y su experiencia práctica han configurado unas concepciones y creencias en torno a lo que es la modelación matemática. Estas concepciones y creencias se convierten en obstáculos o en promotores de su aplicación en el aula de clase. Por esta razón, en este documento nos proponemos presentar parte de los resultados de un



estudio más amplio que indagó por las concepciones que tienen los profesores sobre la modelación; en particular, nos hemos dedicado a analizar los objetivos, los tipos de problemas y las dinámicas de clase, en las prácticas cotidianas de dos formadores de profesores, para encontrar puntos de encuentro y desencuentro con respecto a las perspectivas de la modelación identificadas en la literatura internacional.

### **Referentes teóricos**

Como se ha señalado en la primera parte de este documento, al reconocer la importancia que tienen las experiencias ofrecidas a los futuros profesores en sus propios cursos, así como la influencia que tienen las concepciones sobre la modelación en los formadores de profesores sobre las prácticas, optamos por el marco conceptual de las creencias y concepciones.

### ***Concepciones y creencias de los profesores sobre la modelación matemática***

Las *creencias* y *concepciones* como conceptos han estado envueltos en un conflicto por su delimitación teórica; algunos investigadores aceptan su similitud y otros han preferido continuar una construcción que permita precisar sus significados. Este último, es el caso de Da Ponte (1999), quien retomando los aportes de otros autores (NESPOR 1987; BROWN y COONEY, 1982; THOMPSON, 1992) ha señalado que las *creencias* tienen un carácter personal, afectivo, emocional, determinante en el comportamiento y tienen un grado inferior de consenso. Particularmente las creencias de los profesores han sido caracterizadas por Kagan (1992) como tácitas, estables, ocasionalmente inconscientes, y se asocian con su estilo de enseñanza; también afirma que los profesores “no poseen un lenguaje para describirlas y son reacios a exponerlas públicamente” (KAGAN, 1992, p. 66) y por esta razón sugiere aproximarse a ellas mediante diferentes técnicas de recolección de información.

Por su parte, las *concepciones* pueden ser definidas como un “substrato conceptual que juega un papel importante en [el] pensamiento y [la] acción, proporcionando puntos de vista del mundo y a modo de organizadores de conceptos” (DA PONTE, 1999, p. 44); éstas concepciones inciden en la práctica al fundamentar decisiones y “limitando nuestras posibilidades de actuación y comprensión” (DA PONTE, 1992, p. 185), aunque se pueden transformar con mayor facilidad.



A pesar de que tanto las creencias como las concepciones se relacionan de algún modo con la práctica, en este estudio, utilizamos *concepciones* para describir los aspectos sobre la modelación y sobre la enseñanza de las matemáticas, que sean argumentados por los docentes como fruto de sus reflexiones dentro de dicho campo de saber, aunque no necesariamente estén integradas totalmente a su práctica (DA PONTE, 1992); mientras que destinamos el término *creencias* para aquellos asuntos considerados como el resultado de experiencias significativas en las aulas de clase y a los discursos que se corresponden con las representaciones sociales más comunes y que parecen estar más conectadas con la afectividad.

Entre los estudios que se han realizado desde este enfoque teórico, se encuentran los de Ärlebäck (2010), quien sugiere un marco conceptual para estudiar las concepciones de los profesores sobre algunos aspectos de la modelación bajo un sistema de categorías que se corresponden con las creencias sobre: la naturaleza de las matemáticas, la realidad, la resolución de problemas, las matemáticas escolares y las aplicaciones. Frejd (2012), por su parte, utiliza como referente la modelación como un proceso cíclico, utilizó un cuestionario orientado por un problema abierto y entrevista, encontrando que 12 de los 18 profesores participantes asocian la modelación con la simplificación de un evento o de la realidad y establecen un fuerte vínculo entre este campo y la física.

A diferencia de los reportes anteriores, nuestro marco de referencia para estudiar las concepciones sobre la modelación, se fundamenta en las perspectivas de modelación descritas por Kaiser y Sriraman (2006), las cuales se presentarán en el siguiente apartado, enfocándonos particularmente en las acciones que implican su ejecución, los objetivos que persigue y las características de las situaciones que se proponen para un trabajo de 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<sup>1</sup>, el planteamiento de diferentes ciclos que materializan el proceso de producción de un modelo matemático y la atribución de varios propósitos; lo que ha permitido la diversificación de las definiciones acerca de la 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,

---

<sup>1</sup> En general, los términos “usar” y “aplicar” han sido vinculados a la modelación matemática.



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 las diferentes perspectivas sobre la modelación puede encontrarse en Kaiser y Sriraman (2006), quienes presentaron una clasificación de los artículos presentados 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). En su análisis, estos autores asumieron como criterio principal los objetivos de investigación expresados en cada uno de los documentos. El propósito de tomar como referente este trabajo, no consiste en clasificar a cada uno de los profesores en una de perspectivas particular, sino más bien para visualizar de forma global cómo se ajustan sus concepciones y prácticas a un modo de entender la modelación y qué otros aspectos podrían integrar a su práctica docente. En este sentido, Villa-Ochoa (2013, p. 5) 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”

En la Tabla 1 se presenta una síntesis de las distintas maneras de comprender la modelación y algunos procesos implicados en su desarrollo. En esta sistematización se incluye la postura de Barbosa (2004), para quien, 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. Por otra parte, dentro del trabajo realizado por Biembengut (2012), se describen otras dos maneras particulares de ver la modelación matemática además de la anterior, a saber: 1) Método de enseñanza e investigación escolar, con el cual se espera que los estudiantes además de aprender matemáticas a partir de la interdisciplinariedad, sean capaces de investigar: hacer preguntas, formular hipótesis, construir y validar un modelo; y 2) Alternativa pedagógica, que implica principalmente la búsqueda de la motivación de los estudiantes para aprender matemáticas a partir problemas contextuales.

**Tabla 1 – Concepciones sobre 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

Evidentemente algunas de las 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 para visibilizar su alcance y las acciones que se deben realizar dentro del aula para satisfacerlos. Para ilustrarlo, en la tabla 2, mostramos una interpretación de los objetivos que pueden perseguirse con la modelación. Las marcas (\*) hacen referencia a aquellos fines que se proponen los docentes al desarrollar un proceso de modelación y que se espera analizar mediante un proceso reflexivo y sistemático que aporte a campo de la Educación Matemática.

**Tabla 2 - Objetivos de la Modelación en Educación Matemática**

Objetivos de la implementación 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	Comprender y describir las actividades y modelos matemáticos*	Caracterizar los procesos didácticos y de pensamiento matemático*	Proporcionar explicaciones a las dificultades de los estudiantes y posibles soluciones*	Producir teoría matemática o desarrollar otras formas de pensar	Comprender el mundo mediante la utilización de las matemáticas	Aprender conceptos y teorías matemáticas	Motivar y producir actitudes adecuadas frente a las matemáticas	Reflexionar sobre el papel 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	X	X	X					
Contextual	X			X				X		X			
Cognitiva	X				X		X		X	X	X	X	
Sociocrítica				X	X							X	X
Educativa			X	X			X		X	X			

Como puede observarse en la tabla 2, han sido destacadas múltiples ventajas de la implementación de la modelación tales como: contribuir a una comprensión del mundo utilizando las matemáticas como herramienta, apoyar al proceso de aprendizaje, la aplicación de conceptos y teorías desde la materia hacia otras áreas del conocimiento y la cotidianidad, motivar hacia el estudio de las matemáticas ya que teje conexiones entre estas y el mundo real, promover el desarrollo de diversas competencias y favorecer el cambio hacia una concepción de las matemáticas más adecuada (Blum & Borromeo-Ferri 2009).

**Tabla 3 - 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	

Desde la perspectiva contextual, al igual que en otras, se espera que los estudiantes desarrollen la capacidad de tomar decisiones en diferentes escenarios, pero con la diferencia que desde esta mirada se practica mediante la solución de problemas de palabras (word problems). Así que otra diferencia importante en estas perspectivas, ilustrada en la tabla 3, se refiere a las características de los problemas diseñados para las actividades de modelación.

Como se muestra en la tabla 3 todas las perspectivas admiten problemas reales<sup>2</sup>, es decir, verificables a partir de la experiencia, que parten de las vivencias diarias de las personas o en el ejercicio de su profesión; particularmente, los problemas intramatemáticos se restringen a la perspectiva epistemológica, ya que la producción de teorías matemáticas no se fundamenta necesariamente en la cotidianidad. En contraste, para la perspectiva Sociocrítica, no tiene sentido la modelación de problemas ficticios o artificiales, porque desde esta se sitúa en un segundo plano a los contenidos, los cuales no deben aprenderse con un fin en sí mismos, sino que deben ser los medios para comprender y cuestionar las realidades sociales (BARBOSA, 2001). Es así como se espera que las características de las situaciones de modelación sean coherentes con los propósitos trazados por el profesor y su rol en el aula.

## Metodología

Los profesores construyen discursos en torno a los objetos y procesos que pertenecen a su campo profesional aunque estos no hagan parte directamente de sus prácticas, cualesquiera que sean las razones para que no lo sean (DA PONTE, 1992); con esta aserción como base, nos proponemos revisar las concepciones de formadores de profesores sobre la modelación matemática. Las dinámicas que demanda este estudio, tales como el examinar un fenómeno de manera reflexiva y profunda para establecer relaciones entre los datos, se corresponden con

<sup>2</sup> Sabemos que el término “real” tiene una amplia connotación en la investigación en modelación matemática, y que ha sido el centro de diversos debates filosóficos. El lector interesado puede ampliar la discusión en Araújo (2009) y en Beswick (2011).



una metodología de tipo cualitativo, la cual implica un análisis de “la realidad tal como otros la experimentan, a partir de la interpretación de sus propios significados, sentimientos, creencias y valores” (MARTÍNEZ, 2011, p. 17).

Para identificar y analizar tales concepciones empleamos instrumentos como: entrevistas, cuestionarios escritos y observaciones de clase; posteriormente triangulamos los datos obtenidos en cada instrumento. Luego de exponer los resultados de este estudio en relación con las visiones de los profesores sobre la modelación, los contrastamos con las diferentes posiciones que tomamos en la literatura con el propósito de dar algunas sugerencias en relación con la sensibilización de los formadores de profesores frente a la utilización de la modelación en las aulas de clase universitarias.

Para el desarrollo de esta investigación nos planteamos metodológicamente tres fases. En la Fase I, analizamos algunos documentos oficiales que soportan el programa académico *Licenciatura en Matemáticas y Física* de la Universidad de Antioquia (Colombia), su proceso de regionalización y los programas de cada asignatura del plan de estudios (esta fase se desarrolló entre mayo y julio, 2014). En la Fase II, observamos algunas clases de los cursos: Geometría euclidiana e Introducción al cálculo, en ellos realizamos algunas entrevistas a los estudiantes (fase desarrollada entre agosto y octubre, 2014). Posteriormente, en la Fase III llevamos a cabo una entrevista y un cuestionario abierto a cada profesor participante (fase desarrollada entre noviembre y diciembre, 2014).

La entrevista se utilizó con el fin de que cada profesor diera una interpretación a algunos fragmentos extraídos de los programas de los cursos que se relacionaban con la modelación. El cuestionario escrito constó de seis problemas de diferentes tipos (hipotéticos, sociales, intramatemáticos, cotidianos) para que los docentes identificaran los que estaban acorde con su práctica, definieran los objetivos al proponerlos y nos dieran información sobre cuáles serían los roles de cada sujeto dentro del aula de clase. Finalmente, las bitácoras fueron construidas durante el tiempo en que realizamos la observación en los cursos mencionados.

Los dos profesores (P1, P2) que participaron en este estudio han tenido experiencia como profesores de primaria o secundaria y orientaban los cursos de Introducción al cálculo y Geometría euclidiana, respectivamente, en la Licenciatura en Matemáticas y Física en Urabá (región costera, ganadera, de cultivo de banano y con índices elevados de pobreza) en el departamento de Antioquia. P1, es magíster en Matemáticas aplicadas y lleva aproximadamente siete años en la enseñanza de diferentes asignaturas de matemáticas ofrecidos a futuros profesores. P2, en dicho momento realizaba sus estudios de Maestría en



Educación (línea de investigación: Modelación matemática) y ha orientado asignaturas en la Licenciatura desde hace 1 año.

## **Análisis y Resultados**

Dado que ambos profesores (P1, P2), de alguna manera han estado vinculados a la modelación matemática desde su formación posgraduada, consideramos que se han formado distintas ideas y valoraciones frente a este proceso en el ámbito educativo. Para la caracterización que se presenta a continuación tomamos como criterios las declaraciones acerca de la modelación, los problemas presentados en clase y sus principales objetivos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en los cursos de matemáticas.

### ***Concepciones sobre la modelación matemática en formadores de profesores***

Durante la entrevista, P1 manifestó que la modelación hizo parte de una temática particular del curso llamada “modelos de funciones”; estos se basaban, principalmente, en enunciados sobre conceptos geométricos que debían transcribirse a un lenguaje algebraico: “por ejemplo en un triángulo isósceles puedo escribir el área y el perímetro en función del ángulo” (Entrevista P1). Su definición de modelación, se centra en el proceso de construcción de un modelo que atiende al cambio de lenguaje cotidiano y matemático o entre diversas representaciones (gráficas, tabulares, algebraicas) para extraer conclusiones que dan cuenta del dominio del lenguaje propio de esta ciencia y no tanto para la interpretación de dichos modelos a la luz de una situación cotidiana o de otra área del conocimiento.

De acuerdo con lo anterior, para P1 la importancia de la modelación reside por un lado en su practicidad a la hora de obtener información rápida y clara sobre las diferentes situaciones y para describir el comportamiento de las variables implicadas, cuyo foco dependerá del área específica en cuestión. Por otro lado, considera que el futuro profesor de matemáticas debe dominar este aspecto ya que los modelos de funciones se utilizan en asignaturas posteriores (e.g. el cálculo). De esta manera, para P1, una propuesta de modelación, aunque pueda pensarse desde la didáctica, debería hacer hincapié en el refuerzo de conceptos y procedimientos, que les serán útiles a los estudiantes para su progreso en las matemáticas y para su desempeño futuro como profesores.

Si bien P1 menciona las aplicaciones como uno de los componentes fundamentales en el estudio de las matemáticas durante la formación, delega la responsabilidad a los docentes



de otros espacios de formación, porque la función de su curso (introducción al cálculo) es fundamentar matemáticamente a los estudiantes. Además, no le es tan sencillo encontrar la conexión entre algunos temas de matemáticas con la vida cotidiana: “a ellos [los estudiantes] les gusta más eso que uno sea muy concreto, pero hay veces que eso es muy difícil, dígame un logaritmo donde se va a ver algo particular, una factorización...” (Entrevista P1); por esta razón, aunque P1 considere viable la modelación, no se siente en la capacidad de utilizarla como una metodología de enseñanza permanente y no lo considera prioritario o motivo para cambiar sus prácticas.

Por su parte P2, quien también declara realizar actividades de modelación en sus clases, se refiere a este proceso como la construcción o reconstrucción de un modelo matemático (representación dinámica que surge de la abstracción de un concepto, P2 entrevista) que parte de una situación ya sea intramatemática o del mundo real e involucra a los estudiantes en problemas en los cuales pueden evidenciar el “vínculo de la matemática formal y la matemática de la vida” (P2 entrevista). Este docente, nunca se refirió en la clase a dichas situaciones como actividades de modelación, sino que esperaba que los estudiantes aprendieran sobre el proceso desde la propia experiencia; no obstante, en el transcurso del semestre se dio cuenta que el desconocimiento frente al proceso mismo representó una dificultad para los estudiantes que optaron por desarrollar un proyecto que vinculaba las matemáticas aprendidas con su cotidianidad; los demás, eligieron otros tipos de trabajos. Ninguno de los dos profesores mencionó la validación del modelo como parte del proceso. Regularmente, P1 espera que todos los estudiantes lleguen a la misma expresión y con el fin de que corroboren su respuesta, les invita a razonar frente al comportamiento de las variables y verificar que no se presentan inconsistencias, incluso con apoyo de herramientas tecnológicas como software y calculadoras. Si bien, encontramos en estos hechos una intención por la revisión y análisis de los modelos construidos, estos no son interpretados a la luz de un contexto extra-matemático.

P2, al utilizar variadas actividades durante todo el curso, también muestra distintas maneras de evaluar el modelo y resolver un problema; en los casos que el modelo ya estaba construido, la validación consistía en comparar ambos modelos y verificar su coincidencia; en otras actividades como los juegos, un final exitoso daba cuenta de que el modelo, la manera de pensar y proceder se hicieron correctamente. En el caso de los proyectos, y particularmente uno en el que cuatro estudiantes tomaron como problema la construcción de casas en un terreno (en su municipio: Carepa-Urabá), el grupo realizó un proceso de modelación que ayudaría a las personas beneficiadas a calcular la distancia del río y otros datos necesarios



para llevar a cabo la construcción; sin embargo, por premura del tiempo, no lograron concretar un modelo que luego pudiera ser validado por expertos en el campo; lo que el docente (P2) concluye de acuerdo con su conocimiento y experiencia en la modelación, es que el trabajo realizado por el grupo era correcto y rescató el interés y compromiso asumidos durante el proceso.

### ***Objetivos de las clases y tipos de problemas utilizados por formadores de profesores***

La modelación, entendida como la creación de modelos funcionales para P1, al igual que todas las actividades desarrolladas en su clase (según la observación realizada), pretenden el aprendizaje de contenidos como fines en sí mismos, puesto que estos se constituyen en uno de los objetos de saber de los profesores; en este sentido, considera que los futuros profesores deben tener múltiples oportunidades para practicar la teoría vista y deben mostrar solvencia en el uso del lenguaje. Las características de las tareas que P1 propone a los estudiantes son coherentes con los objetivos que pretende alcanzar; por ejemplo, al profesor no le parece conveniente proponer problemas abiertos (P1 cuestionario), por lo que parece inscribirse en una corriente de pensamiento que defiende la precisión en las matemáticas, y al presentarle una situación de ese tipo en el cuestionario, opta por transformarla delegando tareas a grupos de estudiantes con el fin de unificar los datos para que bajo su orientación todos obtengan al mismo resultado. Así mismo, no está de acuerdo con que los problemas hagan referencia a la necesidad de los estudiantes justificando que estas son muy variadas, prefiere presentar un problema simplificado y luego proponer ejercicios que les sean útiles para practicar el tema.

Por otro lado, para P2 la práctica de la modelación matemática puede contribuir al aprendizaje de conceptos porque una parte del “saber matemáticas” tiene que ver con la capacidad de utilizarlas en diferentes momentos y situaciones de la vida (P2 entrevista); así que sus objetivos también están relacionado con la sensibilización a sus estudiantes frente a las problemáticas sociales actuales en las que puede intervenir las matemáticas y sus posibles usos para el planteamiento de propuestas que busquen la transformación (P2 cuestionario). Según el profesor, estos propósitos sólo pueden cumplirse a largo plazo, si los estudiantes continúan un proceso que implique el reconocimiento de problemas reales y su solución desde los diferentes cursos durante toda su formación profesional.

Las prácticas de P2, muestran que no deja de lado los problemas de palabras (word problems) extraídos de libros de geometría, pero procura incluir problemas abiertos en los que los estudiantes se hagan partícipes desde su planteamiento hasta su solución mediante la



indagación y el uso de los conocimientos adquiridos. No obstante, considera un reto que los formadores de profesores se familiaricen con las dinámicas de cada contexto, en este caso las regiones de Antioquia, con el fin de proporcionar espacios de conexión entre las matemáticas formales de la universidad con las vivencias cotidianas de los estudiantes.

“una de las mayores estrategias es apropiarse de procesos cercanos a ellos [los estudiantes], de sus vivencias que no son necesariamente iguales a las de nosotros en Medellín [ciudad capital del estado], eso hace, desde mi punto de vista, que el profesor de regiones se tenga que familiarizar más con la región” (Entrevista P2).

Mediante la aproximación a los discursos y prácticas de los maestros participantes de este estudio, evidenciamos que hay intentos por desarrollar experiencias de modelación en el contexto universitario, en su mayoría en busca de la construcción de modelos a partir de problemas intramatemáticos (P1 y P2) y unos pocos cotidianos (P2), a pesar de esto los profesores no le atribuyen la suficiente importancia a la validación de dichos modelos. Concientizarse de la importancia de revisar esos modelos ya construidos no se hace muy evidente con el uso de situaciones intramatemáticas porque las respuestas son únicas, y una típica manera de comprobar su validez es dando valores a las variables implicadas y mostrar su coherencia con el problema inicial; con el empleo de situaciones cotidianas, el reto es mayor, porque los datos tomados, los procedimientos utilizados, el tipo de matemáticas puesta en juego, el sentido de los resultados, etc. pueden diferir unos de otros y su validación tendría valerse de la experimentación en ese aspecto de la “realidad” que se intenta modelar y/o la consulta con expertos en dicho campo.

**Tabla 4 – Concepciones de formadores de profesores**

Profesor	Proceso de modelación	Objetivos	Características de los Problemas	Perspectiva a la que se “aproxima”
P1	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Temática particular del curso: modelos de funciones (lenguaje).</li><li>✓ Construcción de un modelo matemático.</li><li>✓ Conclusiones en el dominio matemático.</li><li>✓ Viable, pero no como su metodología de enseñanza.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Aprendizaje de contenidos como fines en sí mismos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Situaciones intramatemáticas, hipotéticas y cerradas; todos los estudiantes deben tener los mismos datos.</li><li>✓ Usadas para ejemplificar, aplicar y practicar.</li></ul>	Educativa
P2	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Mediante algunas actividades después de exponer el tema.</li><li>✓ Construcción o reconstrucción de un modelo matemático que parte de una situación intramatemática o real.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Aprendizaje de conceptos.</li><li>✓ Experimentar la utilidad de las matemáticas</li><li>✓ Sensibilizarse frente a la necesidad y la utilidad de las matemáticas en la sociedad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Situaciones intramatemáticas, hipotéticas, “cercanas”, cotidianas, abiertas, cerradas, que parten de la necesidad de los estudiantes.</li><li>✓ Usadas para aplicar.</li></ul>	Sociocrítica



En la tabla 4, sintetizamos las principales ideas que mantienen los profesores en relación con algunos aspectos sobre la modelación matemática en educación y a partir de los cuales nos atrevemos a situarlos en una ruta de trabajo marcada en una de las perspectivas señaladas por Kaiser y Sriraman (2006), aunque reiteramos que esto no quiere decir que cada profesor encaja de manera estricta en ella.

### **Implicaciones para la formación de profesores**

Posturas frente a la enseñanza de las matemáticas, en el contexto de la formación de profesores, como las de P1, ponen de relieve una dificultad para plantear la modelación como método de enseñanza y para la enseñanza. La modelación como método de enseñanza implica que los profesores universitarios incluyan aplicaciones, actividades de modelación y otras estrategias que buscan la comprensión de las matemáticas desde distintos frentes (teórico y práctico); y al entender la modelación como un método para la enseñanza, se esperaría que los formadores de estos profesores trasciendan del propósito de que estos estudiantes aprendan los conceptos del área hacia el uso de “otras metodologías” que sirvan de ejemplo real para ellos, mediante actividades que posibiliten sensibilizar y poner en práctica el reconocimiento de situaciones a ser modeladas y que posteriormente pudieran ser llevadas a las aulas de clase.

A nuestro modo de ver, la divergencia entre los anteriores modos de considerar la formación de profesores dentro de las disciplinas específicas, contribuyen a que los futuros profesores no encuentren una correspondencia entre los discursos teóricos en didáctica de las matemáticas con las prácticas en el aula, tal como lo manifestó P2 durante la entrevista; de esta manera, se mantiene una disyuntiva entre el saber disciplinar y el saber didáctico. En este último, se demanda el diseño de unidades o situaciones didácticas con problemas abiertos, contruidos a partir de la cotidianidad de los sujetos con el fin de contextualizar las matemáticas; mientras que en las asignaturas estudiadas en la universidad, es más factible para el profesor utilizar problemas cerrados para poder abarcar un mayor número de contenidos, apartándose un poco de los aspectos sociales y los distintos contextos.

Para que los profesores y los programas de formación de profesores de matemática se concienticen de la necesidad del cambio en las prácticas, es fundamental consolidar un argumento contundente que ratifique la importancia de que las asignaturas disciplinares de los futuros profesores deben ser diferentes a los de otros profesionales que también estudian matemáticas; para ello, este estudio sugiere nuevas investigaciones en las que se indague



sobre cómo los egresados del programa llevan a cabo sus prácticas, cómo vinculan los diferentes saberes adquiridos en la universidad y cuáles dificultades han encontrado en su ejercicio. Adicionalmente, a partir de estos análisis se pueden generar propuestas de formación de profesores en modelación, en la que se incluyan, además del estudio teórico, reflexiones sobre las prácticas escolares, puesto que de acuerdo con la literatura, los profesores formados en modelación manifiestan retóricamente una motivación hacia ella, pero al enfrentarse a la realidad escolar, encuentran dificultades y miedos que les impiden implementarla.

Con todo esto, resaltamos la necesidad de que los formadores de profesores propicien espacios en los que los futuros profesores desarrollen una cierta sensibilidad para registrar problemáticas de la cotidianidad que puedan ser modeladas, en otras palabras, desarrollen en los futuros profesores un *sentido de realidad* (VILLA-OCHOA y LOPEZ, 2011). Adicionalmente, se espera que durante su formación, los futuros profesores adquieran experiencia en la formulación de problemas y que además, en las asignaturas de didáctica, además del trabajo teórico, se reflexione sobre la forma de orientar las actividades de modelación con los estudiantes de acuerdo a unos objetivos y a una realidad escolar.

### **Agradecimientos**

Queremos agradecer a los compañeros del Semillero de Investigación MATHEMA por las críticas y sugerencias a este trabajo. También, al Centro de investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP) de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, por apoyarnos mediante la financiación del proyecto aprobado con el acta PQ-005-2014.

### **Referencias**

ARAÚJO, J. L. 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. 2009.

ÄRLEBÄCK, J. B. Towards understanding teachers' beliefs and affects about mathematical modelling. En CERME 6 – working group 11 (pp. 2096-2105). Lyon, Francia: Servicio de publicaciones, INRP. 2009.

BARBOSA, J. C. Modelagem e os professores: a questão da formação. **Bolema**, 1(15), 5-23, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como?. **Veritati**, 1 (4), 73-80. 2004.



BESWICK, K. Putting context in context: an examination of the evidence for the benefits of "contextualised" tasks. **International Journal of Science and Mathematics Education**, 9(2), 367-390. doi: 10.1007/s10763-010-9270-z. 2011.

BIEMBENGUT, M. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**, 7 (10), 195-204. 2012.

BORROMEO-FERRI, R. y BLUM, W. 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. 2009.

BLUM, W., y BORROMEO-FERRI, R. Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. **Journal of mathematical modelling and application**, 1(1), (pp. 45-58). 2009.

DA PONTE, J. P. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. em J. P. Ponte (Ed.), **Educação matemática: Temas de investigação**, 185-239. 1992.

DA PONTE, J. P. 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. 1999.

FREJD, P. Teachers' conceptions of mathematical modelling at Swedish Upper Secondary school. **Journal of Mathematical Modelling and Application** 17, 1(5), 17-40. 2012.

GOMES, S. E. y DE ALMEIDA, L. A. Modelagem Matemática nos Anos Iniciais: pesquisas, práticas e formação de professores. **Revemat: revista eletrônica de educação matemática**, 9 (1), 57-73. 2014.

KAGAN, D. M. Professional growth among preservice and beginning teacher. **Review of Educational Research**, 62(1), 129-169.1992.

KAISER, G.; BLOMHOJ, M. y SRIRAMAN, B. Towards a didactical theory for mathematical modelling. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 82-85. 2006.

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

KLÜBER, T. E. (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), 63-84. 2012.

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

LINGEFJÄRD, T. Modelling in teacher education. En *Modelling and applications in mathematics education*. New ICMI study series (pp. 475-482). Springer, New York. 2007b.



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

MARTÍNEZ, J. Métodos de investigación cualitativa. **Revista de Investigación Silogismo**, 1(08), 1-43. 2011.

VILLA-OCHOA, J.; LOPEZ, C. M. 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. 2011.

VILLA-OCHOA, J. 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. 2013.