

FORMACIÓN INICIAL DE LOS DOCENTES EN GEOMETRÍA Y SU DIDÁCTICA

Martha Iglesias Inojosa

UPEL IP Maracay

mmiglesias@gmail.com

Formación de Docentes

RESUMEN

Esta conferencia tiene como propósito dar a conocer y discutir ciertas conjeturas que pudieran orientar la formación inicial de los futuros docentes de Matemática, con énfasis en Geometría y su Didáctica, las cuales son producto de la revisión de la literatura especializada y los hallazgos de las investigaciones llevadas a cabo en el marco de la línea de investigación en Pensamiento Geométrico y Didáctica de la Geometría. Estas conjeturas enfatizan en los dominios del conocimiento profesional docente (conocimiento del contenido matemático y conocimiento didáctico del contenido matemático) y las competencias didáctico – matemáticas que los docentes tendrían que desarrollar y poner en práctica cuando realizan ciertas tareas como la resolución de problemas geométricos en un ambiente de Geometría Dinámica o diseñan una unidad didáctica con contenido geométrico para educación media. Asimismo, se busca valorar el uso idóneo de materiales y recursos didácticos en una clase de Matemática, con el propósito que los futuros docentes experimenten su potencial didáctico como medios que pudieran favorecer el aprendizaje de la Geometría; así como destacar la necesidad de buscar un justo equilibrio entre las acciones heurísticas (contexto de descubrimiento) y las prácticas argumentativas (contexto de validación) cuando se aborda la construcción y validación de los conocimientos geométricos en el aula. Además, se quiere destacar que la reflexión en y sobre la práctica docente debería soportarse de la revisión crítica de los aportes de la investigación en Educación Matemática.

Palabras clave: conocimiento profesional docente, competencias matemáticas y didácticas, modelos formativos, tareas didáctico – matemáticas.

INTRODUCCIÓN

El pasado año, como parte de la programación académica de la VII Jornada de Investigación en Educación Matemática y VIII Jornada de Investigación del Departamento de Matemática de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Maracay (UPEL Maracay), presenté una conferencia sobre ciertos aportes teóricos de la investigación en Educación Matemática para la formación inicial de los profesores de Matemática, enfatizando en modelos del conocimiento profesional docente, competencias profesionales y modelos formativos (Iglesias, 2015). En dicha conferencia, a modo de consideraciones finales, formulé algunas conjeturas sobre la formación didáctico – matemática de los docentes; conjeturas que me servirán de base para discutir algunos planteamientos sobre la formación inicial de los docentes en Geometría y su Didáctica.

Cabe señalar que tales conjeturas están basadas en una revisión interesada de la literatura especializada en Educación Matemática y los hallazgos de las investigaciones desarrolladas en el marco de la línea de investigación en Pensamiento Geométrico y

Didáctica de la Geometría adscrita al Centro de Investigación en Enseñanza de la Matemática usando Nuevas Tecnologías (CEINEM – NT) que funciona en la UPEL Maracay (Iglesias y Ortiz, 2015).

Es preciso tener en cuenta que estos planteamientos no pueden ser asumidos como simples especulaciones, pero tampoco como verdades absolutas, ya que, se necesita de los aportes de la investigación empírica para seguir desarrollando referentes teóricos consistentes sobre la formación inicial de los docentes que enseñan Matemática y, particularmente, en el contexto venezolano.

Por lo tanto, esta conferencia tiene como propósito dar a conocer y discutir ciertas conjeturas que pudieran orientar la formación inicial de los futuros docentes de Matemática, con énfasis en Geometría y su Didáctica.

Asimismo, considero importante señalar que mi interés docente e investigativo en Geometría y su Didáctica no es algo fortuito, es producto de la reflexión en y sobre la práctica como formadora de formadores en cursos del área de Geometría y en distintos contextos: (a) Programa Nacional de Formación para Docentes en Servicio (PRONAFORDO), que ofrecía la UPEL Maracay para docentes no graduados, a quienes, de acuerdo a la Ley Orgánica de Educación (1980), se les exigía obtener el título de Profesor o un título afín. (b) Especialidad de Educación Integral, mención Matemática. (c) Especialidad de Matemática. Experiencia profesional que me permitió percatarme que hay deficiencias e insuficiencias cognitivas y formativas en Geometría, las cuales han incidido negativamente sobre el desempeño académico y laboral de los docentes que enseñan Matemática. Sin olvidar que, durante once (11) años, a partir de 1990, trabajé en la Unidad Educativa Nacional Sucre (Cagua – Estado Aragua) como profesora de Matemática en educación media y, esto, junto con mis estudios de postgrado, ha permeado mi quehacer investigativo.

Por ello, como parte del trabajo de grado de maestría, diseñé y puse en práctica un curso de Resolución de Problemas Asistido por Computadora (RPG_AC), el cual ha sido incorporado como curso optativo de integración y está dirigido a los estudiantes que hayan aprobado los cursos obligatorios de Geometría I y Geometría II de la especialidad de Matemática en la UPEL Maracay (Iglesias, 2000). Este curso lo he asumido como un escenario propicio para la formación inicial de los profesores de Matemática en el área de Geometría y su Didáctica, así como para la investigación en torno al estudio de las competencias matemáticas y didácticas que los profesores en formación han puesto en práctica cuando resolvieron problemas geométricos en un ambiente de Geometría Dinámica y diseñaron unidades didácticas con contenidos geométricos para la educación media venezolana (Iglesias. 2014).

Además, la revisión de la literatura me ha permitido reconocer que hay grupos de educadores matemáticos interesados en temas como la formación inicial y permanente de

los docentes de Matemática, la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría, el razonamiento y la demostración en Matemática, el uso de las tecnologías de información y comunicación en las clases de Matemática, el diseño y análisis de tareas y ambientes de aprendizaje, etc. Bastaría revisar los documentos base de los cincuenta y cuatro (54) grupos de discusión, distribuidos en cinco (5) categorías, que se reunieron en el más reciente Congreso Internacional de Educación Matemática (ICME 13), celebrado en Hamburgo (Alemania) el pasado mes de julio, para tener una visión sobre lo que se está investigando en el campo de la Educación Matemática; así como también las memorias arbitradas de eventos como la Conferencia Interamericana de Educación Matemática (CIAEM), el Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM), el Congreso de Educación Matemática de América Central y del Caribe (CEMACYC), la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME) y el Congreso Venezolano de Educación Matemática (COVEM).

Una vez dadas a conocer las razones que justifican mi (nuestro) interés docente e investigativo en la formación docente en Geometría y su Didáctica, pasaré a dar a conocer las conjeturas que guiarán la exposición, con la intención de iniciar la discusión, la cual estoy convencida también se verá enriquecida con los aportes a ser presentados en las distintas actividades programadas para esta novena edición del Congreso Venezolano de Educación Matemática.

Conjetura 1: Un docente tiene la necesidad de ser matemática y didácticamente competente.

No es suficiente que un profesor sea matemáticamente competente, es necesario que ponga en juego el conocimiento didáctico del contenido matemático al momento de diseñar, gestionar y evaluar situaciones de enseñanza y aprendizaje, teniendo en mente la necesidad que sus estudiantes progresivamente desarrollen y practiquen competencias matemáticas según las exigencias propias del nivel o modalidad educativa; es decir, es necesario que el profesor también sea didácticamente competente (p. 145).

Quizá algunos colegas iniciarían la discusión, preguntándose qué significa ser matemática y didácticamente competente y, por supuesto, en las posibles respuestas radica la clave; para ello, es oportuno consultar a otros investigadores en Educación Matemática.

Azcárate (1998), al responder la pregunta qué han de saber y saber hacer los profesores de Matemática, identifica conocimientos y destrezas con respecto a la materia a enseñar, al aprendizaje de los estudiantes y al diseño y desarrollo de la enseñanza, lo cual nos conduce a establecer vínculos con las categorías del conocimiento base para la enseñanza (Shulman, 2005) y los dominios del conocimiento matemático de la enseñanza (Hill, Ball y Schilling, 2008), como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1

¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de Matemática?

Categorías del conocimiento base para la enseñanza (Shulman, 2005)	Conocimientos y destrezas del Profesor de Matemática (Azcarate, 1998, p. 134)
Conocimiento del contenido matemático (CCM)	<ul style="list-style-type: none">• Conocer la materia, su estructura y sus relaciones.• Analizar la problemática socioambiental desde la perspectiva matemática.
Conocimiento didáctico del contenido matemático (CDCM)	<ul style="list-style-type: none">• Conocer las peculiaridades del aprendizaje matemático, los posibles errores y dificultades del proceso.• Seleccionar y secuenciar los contenidos.• Seleccionar, organizar y dirigir la actividad del alumno.• Evaluar y regular el proceso.• Gestionar la dinámica de aula.
Conocimiento del Currículo (CC)	<ul style="list-style-type: none">• Analizar críticamente la realidad de la educación matemática.

Además, Azcarate (ob. cit.) expresa que, teniendo en cuenta tales conocimientos y destrezas,

el profesor debe ser capaz de realizar un análisis didáctico de los contenidos matemáticos a trabajar y diseñar procesos de enseñanza/aprendizaje en función de unas finalidades determinadas, que reflejen el conocimiento a elaborar por los alumnos, los procesos de actividades a realizar por los alumnos, los recursos y los procedimientos metodológicos a desarrollar que favorezcan el aprendizaje de los alumnos y la evolución de sus concepciones (p. 133).

Por ello, cabría preguntarse ¿Cuáles serían los conocimientos y competencias requeridas para llevar a cabo el análisis didáctico de un contenido matemático en sus fases de diseño y actuación?

Inicialmente es preciso señalar que el *análisis didáctico* es “un procedimiento con el que es posible explorar, profundizar y trabajar con los diferentes y múltiples significados del contenido matemático escolar, para efectos de diseñar, llevar a la práctica y evaluar actividades de enseñanza y aprendizaje” (Gómez, 2007, p. 18). Tal procedimiento se organiza en dos fases que abarcan cuatro componentes. En la *fase de diseño* de una unidad didáctica, el análisis didáctico contempla tres componentes: *análisis de contenido matemático*, *análisis cognitivo* y *análisis de la instrucción*; y en la *fase de puesta en práctica*, se considera el *análisis de actuación*. Por ende, se considera que, en la fase de diseño, el producto del análisis didáctico de un tema matemático es un escenario de aprendizaje.

Cabe puntualizar que, en el marco de la línea de investigación en Pensamiento Geométrico y Didáctica de la Geometría, el análisis didáctico ha sido empleado, entre otros

asuntos, para rediseñar los programas de los cursos de Geometría I y Geometría II en la formación inicial de profesores de Matemática en la UPEL Maracay, lo cual requirió de la articulación e integración de ciertos referentes teóricos y metodológicos tal como lo reportan Ortiz, Iglesias y Paredes (2013) y se resume en el siguiente gráfico:

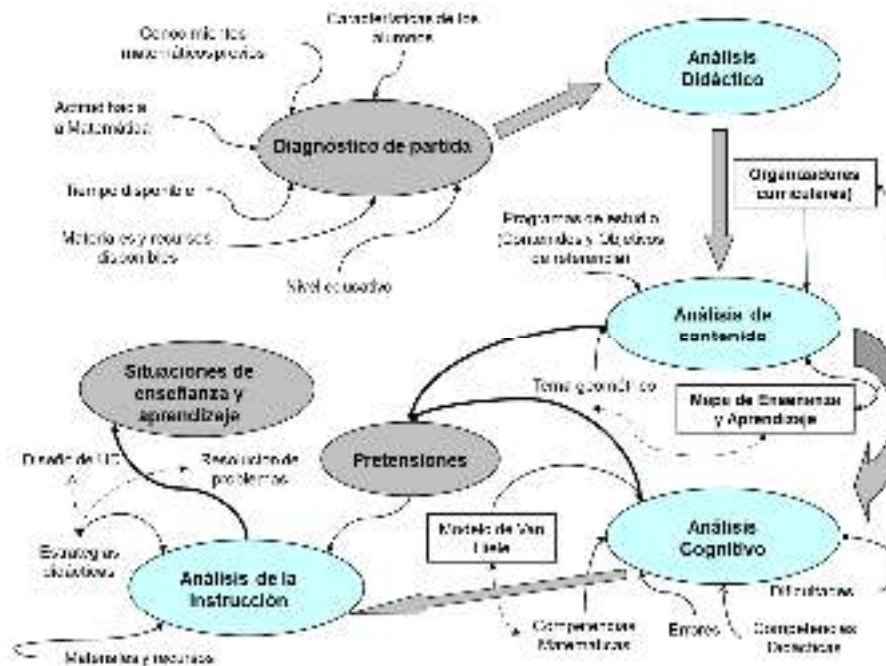


Gráfico 1. Pasos seguidos en el diseño de las actividades didácticas con contenidos matemáticos.

Es oportuno reconocer el papel que juega la elaboración de un mapa de enseñanza y aprendizaje (MEA), el cual es una herramienta propuesta por Orellana Chacín (2002) y que nos ha facilitado el análisis de contenido de un tema matemático, debido a que permite responder a una pregunta: ¿qué enseñar de un tópico o tema matemático? Lo cual nos ayudaría a identificar los conocimientos matemáticos que debería dominar un docente para planificar y gestionar el proceso de enseñanza y aprendizaje de ese tema; conocimientos que se consideran están vinculados con los llamados *organizadores del currículo* (Segovia y Rico, 2001): (a) *Significado formal* (definiciones y propiedades matemáticas y su vinculación con otros temas matemáticos), (b) *Modelos matemáticos y el proceso de modelización* (vinculación de la Matemática con otras ciencias y el mundo real), (c) *Fenomenología* (exploración gráfica y numérica, previa a los conceptos y teoremas y en problemas; motivación mediante otras ciencias), (d) *Sistemas de representación* (Dibujo a mano alzada y cálculo manual; dibujo y cálculo con tecnología); (e) *Resolución de Problemas*, (f) *Historia de la Matemática* y (g) *Materiales y recursos*. Además, Orellana Chacín (ob. cit.) destaca que, en el contexto de la formación inicial de los docentes de Matemática, es recomendable incluir la didáctica del tema en los cursos de Álgebra, Análisis, Geometría y Estadística y Probabilidad.

Asimismo, se recomienda aplicar el modelo de Van Hiele (Gutiérrez y Jaime, 2012) para identificar las habilidades asociadas a los cuatro niveles de razonamiento geométrico (reconocimiento, análisis, clasificación y deducción) que un estudiante tendría que poner en práctica para realizar una tarea matemática como resolver un problema o validar proposiciones matemáticas (dimensión cognitiva); así como para diseñar tareas matemáticas (dimensión didáctica) según las fases de aprendizaje (información, orientación dirigida, explicitación, orientación libre e integración), esto en el contexto de un curso de formación docente.

En Iglesias (2014), para el contexto del curso de RPG_AC, se muestran las habilidades geométricas (visual, verbal, para dibujar, lógica y para modelar) (Hoffer, 1981) asociadas a las distintas competencias matemáticas (Niss y Højgaard, 2011) y los primeros cuatro niveles de razonamiento geométrico propuestos en el modelo de Van Hiele (Gutiérrez y Jaime, ob. cit.). Nótese que las competencias matemáticas de argumentar, comunicar, modelar y representar se corresponderían con las habilidades geométricas propuestas por Hoffer. En el Cuadro 2, esto se ejemplifica para la competencia matemática de pensar y razonar.

Cuadro 2

Habilidades geométricas asociadas a la competencia matemática de pensar y razonar y los niveles de razonamiento geométrico

Reconocimiento	Análisis	Clasificación	Deducción
Entienden los conceptos geométricos, pero no los aplican. Las características detectadas en una figura no son identificadas en otras que también las poseen.	Utilizan los conceptos matemáticos. Reconocen los elementos que conforman una figura, pero no establecen relaciones entre ellos. No son capaces de reunir ciertas figuras atendiendo a un criterio de clasificación.	Reconocen las relaciones existentes entre diferentes tipos de figuras. Reconocen las propiedades comunes de diferentes tipos de figura.	Comprenden las distinciones entre definiciones, postulados y teoremas. Utilizan información de una figura para deducir más información. Deducen consecuencias a partir de la información dada. Deducen propiedades de las figuras geométricas a partir de la información dada. Utilizan las reglas de la lógica para desarrollar demostraciones.

Estaría de más decir que un profesor de Matemática debe poseer las habilidades geométricas asociadas a cada una de las ocho competencias matemáticas que espera logren

desarrollar sus estudiantes cuando estudian un determinado tema, pero, además, Niss y Højgaard (ob. cit.) presentan una descripción didáctica de las competencias matemáticas que debería desarrollar y poner en práctica un profesor para gestionar el proceso de enseñanza y aprendizaje de ese tema. Así, por ejemplo, para propiciar el desarrollo de la competencia de pensar y razonar en sus estudiantes, un profesor debería: (a) Tener una comprensión básica sobre los tipos de preguntas y respuestas que pertenecen específicamente a la Matemática como asignatura para una determinada etapa educativa. (b) Tener una idea de los tipos de respuestas que se pueden esperar de los estudiantes según la etapa educativa, en función a las preguntas realizadas. (c) Ser capaz de ayudar a los estudiantes a realizar abstracciones conceptuales, a partir del estudio de casos particulares. (d) Ser capaz de reconocer, entender y hacer frente a los alcances y limitaciones de los conceptos matemáticos dados, así como su abstracción. (e) Ser capaz de determinar cuando las condiciones existentes son necesarias y / o suficientes para que un objeto tenga una cierta propiedad y, además, ser capaz de reconocer si un estudiante comprende tales condiciones cuando nombra a un objeto matemático o habla de sus propiedades.

Se ha valorado el planteamiento de Niss y Højgaard, ya que, permiten establecer relaciones entre los dominios del conocimiento matemático para la enseñanza (conocimiento del contenido matemático y conocimiento didáctico del contenido matemático) con las competencias matemáticas y didácticas, con lo cual pudieran ir identificando lo que los docentes de Matemática deben saber y saber hacer para llegar a ser didáctico – matemáticamente competentes.

También, Niss y Højgaard (ob. cit.) identifican explícitamente seis (6) competencias didácticas que se pueden relacionar con los subdominios del conocimiento didáctico del contenido matemático señalados por Hill et. al. (2008); estas son: (a) competencia curricular, (b) competencia de enseñanza, (c) competencia de revelar e interpretar el aprendizaje, (d) competencia de evaluación, (e) competencia de cooperación y (f) competencia de desarrollo profesional. Tres de estas competencias, por su vinculación con las fases y componentes del análisis, se describen brevemente en el Cuadro 3.

Asimismo, cada una de estas competencias se asoció con un conjunto de habilidades didácticas, con el propósito de favorecer su evaluación en el contexto del curso de RPG_AC; así, por ejemplo, para la competencia curricular, se identificaron las siguientes habilidades:

- Analiza y evalúa diversos documentos curriculares relacionados con la enseñanza y aprendizaje de la Matemática, como los programas de estudio y los libros de texto, con el propósito de identificar los objetivos de aprendizaje que se persiguen y el alcance de los temas a ser estudiados en cierta etapa educativa.
- Elabora planes de clases que contribuyan al logro de los objetivos de aprendizaje y el tratamiento didáctico – matemático del tema a ser estudiado.

- Establece conexiones con otros temas del programa de estudio del área de Matemática mediante la realización de la tarea planteada o con otras materias que integran el plan de estudio de cierta etapa educativa.

Cuadro 3

Conocimientos y competencias didácticas

Subdominios del conocimiento didáctico del contenido matemático	Competencias didácticas
<i>Conocimiento del Currículo:</i> Conocimiento de los materiales curriculares	<i>Competencia curricular:</i> Está dada por la capacidad de analizar y evaluar diversos documentos curriculares (incluyendo los programas de estudio y los libros de texto) relacionados con la enseñanza y aprendizaje de la Matemática y, a partir de ello, elaborar planes de clases que contribuyan al logro de los fines formativos propios del nivel o modalidad educativa.
<i>Conocimiento del contenido matemático y los estudiantes:</i> Conocimiento sobre la mejor manera de propiciar el desarrollo del pensamiento matemático en los estudiantes o cómo remediar errores cometidos por ellos; es decir, se centra en la comprensión de cómo los estudiantes aprenden cierto contenido matemático.	<i>Competencia para propiciar, revelar y evaluar el aprendizaje:</i> Dado que el aprendizaje, la comprensión y el dominio individual de las matemáticas se expresa en situaciones concretas, se requiere que el profesor sea capaz de revelar e interpretar el aprendizaje matemático de los estudiantes y el dominio de competencias matemáticas, así como sus concepciones, creencias y actitudes hacia las matemáticas y, además, sea capaz de identificar el desarrollo de las mismas en el tiempo.
<i>Conocimiento del contenido matemático y la enseñanza:</i> Conocimiento sobre las estrategias, materiales y recursos didácticos idóneos para desarrollar el proceso de enseñanza de determinados temas matemáticos.	<i>Competencia para gestionar y evaluar la enseñanza:</i> Teniendo en cuenta las razones que justifican la enseñanza de la Matemática en los distintos niveles educativos, los fines que se persiguen y el alcance de los programas de estudio, así como los rasgos relevantes de sus estudiantes, se aspira que el profesor sea capaz de planificar y llevar a cabo secuencias didácticas concretas con diferentes objetivos; esto implica, por un lado, el diseño o la selección de tareas que motiven a los estudiantes a involucrarse en actividades propias del quehacer matemático y, por otro, la elaboración o la escogencia de materiales y recursos didácticos que favorezcan el aprendizaje de un tema matemático.

En Iglesias y Ortiz (2015), se presentan los principales hallazgos de un estudio empírico sobre las competencias didácticas exhibidas por un grupo de profesores en formación cuando diseñaron unidades con contenidos geométricos para la educación media en el contexto del curso de RPG_AC.

De modo que, el análisis didáctico es una herramienta formativa que contribuye al desarrollo de competencias didáctico-matemáticas, ya que, exige a los profesores en formación el manejo de referentes teóricos y metodológicos propios del ámbito de la Educación Matemática, hacer un uso sistemático de los mismos y tomar decisiones debidamente fundamentadas. Esto coincide con lo señalado por Lupiáñez (2013): “la estructura propuesta para el análisis didáctico constituye una herramienta útil para el profesor, que les permite planificar sus actuaciones profesionales de una manera fundamentada, sistemática y justificada” (p. 101).

Conjetura 2: El uso de materiales y recursos didácticos no está descartado en una clase de Matemática.

En la actualidad, la existencia de útiles recursos informáticos como calculadoras con diferentes utilidades, software de cálculo simbólico, software de geometría dinámica, paquetes para el tratamiento de datos y la investigación estadística, etc., no implica que materiales y recursos manipulables (regla, escuadra, transportador, compás, plantillas geométricas, papel para plegar, papel milimetrado, etc.) sean desechados por los profesores al momento de planificar y gestionar las clases de Matemática (p. 145).

En mi experiencia formativa y laboral, he observado el escaso uso de materiales y recursos didácticos en las clases de Matemática; el predominio de las clases expositivas pareciera que dejaba a un lado su uso o, en el mejor de los casos, estos eran empleados como algo accesorio, desvinculado de la realización de tareas matemáticas específicas que propiciarán el desarrollo y puesta en práctica de conocimientos y competencias matemáticas. En educación media, el simple uso del juego geométrico lo han dejado para las clases de dibujo técnico, en las cuales las construcciones geométricas se presentan de modo descontextualizado, sin tomar en cuenta los objetos geométricos que intervienen y las relaciones existentes entre ellos. O el tangram chino es mostrado como un rompecabezas para armar ciertas figuras, pero sin tomar en cuenta la fundamentación matemática involucrada en su construcción, ni su potencial didáctico para el estudio de ciertas definiciones y propiedades geométricas. Quizá, hoy en día, no se discuta tanto sobre el uso o no de las calculadoras en las clases de Matemática, pero se sigue necesitando del diseño de tareas que ayuden a aprovechar su potencial didáctico y, mucho más, cuando en nuestras escuelas y liceos, se ha venido atendiendo lo relacionado con la dotación de equipos computarizados con programas como los Centros Bolivarianos de Informática y Telemática (CBIT) y el Proyecto Canaima Educativo.

Por ello, en el curso de RPG_AC, además de la utilización de un software de Geometría Dinámica (SGD) como el Cabri Géomètre II Plus, se incorporó el uso del doblado de papel como otra opción válida para construir figuras geométricas, con el propósito de mostrar la equivalencia entre ambos modos de construir una figura, teniendo en cuenta que los llamados axiomas del doblado de papel guardan relación con propiedades de la Geometría

Euclidiana y se basan en tres ideas matemáticas: (a) superposición de figuras, (b) correspondencia entre figuras y (c) puntos y rectas construibles. De esta manera, es factible basándose en el esquema: Construir → Explorar → Conjeturar → Validar, aproximarse al quehacer matemático, valorando así las prácticas argumentativas en una clase de Geometría.

De esta manera, es clave la incorporación debidamente planificada y justificada de materiales y recursos didácticos tales como el juego geométrico, el geoplano, las plantillas con diferentes tramas, el doblado de papel, el tangram chino y los softwares de Geometría Dinámica en los cursos de Geometría para docentes en formación.

Conjetura 3: Los docentes deberían participar en experiencias de aprendizaje que incorporen el uso de materiales y recursos didácticos en la realización de tareas didáctico – matemáticas.

... los profesores deben ser usuarios idóneos de estos recursos y, de ser posible, haber experimentado su utilidad durante su proceso de formación matemática y didáctica; por ejemplo, la capacidad para juzgar la utilidad de un software de Geometría Dinámica (SGD) en la elaboración y exploración de construcciones geométricas se desarrollaría a partir de la realización de tareas matemáticas que exijan a los profesores – durante su formación inicial - el desarrollo y la puesta en práctica de sus conocimientos y competencias matemáticas y didácticas (p. 145).

Es preciso tener en cuenta que las competencias didáctico – matemáticas desarrolladas y puestas en práctica por los profesores en formación están vinculadas con el tipo de tareas propuestas y los objetivos de aprendizaje, ya que, su desarrollo es progresivo, depende de las situaciones – problemas abordados y de los conocimientos matemáticos y extra-matemáticos estudiados o que se requieren estudiar, así como los procesos de razonamiento que se llevan a cabo. Por ello, en el curso de RPG_AC, se ha sustentado en el planteamiento de tareas didáctico – matemáticas, orientadas a la resolución de problemas geométricos, haciendo uso de un SGD o al diseño de una unidad didáctica con contenidos geométricos para educación media, debido a que las mismas están próximas al quehacer profesional de los docentes que enseñan Matemática.

En este orden de ideas, Blanco y Contreras (2002) plantean que estas tareas deberían permitir

analizar y cuestionar los conocimientos y concepciones de los maestros en formación sobre Matemáticas y sobre su aprendizaje y enseñanza y en las que tengan la oportunidad de analizar y mejorar su actuación como maestros, construyendo así su conocimiento didáctico del contenido matemático (p. 103)

En este sentido, Blanco y Contreras identifican tres tipos de tareas que pudieran ser contempladas en el ámbito de la formación docente: (a) *Actividades matemáticas* (centradas

en la generación y desarrollo de los conceptos, propiedades y procesos matemáticos), (b) *Actividades sobre el currículo escolar y/o relacionadas con teorías sobre enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas* (procurando situarlas en algunos de los momentos que caracterizan los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática escolar), y (c) *Tareas didácticas contextualizadas y personalizadas* (análisis de sucesos específicos que tienen lugar en las clases de Matemática). Nótese que estas tareas están vinculadas con los dominios del conocimiento profesional del profesor de Matemática y las competencias matemáticas y didácticas que él tendría que poner en práctica al realizarlas y que estarían asociadas con el análisis didáctico de un tema matemático.

También se considera importante que los docentes en formación asuman las tareas propuestas como oportunidades para aprender y no sólo como actividades para evaluar los aprendizajes logrados. Asimismo, la organización de las tareas matemáticas siguiendo el esquema: construir → explorar → conjeturar → validar, se ha considerado el idóneo para integrar el uso de un SGD; ambiente que favorece la elaboración de construcciones geométricas con regla y compás, así como la transformación, en forma dinámica, de una figura y observar las características que permanecen invariantes; esto pudiera coadyuvar a la formulación de conjeturas que requerirían ser validadas. Con esto se ha tenido la intención de alcanzar un justo equilibrio entre las acciones heurísticas (Perry Carrasco, Camargo Uribe, Samper de Caicedo y Rojas Morales, 2006) y las prácticas argumentativas (Flores, 2007). Esto implica que el profesor de un curso como el de RPG_AC tiene que respetar el ritmo de aprendizaje de sus estudiantes, mantener con ellos un diálogo que los conduzca a centrar su atención en cuestiones geométricas, discutir las ideas centrales en las cuales sustentan sus argumentos y revisar la consistencia de las justificaciones dadas (explicaciones y pruebas).

Con esto se espera que los profesores en formación comprendan que la demostración es una actividad propia y distintiva de la Matemática, ya que, es el modo de organizar y validar el conocimiento matemático en el seno de una teoría axiomática, pero que, en el ámbito escolar, es preciso, además, valorar actividades como la exploración, la heurística y la visualización (Marrades y Gutiérrez, 2000) como vías para descubrir y construir el conocimiento matemático.

Conjetura 4: Los aportes de la investigación en Educación Matemática deberían ser el soporte en el diseño y desarrollo de los programas de formación docente en Matemática y su Didáctica.

Es necesario que los programas de formación docente se basen en las nuevas orientaciones curriculares y en los resultados de las investigaciones sobre formación de profesores en el ámbito de la Educación Matemática (p. 146).

Los procesos de adecuación y transformación curricular del subsistema de educación básica que se adelantan en nuestro país nos exigen que hagamos una revisión crítica

constructiva de los mismos y que desde las instituciones de formación docente asumamos la necesidad de adecuar los procesos formativos a las nuevas exigencias curriculares, teniendo como soporte lo que nos aporta la Educación Matemática desde sus diferentes enfoques teóricos y áreas de interés investigativo; procurando tener múltiples visiones sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática y así abarcar las diferentes dimensiones que lo conforman: conceptual o matemática, cognitiva, formativa, social y ética, lo cual considero es factible en el seno de nuestra comunidad de educadores matemáticos, ya que, las investigaciones llevadas a cabo son una muestra de la diversidad de enfoques teóricos y metodológicos que las orientan. Asimismo, es clave que los hallazgos o los productos derivados de las mismas tengan incidencia o implicaciones prácticas en el quehacer profesional del docente que enseña Matemática en los distintos niveles y modalidades del sistema educativo venezolano.

A MODO DE CIERRE

He observado que el ejercicio profesional docente tiende a convertirse en un trabajo rutinario, lo cual nos lleva a manifestar nuestra insatisfacción por los logros alcanzados no sólo por nosotros, sino por nuestros estudiantes en el marco del proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática; pero, habitualmente las posibles causas de los problemas confrontados se las atribuimos solamente a elementos o factores externos; por lo tanto, hay un escaso cuestionamiento de la propia práctica pedagógica y, quizá, por ello, existe un poca disposición a la innovación didáctica: Si lo que sucede no es mi responsabilidad y la culpa la tienen otros, ¿para qué innovar? Pero, para que la reflexión sobre nuestro quehacer docente se traduzca en acciones innovadoras, es preciso apoyarnos en la revisión crítica de los aportes de la investigación en Educación Matemática.

Por ello, en el caso de la formación inicial de los docentes en Geometría y su Didáctica, es preciso como se señala en Ortiz, Iglesias y Paredes (2013), los siguientes aspectos:

- La vinculación de la Geometría con el mundo real, lo cual favorecería la identificación de temas generadores susceptibles de ser abordados mediante proyectos de aprendizaje o la elaboración de modelos matemáticos.
- La organización del conocimiento geométrico en el seno de una teoría axiomática nos presenta a la demostración como la vía para su validación, lo cual nos invita a tener en cuenta la necesidad de dar justificaciones sobre los resultados o las afirmaciones dadas en una clase de Matemática.
- El papel que juega la visualización matemática en la comprensión del conocimiento geométrico es preciso tenerlo en cuenta, para así hacer un uso idóneo de las construcciones geométricas (ya sean a mano alzada, con regla y compás o con un SGD) y aprovechar su potencial didáctico como vía para la formulación de conjeturas

o para hallar ideas centrales que guíen una explicación o prueba. Asimismo, se recomienda evitar la presentación de las figuras geométricas en posiciones clásicas (por ejemplo, un cuadrado con los lados paralelos al borde del pizarrón), lo cual, en algunas ocasiones, lleva a nuestros estudiantes a que les asignen atributos que no son relevantes o dejen de reconocerlos como tales (ese cuadrado deja de serlo cuando se rota).

- La relación de la Geometría con otras áreas del conocimiento matemático y con otras disciplinas es una oportunidad para establecer un diálogo entre las distintas áreas del conocimiento matemático y con otras ciencias, propiciando así un abordaje fenomenológico de los contenidos geométricos y con un enfoque interdisciplinario que no comprometa la naturaleza de la Matemática como disciplina científica, pero que, además, valore su carácter utilitario en situaciones de la vida cotidiana.

REFERENCIAS

- Azcárate, P. (1998). La formación inicial del profesor de matemáticas: Análisis desde la perspectiva del conocimiento práctico profesional. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 32, 129 - 142.
- Blanco, L.J. y Contreras, L.C. (2002). Un modelo formativo de maestros de primaria en el área de matemáticas en el ámbito de la Geometría. En L.C. Contreras y L. J. Blanco (Coord.), *Aportaciones a la Formación Inicial de Maestros en el área de Matemáticas: Una mirada a la práctica docente* (pp. 93 - 124). Cáceres: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura.
- Flores, A.H. (2007). Esquemas de Argumentación en Profesores de Matemáticas del Bachillerato. *Educación Matemática*, 19 (1), 63-98.
- Gómez, P. (2007). Análisis didáctico. Una conceptualización de la enseñanza de las matemáticas. En P. Gómez (Ed.), *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria* (pp. 31-116). Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Gutiérrez, A. y Jaime, A. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la geometría en primaria y secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 32, 55 – 70.
- Hill, H. C., Ball, D. L. y Schilling, S. G. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic-Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39 (4), 372-400.
- Hoffer, A. (1981). Geometry is More Than Proof. *Mathematics Teacher*, 74 (1), 11 – 18.
- Iglesias, M. (2000). *Curso de Resolución de Problemas Geométricos Asistido por Computadora*. Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Rafael Alberto Escobar Lara, Maracay.
- Iglesias, M. (2014). *La Demostración en Ambientes de Geometría Dinámica. Un Estudio con Futuros Docentes de Matemática*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Rafael Alberto Escobar Lara, Maracay.

- Iglesias, M. (2015). Formación Inicial de los Profesores de Matemática desde una Perspectiva Investigativa. En J. Sanoja de Ramírez y Z. Paredes (Eds), *Memorias de la VIII Jornada de Investigación del Departamento de Matemática y VII Jornada de Investigación en Educación Matemática* (pp. 123 – 146). Maracay: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Maracay. Disponible: <http://www.asovemat.org.ve/memorias.php>
- Iglesias, M. y Ortiz, J. (2015). La investigación en Pensamiento Geométrico y Didáctica de la Geometría. En Ortiz, J. e Iglesias. M. (Eds.), *Investigaciones en Educación Matemática. Aportes desde una Unidad de Investigación*. La Morita: Universidad de Carabobo. Disponible: <http://funes.uniandes.edu.co/8365/>
- Iglesias, M. y Ortiz, J. (2015). Competencias didácticas exhibidas por futuros profesores de Matemática. En J. Sanoja de Ramírez y Z. Paredes (Eds), *Memorias de la VIII Jornada de Investigación del Departamento de Matemática y VII Jornada de Investigación en Educación Matemática* (pp. 352 – 367). Maracay: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Maracay. Disponible: <http://www.asovemat.org.ve/memorias.php>
- Lupiáñez, J. L. (2013). Análisis didáctico: La planificación del aprendizaje desde una perspectiva curricular. En L. Rico, J.L. Lupiáñez y M. Molina (Eds.), *Análisis Didáctico en Educación Matemática. Metodología de Investigación, Formación de Profesores e Innovación Curricular* (pp. 81 - 101). Granada: Comares.
- Marrades, R. y Gutiérrez, A. (2000). Proofs produced by secondary school students learning geometry in a Dynamic Computer environment. *Educational Studies in Mathematics*, 44 (1-2), 87 – 125.
- Niss, M. y Højgaard, T. (2011). *Competencies and Mathematical Learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. (English edition). Roskilde University, Department of Science, Systems and Models, IMFUFA.
- Orellana Chacín, M. (2002). ¿Qué enseñar de un Tópico o de un Tema? *Enseñanza de la Matemática* 11(2), 21- 42.
- Ortiz, J., Iglesias, M. y Paredes, Z. (2013). El análisis didáctico y el diseño de actividades didácticas en matemáticas. En L. Rico, J.L. Lupiáñez y M. Molina (Eds.), *Análisis Didáctico en Educación Matemática. Metodología de Investigación, Formación de Profesores e Innovación Curricular* (pp. 293 – 308). Granada: Comares.
- Perry Carrasco, P., Camargo Uribe, L., Samper de Caicedo, C. y Rojas Morales, C. (2006). *Actividad demostrativa en la formación inicial del profesor de matemáticas*. Bogotá: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Segovia, I. y Rico, L. (2001). Unidades Didácticas. Organizadores. En E. Castro (Ed.), *Didáctica de la Matemática en la Educación Primaria* (pp. 83 – 149). Madrid: Síntesis.
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2), 1-30. (Trabajo original publicado en inglés en 1987).