

ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA PARA PROFESORES DE SECUNDARIA Y MEDIA

Paola Castro, Pedro Gómez y Andrés Pinzón

El propósito de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media es contribuir al desarrollo del conocimiento didáctico de sus participantes en el proceso de planificación de diseños curriculares. En lo que sigue, exponemos las características de este programa de formación que, aunque surge para atender una necesidad de formación posgradual de los profesores de matemáticas de Colombia, no restringe su oferta a profesores del país.

CONTEXTO

En lo que sigue, abordamos las características del rol del profesor de matemáticas, el estado de la oferta de programas de formación para profesores de matemáticas en Colombia y la pertinencia de la especialización en el contexto en el que surge.

Rol del profesor de matemáticas en Colombia

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha asumido la responsabilidad de regular el currículo (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 1994). Para ello, formula y difunde lineamientos curriculares generales que permiten guiar el proceso de formulación de los planes de estudios institucionales (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 1998). Estos lineamientos se expresan en unas expectativas de aprendizaje en términos de estándares y competencias (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006, 2016). El MEN espera que sean las instituciones educativas y, particularmente, los profesores quienes diseñen el currículo con base en los lineamientos anteriores, en un contexto en el que, en una proporción importante de las instituciones públicas, no se usan libros de texto. Esto implica que la responsabilidad del diseño y el desarrollo del currículo lo tienen las instituciones educativas y los profesores.

El contexto en el que trabaja el profesor es cambiante. El profesor debe estar en capacidad de no solamente implementar un currículo sino de adaptarse a los cambios del currículo al tener en cuenta las características de su entorno. En otras palabras, los avances en la investigación, los cambios disciplinares y tecnológicos, y las variaciones en los contextos educativo, social y político imponen permanentemente nuevas demandas a los profesores.

Diversos estudios desarrollados a nivel nacional e internacional establecen la importancia que tiene la calidad de los profesores en los resultados académicos de los estudiantes (Figuroa et al., 2018). Se reconoce al profesor como el insumo con mayor influencia en el aprendizaje de los estudiantes. El impacto del rol del profesor se evidencia en los puntajes obtenidos por los estudiantes en pruebas estandarizadas. En el caso de las matemáticas, los resultados de las pruebas PISA (ICFES, 2017), desde 2006 hasta 2015, muestran un leve mejoramiento en el puntaje global nacional (figura 1). Sin embargo, Colombia, a nivel latinoamericano, solo supera los resultados de Brasil, Perú y República Dominicana. La puntuación del país en la prueba de 2015 lo ubica en el puesto 29 a nivel mundial, por encima de solamente ocho países.

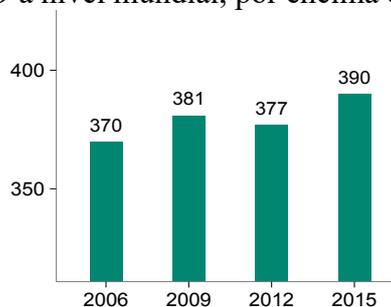


Figura 1. Puntajes obtenidos por Colombia en pruebas PISA

En el contexto colombiano, los resultados de las pruebas Saber de grado 9° en matemáticas muestran que el puntaje nacional de 2017 (306), aunque supera los resultados de los años 2013, 2014 y 2015, es inferior al presentado en 2016 (313). Entre 2012 y 2017, en promedio, el 70% de los estudiantes no alcanzó el nivel de desempeño satisfactorio. En 2017, el 53% se ubicó en el nivel mínimo y el 22% en nivel insuficiente (ICFES, 2018b). La figura 2 presenta los resultados nacionales en pruebas Saber 9° desde 2012 hasta 2017.

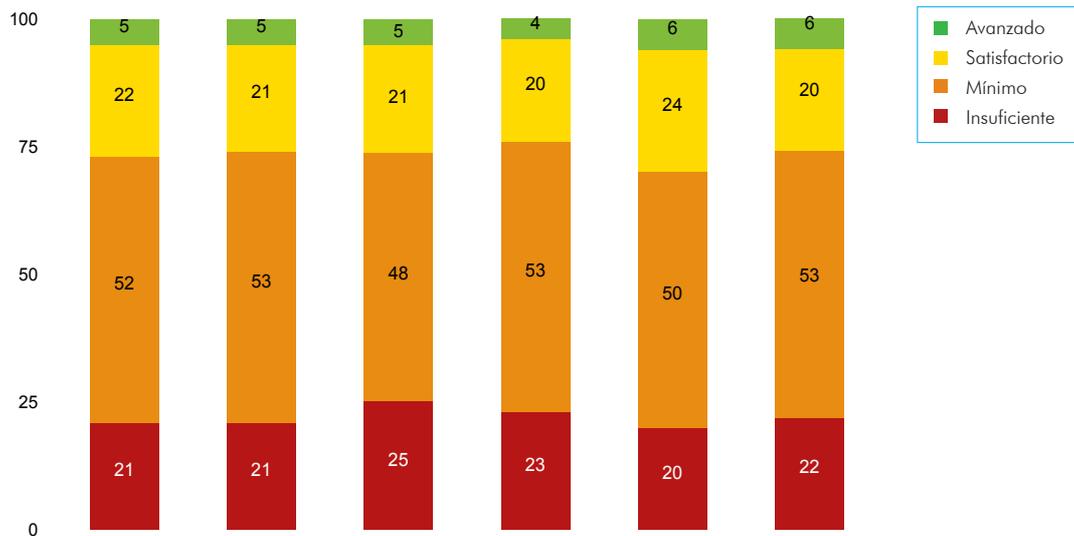


Figura 2. Resultados nacionales en pruebas Saber 9°

Los resultados de las pruebas Saber 11° de matemáticas, realizadas de 2014 a 2017, muestran que, en promedio, el 54% de los estudiantes no alcanza el nivel de desempeño satisfactorio. No existen mayores diferencias en los resultados nacionales de los años 2016 y 2017 (ICFES, 2018a). Estos resultados corresponden a las pruebas aplicadas en el segundo semestre de cada año, periodo de tiempo en el que los estudiantes de las instituciones oficiales presentan la prueba. En la figura 3, se presentan los resultados nacionales en pruebas Saber 11° entre 2014 y 2017 en el segundo semestre.

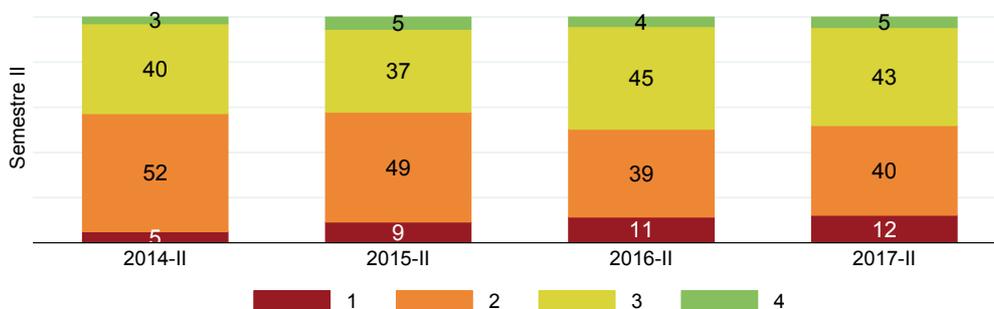


Figura 3. Resultados nacionales en pruebas Saber 11°

El contexto descrito previamente pone de manifiesto la necesidad de propiciar procesos de formación para profesores, que aborden el conocimiento disciplinar que estos requieren en su práctica. La formación del profesor debe contribuir al desarrollo de habilidades y competencias que le permitan planificar, implementar y evaluar diseños curriculares cualificados y pertinentes para que sus estudiantes logren mejores aprendizajes.

En un contexto curricular dado, la actuación del profesor en el aula depende de sus competencias, conocimientos, creencias, habilidades y actitudes (Adler, Ball, Krainer, Lin y Novotna, 2005; Geddis, 1993; Sfard, Hashimoto, Knijnik, Robert y Skovsmose, 2004; Silverman y Thompson, 2008). Por tanto, las oportunidades de aprendizaje que el profesor ofrece a sus estudiantes dependen de su formación. Muchos profesores de matemáticas de la educación básica y media tienen el conocimiento matemático, pero carecen del conocimiento

didáctico disciplinar. Surge la necesidad entonces de concebir programas de formación de posgrado para el profesor de matemáticas que contribuyan al conocimiento y desarrollo de las habilidades que su práctica docente requiere.

Oferta de programas de formación posgradual para profesores de matemáticas

En los últimos años, se ha evidenciado la preocupación por el aseguramiento de la calidad de los programas de formación de profesores. Especialmente, con la resolución 18583 de 2017, el Gobierno Nacional estableció que las licenciaturas deben propiciar el desarrollo de habilidades y conocimientos disciplinares en sus graduados. Esto ha implicado, por ejemplo, el aumento en la intensidad horaria y de investigación en el aula. Pese a esta iniciativa gubernamental, persiste la preocupación por la formación posgradual de los profesores licenciados y no licenciados.

Si bien existe una cantidad importante de programas de formación inicial para profesores, en general, se ha podido establecer que los profesores con mayores índices de educación están ubicados en las áreas más pobladas del país. La proporción de profesores con posgrado en las diferentes disciplinas es superior en municipios con bajos niveles de pobreza (Figuerola et al., 2018). Esta situación lleva consigo la siguiente realidad: hay mayor oferta de programas de formación posgradual en ciudades capitales, especialmente en la región Andina, y los profesores que acceden a esta oferta laboran en zonas aledañas a estas ciudades. La oferta de maestrías y especializaciones en educación se concentra en la región Andina. Hay una oferta importante en el Eje Cafetero.

En lo que respecta a la formación posgradual específica en Educación Matemática en Colombia, como sucede a nivel general, la oferta está concentrada en la región Andina. En su mayoría, estos programas corresponden a maestrías de investigación. La Universidad de los Andes desarrolla en la actualidad un programa de maestría de profundización, cuyo énfasis está en la práctica del profesor de matemáticas. En cinco departamentos del país se ofertan programas de especialización. Estos programas coinciden en el objetivo de promover la innovación en el aula de matemáticas. Solo en Boyacá se gestiona una especialización en Educación Matemática en modalidad virtual.

La distribución de los programas de formación posgradual en Educación Matemática ratifica la necesidad de llegar a las regiones más apartadas del país. En Orinoquía, Amazonía y la región Insular, la oferta es nula. En las regiones Caribe y Pacífica, la oferta es reducida. En la figura 4, se presenta la distribución de estos programas en Colombia.

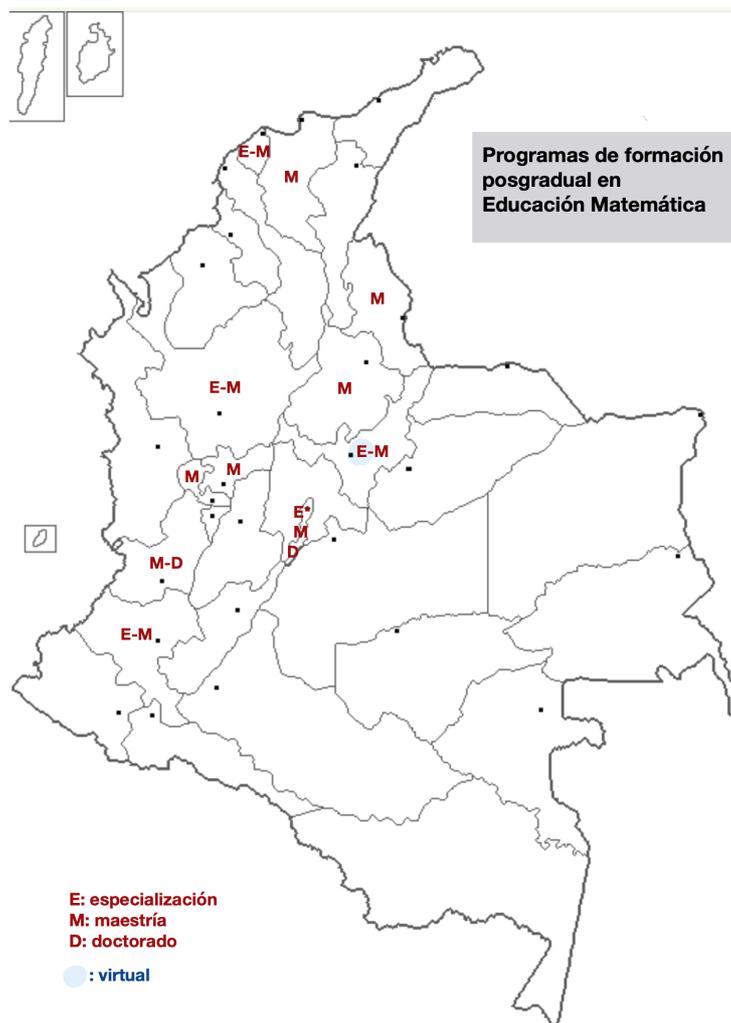


Figura 4. Programas de formación posgradual en Colombia

¿Por qué una especialización virtual para profesores de matemáticas de secundaria y media?

Los resultados de los estudiantes en pruebas estandarizadas a nivel internacional dan cuenta de la necesidad de trabajar en las matemáticas de secundaria y media. El desarrollo de procesos que contribuyan al desarrollo de conocimientos y habilidades de los profesores redundará en el mejoramiento de los aprendizajes y, por tanto, en el mejoramiento de la calidad educativa (Figuroa et al., 2018).

El programa de especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media es un programa de carácter virtual que ofrece una alternativa de formación y cualificación a los profesores de matemáticas que laboran en regiones apartadas del país en las que no se ofrecen programas presenciales. De esta forma, el programa busca cubrir un vacío en la oferta de formación para profesores de matemáticas del país. El programa proporciona oportunidades para que estos profesores profundicen en su conocimiento didáctico.

La Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media se estructura con base en el modelo del análisis didáctico, como conceptualización de las actividades que el profesor realiza para planificar, llevar a la práctica y evaluar unidades didácticas (Gómez, 2002, 2007; Gómez y González, 2013). El modelo del análisis didáctico se configura alrededor de cuatro análisis que conforman un ciclo: de contenido, cognitivo, de instrucción y de actuación. La especialización se configura en relación con los tres primeros análisis. Cada uno de estos análisis pone en juego un conjunto de conceptos pedagógicos que permiten identificar y organizar los múltiples significados de un tema de las matemáticas escolares —análisis de contenido—, seleccionar los significados relevantes para la instrucción y prever la actuación de los escolares al abordar tareas —análisis cognitivo—, seleccionar y analizar las tareas que pueden contribuir al logro de los objetivos de aprendizaje —análisis de instrucción— (Gómez, 2018b). De esta manera, el programa contribuye al desarrollo de la competencia de planificación de diseños curriculares de los profesores en temas concretos de las matemáticas escolares. Específicamente, aporta al conocimiento y uso práctico del profesor en formación en relación con la teoría curricular en matemáticas, el análisis del contenido matemático, el análisis del aprendizaje y la reflexión sobre la enseñanza. Además, responde a una demanda de formación enfocada en la propia práctica del profesor. Este programa será homologable al primer año de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes (código SNIES 104737).

Uno de los objetivos de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes es contribuir a la mejora de la educación en el país por medio de la formación de los profesores. En el área de la Educación Matemática, UED (“una empresa docente”), centro de investigación y formación en Educación Matemática de esa facultad, ha venido trabajando desde hace más de 30 años en contribuir a la formación de los profesores de matemáticas y proporcionar espacios y herramientas que le permitan al profesor interactuar con sus colegas y progresar en sus prácticas pedagógicas. Con el programa de especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media de modalidad virtual, se busca contribuir a las apuestas del Plan de Desarrollo Integral de la Universidad sobre regionalización e internacionalización, e impactar de manera favorable el desarrollo del país.

ASPECTOS CURRICULARES

Exponemos en este apartado la conceptualización teórica y epistemológica del programa, y la descripción curricular de la especialización en términos de los componentes formativos, los componentes pedagógicos y los componentes de interacción.

Conceptualización teórica y epistemológica

A continuación, presentamos los fundamentos teóricos de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media en relación con dos aspectos: (a) el marco conceptual que configura el diseño curricular y (b) la concepción de aprendizaje que se adopta en el programa.

Marco conceptual que configura el diseño curricular

El papel del profesor de matemáticas en el aula influye directamente en las matemáticas que aprenden los escolares y en cómo las aprenden (Ball, Lubienski y Mewborn, 2001; Wood, 2002). El profesor de matemáticas es el principal responsable de la enseñanza. Él es quien, con

sus conocimientos y creencias, y dentro de unos contextos culturales, sociales, políticos, curriculares e institucionales, decide qué tipos de experiencias matemáticas viven sus estudiantes en el aula (Kilpatrick, Swafford y Findell, 2001). Por tanto, resulta necesario contribuir de manera permanente al progreso y desarrollo de las competencias del profesor, al adaptar su práctica a los requerimientos del entorno, en particular a los cambios curriculares.

Las matemáticas escolares son complejas, porque cada concepto matemático admite una multiplicidad de significados (Cooney, 2004; Rico et al., 1997). Las actuaciones del profesor dentro y fuera del aula deben tener en cuenta esta complejidad. Para ello, el proceso de planificar unidades didácticas debe ser sistemático (Gómez, 2002). La Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media promueve una aproximación sistemática que se basa en herramientas conceptuales y metodológicas sólidas y estructuradas, en torno a procesos de colaboración entre los profesores que participan en ella.

La Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media busca abordar la problemática de la calidad de la educación básica y media en matemáticas desde una perspectiva curricular. Para ello, se basa en una teoría curricular específica en matemáticas (Luis Rico, 1997). En particular, aborda los fenómenos curriculares en matemáticas al atender las dimensiones (conceptual, cognitiva, formativa y social) del currículo (L. Rico, 1997).

La dimensión conceptual se refiere al contenido y los temas que son específicos a las matemáticas escolares. Define aquellos elementos que son una síntesis de las tradiciones históricas y culturales. Esta dimensión se informa de la epistemología y la historia de las matemáticas y aborda las preguntas ¿qué es el conocimiento matemático?, ¿por qué es importante?, ¿cuáles son sus características distintivas? y ¿cómo se relaciona con la cultura de la sociedad?

La dimensión cognitiva del currículo se refiere al aprendizaje y al aprendiz. Enfoca su atención en la comprensión del aprendizaje, en cómo sucede y en cómo diferentes sujetos aprenden. Se informa de las teorías de aprendizaje y define expectativas, desarrollo y objetivos de aprendizaje concretos. Para el caso de las matemáticas, la dimensión cognitiva aborda la caracterización del aprendizaje de las matemáticas.

La dimensión formativa del currículo se refiere a la enseñanza. Esta dimensión enfoca su atención en la actuación del profesor en el aula de clase y en cómo sucede la instrucción. Esta dimensión se informa de la pedagogía y aborda cuestiones tales como ¿en qué consiste la educación matemática?, ¿en qué consiste la instrucción?, ¿cómo puede llevarse a cabo la formación de niños y jóvenes en un campo específico del conocimiento? La dimensión formativa aborda la caracterización de la instrucción y determina el diseño de las actividades de enseñanza y aprendizaje. Esta dimensión utiliza la información que surge de la dimensión conceptual y cognitiva para efectos de analizar y seleccionar las tareas que se pueden utilizar en el aula (Gómez, 2002, p. 277).

L. Rico (1997) establece cuatro niveles de reflexión sobre el currículo. Para cada uno de estos niveles, es posible determinar unas componentes que corresponden a cada una de las dimensiones. Los primeros dos niveles son teóricos. El primero considera las finalidades para la educación matemática. El segundo nivel considera las disciplinas que fundamentan la noción de currículo y que aportan la información necesaria para el estudio del currículo de matemáticas. El tercer nivel representa la reflexión curricular cuando el ámbito de actuación es la institución educativa y el encargado es la administración. El nivel de planificación para los profesores representa la versión más conocida del currículo. Es el esquema con el que

tradicionalmente se describen los planes de formación a cargo de un profesor o grupo de profesores en el espacio de un aula. El análisis didáctico se constituye en otro nivel del currículo, como procedimiento de planificación local de los profesores.

El modelo del análisis didáctico (Gómez, 2007, 2018b) constituye el núcleo conceptual que guía la reflexión sobre la actuación del profesor en el aula y sobre los conocimientos, competencias, habilidades, actitudes, recursos y referencias documentales que el profesor de matemáticas requiere para proporcionar oportunidades de aprendizaje a sus estudiantes en matemáticas.

Concepción de aprendizaje

Las perspectivas socioculturales han cambiado el foco de las teorías de aprendizaje. Aprender no significa adquirir un conocimiento. Los individuos aprenden en la medida en que cambian sus relaciones de participación con su entorno. La idea de comunidad de práctica introducida por Lave y Wenger (1991) y desarrollada posteriormente por Wenger (Wenger, 1998; Wenger, McDermott y Synder, 2002) forma parte de un discurso que ha permitido abordar el aprendizaje desde una nueva perspectiva. Se mira el aprendizaje como un fenómeno social que forma parte de la experiencia de participar socialmente en el mundo y se resaltan las nociones de significado, práctica, comunidad e identidad. En el mundo globalizado actual, en el que las personas y los colectivos se comunican e interactúan con frecuencia y facilidad, las comunidades de práctica no existen aisladas. Se requiere concebir cada práctica en el contexto de un sistema de comunidades de práctica en el que las personas están conectadas entre sí e interactúan con el propósito de aprender mutuamente.

El esquema metodológico de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media promueve el aprendizaje interdependiente de los estudiantes. Los estudiantes trabajan en grupo a lo largo de todo el programa. Deben indagar sobre los temas de las actividades de aprendizaje y sobre un tema de las matemáticas escolares, hacer propuestas para resolver las actividades, comparar sus posiciones y llegar a los acuerdos que permiten presentar el resultado de su trabajo.

El trabajo en grupo a lo largo del programa origina sistemáticamente los procesos de negociación de significados entre los miembros del grupo en cada una de las actividades. Los comentarios del tutor y las críticas de los compañeros fomentan estos procesos de negociación de significados al generar dudas, suscitar diferencias de opiniones y requerir una solución a los problemas que el tutor plantea. Al resolver estos problemas y llegar a acuerdos, el grupo construye un repertorio compartido de conceptos, procedimientos y técnicas que materializa su aprendizaje. Los estudiantes construyen su propia identidad y desarrollan su conocimiento (Pinzón, Gómez y Acebedo, 2015). Las prácticas de unos influyen en las prácticas de los otros, y cada estudiante puede aprender de los demás, dentro de una multiplicidad de contextos. Por lo tanto, resulta relevante en el programa favorecer, destacar y potenciar la comunicación, la colaboración y la asociación entre todos (Pegg y Krainer, 2007). La especialización promueve un ambiente de aprendizaje social en el que cada estudiante contribuye al aprendizaje de sus compañeros.

Componentes formativos

A continuación, se define el plan general de estudios de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media.

Objetivos del programa

El programa se organiza en torno a la realización de los tres primeros análisis que configuran el proceso de planificación propuesto en el modelo del análisis didáctico. Al ejercitarse en la realización del análisis didáctico de un tema de las matemáticas escolares, los participantes pondrán en juego los conceptos pedagógicos y tendrán la oportunidad de

- ◆ analizar la normativa curricular nacional y la planificación curricular de sus instituciones educativas a partir de la teoría curricular,
- ◆ identificar y organizar múltiples significados de temas de las matemáticas escolares,
- ◆ prever de las actuaciones de los escolares al abordar tareas de aprendizaje en relación con unas expectativas de aprendizaje,
- ◆ diseñar y analizar una secuencia de tareas que contribuyan al logro de los objetivos de aprendizaje, y
- ◆ complementar y profundizar en el conocimiento didáctico necesario para la planificación de secuencias de tareas de aprendizaje.

Esquema general y créditos

Los objetivos del programa se abordan con el desarrollo de cuatro cursos que están distribuidos en dos semestres. La unidad de medida del trabajo académico del estudiante en el programa es por medio del crédito. Este consiste en una medida del volumen del trabajo individual, de la riqueza adquirida por el estudiante en materia de conocimientos y competencias alcanzadas en un tiempo dado, sobre la base de unidades de trabajo (cursos, seminarios, tutoriales etc.) señaladas por el plan de estudios. El crédito, como unidad de valoración, implica tener en cuenta varios factores: los cursos, el trabajo individual, la producción científica y otras actividades académicas a que hubiere lugar. Se calculan los créditos con base en la definición del Decreto No. 2566 del 10 de septiembre de 2003 del Ministerio de Educación Nacional. Se describe el contenido del programa en la tabla 1.

Tabla 1
Contenido del programa

Semestre	Curso	Contenido	Créditos
Primer semestre		Introducción al análisis didáctico	
	1. Análisis del currículo de matemáticas	Noción de currículo en matemáticas Normativa curricular nacional, marco de evaluación nacional, marco conceptual de PISA y planes de área	4
	2. Análisis del contenido de las matemáticas escolares	Noción de contenido en las matemáticas escolares Estructura conceptual Sistemas de representación Fenomenología	5

Tabla 1
Contenido del programa

Semestre	Curso	Contenido	Créditos
Segundo semestre	3. Análisis del aprendizaje de las matemáticas escolares	Expectativas de aprendizaje	4
		Expectativas de tipo afectivo	
		Limitaciones de aprendizaje	
		Caracterización de objetivos de aprendizaje	
	4. Análisis de la enseñanza de las matemáticas escolares	Noción de tarea en matemáticas	5
		Elementos de una tarea de aprendizaje	
Diseño, análisis y selección de tareas de aprendizaje			
	Secuencia de tareas de aprendizaje		

Organización secuencial de los cursos

Los cursos que conforman el plan de estudios de la especialización se desarrollan como módulos consecutivos. Cada módulo se convierte en prerrequisito del módulo siguiente. Los módulos ofrecen los espacios para que los profesores en formación aborden la noción de currículo en matemáticas (módulo 1) y el proceso de planificación del currículo (módulos 1 a 4). Cada módulo tiene una duración de nueve semanas y se configura alrededor de cuatro actividades. Cada actividad se desarrolla durante dos semanas; en la primera, el grupo produce un borrador de la actividad; en la segunda, el grupo produce el documento final de la actividad. A continuación, se hace una descripción general de los cuatro módulos del programa.

Análisis del currículo de matemáticas. El primer módulo tiene tres finalidades: (a) abordar las ideas clave de la teoría curricular; (b) utilizar estas ideas clave para analizar la normativa curricular nacional, el marco conceptual de las pruebas nacionales de evaluación y de PISA 2012, y la práctica curricular existente en las instituciones de los estudiantes; y (c) concretar el tema de las matemáticas escolares sobre el que cada grupo trabajará a lo largo del programa (Gómez, 2018a).

Análisis del contenido de las matemáticas escolares. El análisis del contenido se presenta como punto de partida del análisis didáctico. Establece criterios para identificar y organizar la multiplicidad de significados de un tema y utiliza tres conceptos pedagógicos para la identificación de esos significados: (a) estructura conceptual, (b) sistemas de representación y (c) fenomenología (Cañadas, Gómez y Pinzón, 2018). El análisis de la estructura conceptual se centra en la identificación de conceptos y procedimientos que caracterizan el tema. El concepto pedagógico sistemas de representación permite dar respuesta a preguntas como ¿qué representaciones hay asociadas a ese tema? y ¿qué relaciones se pueden establecer entre esas representaciones? El análisis fenomenológico permite establecer cómo se organizan los fenómenos que dan sentido a un tema matemático. Este análisis se basa en las ideas de contextos y subestructuras y las relaciones entre ellas. El análisis histórico del tema permite conocer la evolución de ese tema desde la perspectiva de los tres conceptos pedagógicos mencionados.

Análisis del aprendizaje de las matemáticas escolares. Una vez realizado el análisis del contenido de las matemáticas escolares, en el que el foco de atención es el tema matemático que se va a enseñar, se realizará otro análisis cuyo foco de atención es el aprendizaje del estudiante (González y Gómez, 2018). En el análisis del aprendizaje, se trata de caracterizar las expectativas de aprendizaje que se desean desarrollar en el tema matemático, al considerar distintos niveles en su formulación. Además, se determinan las limitaciones al aprendizaje —qué dificultades y errores van a surgir en el proceso de aprendizaje— y se especifican, mediante caminos de aprendizaje, conjeturas sobre el proceso que seguirán los alumnos al resolver tareas matemáticas del tema.

Análisis de la enseñanza de las matemáticas escolares. Realizado el análisis del contenido de las matemáticas escolares y examinado el aprendizaje del estudiante, en el análisis de la enseñanza, estudiamos qué medios dispone el profesor para lograr sus fines. Se trata de hacer una descripción de los medios que va a poner en práctica el profesor para lograr las expectativas de aprendizaje (Gómez, Mora y Velasco, 2018). En este módulo, se establece qué es una tarea de aprendizaje y qué elementos comporta. A partir de esto, se diseñan y organizan tareas de aprendizaje en una secuencia para cubrir las expectativas de aprendizaje.

Perfil de egreso

Al finalizar su formación, el egresado de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media debe estar en capacidad de

- ◆ analizar un tema concreto de las matemáticas escolares,
- ◆ producir un diseño curricular para ese tema que contribuya al logro de las expectativas de aprendizaje y a la superación de las limitaciones de aprendizaje de los estudiantes,
- ◆ contribuir con su conocimiento y experiencia al desarrollo del área de matemáticas de su institución,
- ◆ contribuir al desarrollo de la comunidad de sus colegas en Educación Matemática y
- ◆ permanecer en la práctica docente y progresar en su desarrollo.

Homologación con la Maestría en Educación Matemática

El comité de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad fijará las relaciones entre el programa académico de esta maestría y la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media. El comité considerará caso por caso las homologaciones posibles o los prerrequisitos que un estudiante deba cursar para ser admitido al segundo año de la maestría.

Componentes pedagógicos

A continuación, presentamos componentes pedagógicos de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media en términos de sus estándares de calidad como programa virtual y las estrategias de acompañamiento académico.

Estándares de la educación virtual

La especialización se concibe como un programa a distancia con modalidad virtual. Este programa atiende a los lineamientos establecidos por los entes gubernamentales para el desarrollo de la educación virtual en la educación superior (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2010, 2013). La Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media se presenta una opción de formación para profesores que están ubicados en regiones

apartadas de las ciudades capitales o en departamentos que no cuentan con este tipo de ofertas. Es un programa que se enfoca en la cualificación de la práctica de aula y que aporta, principalmente, al proceso de planificación de diseños curriculares. Si bien este es un programa virtual, la interacción y construcción conjunta del conocimiento es uno de sus pilares. En la especialización, los estudiantes aprenden, entre otros aspectos, al tener que contribuir individualmente al trabajo de su grupo y al llegar a acuerdos en conjunto. En ese sentido, en el programa se promueve la constitución de comunidades de práctica, al organizar el aprendizaje en un esquema de trabajo cooperativo, en el que se deben negociar significados para llegar a acuerdos (Gómez y Restrepo, 2010; Pinzón et al., 2015).

La Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media tiene como finalidad contribuir al desarrollo del conocimiento didáctico de sus participantes en el proceso de planificación de diseños curriculares. El énfasis del programa no está en proporcionar información, sino en favorecer el desarrollo de habilidades que le permitan al estudiante construir su conocimiento y hacer un uso práctico de él. El estudiante cuenta con el acompañamiento permanente del equipo académico. De este modo, el estudiante tiene el apoyo de un tutor que lo acompaña a lo largo del programa, de un formador que orienta el aprendizaje en cada módulo y de un coordinador que asegura el funcionamiento del programa desde los aspectos académicos y administrativos. La especialización promueve el aprendizaje autorregulado y utiliza estrategias de orientación y seguimiento del estudiante (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2010).

Estrategias de acompañamiento académico

De acuerdo con el Reglamento general de estudiantes de especialización de la Universidad de los Andes (Universidad de los Andes, 2019), los estudiantes de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media conocen los programas de los cursos, los criterios conforme a los cuales son evaluados y los esquemas de acompañamiento. Además, la dirección y la coordinación del programa orientan a los estudiantes en el conjunto de opciones y decisiones pertinentes a su desarrollo. Los formadores y tutores brindan acompañamiento a los estudiantes a través de la asesoría de todas las actividades de los diferentes módulos.

Los estudiantes conforman equipos de trabajo de 2 a 3 personas en la sesión de inducción del programa. Cada grupo selecciona y trabaja en un tema concreto de las matemáticas escolares y tiene asignado un tutor que lo acompaña a lo largo de todo el programa. La relación entre tutor y grupo es biunívoca.

A lo largo de las dos semanas de una actividad, cada grupo produce un borrador de la actividad, que envía a su tutor. El tutor revisa y comenta el borrador de su grupo. Con base en esos comentarios, el grupo produce el documento final de su trabajo y lo presenta a sus compañeros, formador y tutores. El tutor proporciona comentarios generales al documento final de su grupo con el propósito de contribuir al mejoramiento del trabajo y proyectarlo hacia las actividades y módulos siguientes.

Los estudiantes interactúan con cada formador al inicio del módulo. El formador del módulo atiende las dudas de los estudiantes durante la elaboración del borrador de cada actividad y proporciona orientaciones para la realización de las actividades. En caso de requerirse, el formador se reúne de manera sincrónica con los grupos para responder a dificultades que estén afectando el desarrollo de las actividades. El grupo recibe observaciones y comentarios del formador en las presentaciones de los trabajos finales de las actividades.

Como se observa, en la especialización, cada grupo recibe acompañamiento del formador de módulo correspondiente y de su tutor en la realización de su trabajo a lo largo del programa. Los grupos también reciben el apoyo permanente del coordinador de la especialización quien está a cargo de su gestión administrativa y académica. En la siguiente sección, se describen con detalle los tipos y momentos de interacción.

Componentes de interacción

Los componentes de interacción de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media abordan dos elementos que son descritos a continuación: la interacción dentro del programa y las condiciones que favorecen la internacionalización del currículo.

Interacción dentro del programa

En la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media, los estudiantes se organizan en grupos de dos o tres personas. Cada grupo tiene asignado un tutor que lo acompaña a lo largo de todo el programa. La función del tutor es comentar el trabajo del grupo guiándolo en cada una de las actividades de los módulos. Cada módulo está a cargo de un formador. El formador es el responsable de guiar a los grupos en el contenido del módulo y evaluar el trabajo grupal e individual. Los grupos reciben también el apoyo permanente del coordinador, quien está a cargo de la gestión del programa y el manejo de las salas virtuales. Los estudiantes aprenden al trabajar en grupo, interactuar virtualmente con formadores y tutores, y comparar y discutir su trabajo con el de los demás grupos. Por tanto, el aprendizaje de los profesores en formación se fomenta a través del trabajo en equipo, los encuentros con los formadores, la interacción con los tutores, la interacción con los otros estudiantes y el trabajo autónomo.

Trabajo en equipo. Los grupos de estudiantes se mantienen a lo largo de todas las actividades del programa. Los estudiantes deben contribuir al trabajo del grupo y llegar a acuerdos, con motivo de la responsabilidad de presentar los resultados de su trabajo a sus compañeros y al formador. Este trabajo en equipo se logra gracias al uso de una plataforma tecnológica que les permite reunirse de manera virtual, al menos, dos veces por semana, en reuniones grupales y en una sala general para las presentaciones. El coordinador del programa los acompaña en estas reuniones y contribuye al funcionamiento eficaz y eficiente del grupo, de cara a potenciar el aprendizaje interdependiente entre los miembros del grupo.

Encuentros con los formadores. Durante la primera semana de cada módulo, los estudiantes revisan los materiales del módulo y asisten a una sesión virtual de clase en la que el formador introduce el diseño curricular del módulo, resuelve las dudas de los profesores en formación y describe las actividades que los grupos deben realizar. Durante las siguientes ocho semanas, los encuentros con el formador se realizan virtualmente cada semana con motivo de la elaboración del borrador, y la presentación y discusión de cada actividad. Estudiantes y grupos pueden interactuar con el formador a través de foros de dudas y en reuniones sincrónicas.

Acompañamiento de los tutores. Cada grupo de estudiantes cuenta con un tutor que lo acompaña a lo largo de todo el programa. El tutor recibe el borrador de su grupo de cada actividad el primer sábado de la quincena de la actividad y hace los comentarios pertinentes para su mejora a más tardar. Con base en esos comentarios, el grupo produce, para el siguiente sábado, el documento final de la actividad y la respectiva presentación de su trabajo a sus compañeros. Grupos y tutores pueden interactuar por correo electrónico o en reuniones sincrónicas.

Interacción con los otros estudiantes. En las sesiones de presentación de los trabajos finales de cada actividad, se genera un espacio de discusión en torno a los trabajos presentados. Los estudiantes pueden proponer preguntas o sugerencias al trabajo de los grupos. Luego, cada grupo puede reaccionar a los comentarios de sus compañeros. El programa promueve la interacción entre los estudiantes a través de unos documentos de comentarios de crítica que cada estudiante hace al trabajo de otro grupo por actividad.

Trabajo autónomo. Cada estudiante debe basarse en la lectura de los documentos del módulo, los videos, la bibliografía complementaria y sus propias indagaciones para (a) contribuir al trabajo de su grupo y (b) comentar el documento final y la presentación de un grupo diferente del suyo que le es asignado al comienzo del programa.

Internacionalización del currículo

La especialización surge con la prioridad de atender una necesidad de formación posgradual de los profesores de matemáticas de Colombia; no obstante, no restringe su oferta al país. Hemos identificado el interés que tienen educadores matemáticos de Iberoamérica por los programas que liderados por UED “una empresa docente”, el centro de investigación y formación en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes.

En su plan de estudios, la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media tiene como módulo inicial el análisis del currículo. Este análisis aborda los siguientes documentos clave: la teoría curricular (Rico y Lupiáñez, 2008), la normativa curricular nacional y el marco de las pruebas nacionales de evaluación —que correspondan al país en el que labora el estudiante— y el marco conceptual de las pruebas PISA (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2013). De esta manera, el programa, sin perder su propósito principal, posibilita el reconocimiento curricular de otros contextos. El programa se basa en el modelo del análisis didáctico, como conceptualización de las actividades que el profesor realiza para planificar unidades didácticas (Gómez, 2002, 2007, 2018b). Este en un marco específico a la Educación Matemática que ha sido objeto de estudio y referente conceptual a nivel internacional.

Adicionalmente, la especialización cuenta en su equipo académico con asesores internacionales que apoyan el proceso de diseño y ajuste del programa. Estos profesores e investigadores en Educación Matemática están vinculados a las Universidades de Granada, Cantabria y Almería (España) y han participado en la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes como formadores. Por su trabajo en la disciplina, gozan de reconocimiento y prestigio en la comunidad académica.

Los asesores internacionales junto con algunos profesores colombianos forman parte del grupo de investigación UED “una empresa docente”¹. Los objetivos del grupo de investigación son: (a) promover y desarrollar investigación en currículo de matemáticas, conocimiento y formación de profesores de matemáticas y aprendizaje de las matemáticas escolares, (b) construir conocimiento mediante la investigación aplicada orientada al diseño y desarrollo de programas de formación de profesores de matemáticas, (c) apoyar el surgimiento y consolidación de una comunidad de profesores de matemáticas interesados en mejorar su práctica y contribuir a su institución y a sus colegas y (d) promover la difusión del conocimiento en Educación Matemática. Los miembros de UED “una empresa docente” han publicado artículos en revistas de impacto, libros de investigación y capítulos en libros editados.

¹ <http://ued.uniandes.edu.co/j;Quiénessomos/Grupounaempresadocente—Colciencias.aspx>

ORGANIZACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y PROCESO FORMATIVO

A continuación, describimos las actividades académicas de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media, los procedimientos de los cursos y el esquema de evaluación.

Descripción de los módulos

Describimos los cuatro cursos (módulos) que configuran el plan de estudios de la especialización.

Análisis del currículo de matemáticas

Como indicamos previamente, el módulo 1 tiene tres finalidades: (a) abordar las ideas clave de la teoría curricular; (b) utilizar estas ideas clave para analizar la normativa curricular nacional, el marco conceptual de las pruebas nacionales de evaluación y de PISA 2012, y la práctica curricular existente en las instituciones de los estudiantes; y (c) concretar el tema de las matemáticas escolares sobre el que cada grupo trabajará a lo largo del programa. Estas finalidades se concretan en los siguientes objetivos.

- ◆ Profundizar en las ideas y usos de la teoría curricular y analizar la normativa curricular nacional —estándares básicos de competencias y documento de los derechos básicos de aprendizaje para el caso de estudiantes colombianos—.
- ◆ Analizar el marco conceptual de la evaluación nacional —pruebas Saber en el caso colombiano— y un plan de área de alguna de las instituciones en las que trabajan los estudiantes con base en la teoría curricular.
- ◆ Analizar el marco conceptual del proyecto PISA 2012 (Ministerio de educación cultura y deporte, 2013) y compararlo con el marco de las pruebas nacionales de evaluación.
- ◆ Concretar el tema de las matemáticas escolares para el que el grupo diseñará la unidad didáctica.

En este módulo, se tratan los siguientes contenidos: (a) nociones de teoría curricular, (b) documentos curriculares nacionales, (c) marco de evaluación nacional, (d) marco conceptual del estudio PISA 2012 (Ministerio de educación cultura y deporte, 2013) y (e) planes de área. Los estudiantes del módulo realizan cuatro actividades durante las semanas 2 a 9, una actividad cada 2 semanas. Las siguientes son las actividades del módulo.

- ◆ Actividad 1.1. Noción de currículo y normativa nacional
- ◆ Actividad 1.2. Evaluación nacional y planificación institucional
- ◆ Actividad 1.3. PISA 2012 y evaluación nacional
- ◆ Actividad 1.4. Concreción del tema

Análisis del contenido de las matemáticas escolares

El análisis didáctico se sitúa en el nivel de la planificación para el aula. En este nivel, los cuatro análisis que conforman el análisis didáctico responden a las cuatro dimensiones curriculares que se han trabajado en el módulo 1. El análisis del contenido es el primero de los componentes del análisis didáctico y a él está dedicado el módulo 2. Este análisis establece criterios para identificar y organizar la multiplicidad de significados de un tema y, por tanto, se corresponde

con la dimensión cultural/conceptual del currículo. En este módulo, se espera que los estudiantes alcancen los siguientes objetivos.

- ◆ Identificar y organizar los significados de su tema desde la perspectiva de los tres conceptos pedagógicos estructura conceptual, sistemas de representación y fenomenología.
- ◆ Constatar la complejidad inherente al contenido de cualquier tema de las matemáticas escolares.

Los contenidos que se tratan en este módulo giran en torno al tema matemático con el que trabajará cada grupo a lo largo del programa y son los siguientes: (a) estructura conceptual, (b) sistemas de representación, (c) fenomenología y (d) historia, como organizador transversal. Los estudiantes del módulo realizan cuatro actividades durante las semanas 2 a 9, una actividad cada 2 semanas. Las siguientes son las actividades del módulo.

- ◆ Actividad 2.1. Estructura conceptual
- ◆ Actividad 2.2. Sistemas de representación
- ◆ Actividad 2.3. Fenomenología
- ◆ Actividad 2.4. Actividad final

Análisis del aprendizaje de las matemáticas escolares

El análisis del aprendizaje permite hacer una descripción de lo que el profesor espera que el estudiante aprenda sobre el tema matemático en cuestión y sobre sus previsiones acerca del modo en que el estudiante va a desarrollar ese aprendizaje. Tras realizar este análisis, el profesor habrá redactado y caracterizado unos objetivos de aprendizaje para su unidad didáctica. La caracterización suficientemente detallada de los objetivos de aprendizaje se convertirá en la información de referencia para los siguientes dos análisis del análisis didáctico. Los siguientes son los objetivos de aprendizaje del módulo.

- ◆ Reflexionar sobre los distintos niveles de expectativas de aprendizaje que el profesor maneja al realizar una planificación.
- ◆ Establecer los objetivos de aprendizaje de la unidad didáctica.
- ◆ Establecer las expectativas de tipo afectivo de la unidad didáctica.
- ◆ Conocer las limitaciones de aprendizaje que manifiestan los escolares en el tema de la unidad didáctica.
- ◆ Caracterizar los objetivos de aprendizaje de la unidad didáctica.
- ◆ Analizar y revisar las expectativas de aprendizaje.

Los contenidos del módulo se configuran alrededor de (a) las expectativas de aprendizaje de nivel superior, medio, inferior; (b) las expectativas de tipo afectivo; (c) las limitaciones de aprendizaje —dificultades y errores—; y (d) la caracterización de los objetivos de aprendizaje. Los estudiantes del módulo realizan cuatro actividades durante las semanas 2 a 9, una actividad cada 2 semanas. Las siguientes son las actividades del módulo.

- ◆ Actividad 3.1. Expectativas de aprendizaje y de tipo afectivo
- ◆ Actividad 3.2. Errores y dificultades
- ◆ Actividad 3.3. Caracterización de un objetivo de aprendizaje
- ◆ Actividad 3.4. Análisis del conjunto de objetivos

Análisis de la enseñanza de las matemáticas escolares

El trabajo que se realiza en el análisis de la enseñanza se basa en la información que surge del análisis del contenido y del análisis del aprendizaje. En particular, en este módulo, se introducen conceptos y se proponen técnicas para la búsqueda, diseño, descripción, análisis y modificación de las tareas y de la secuencia de tareas que configuran la propuesta del profesor para la enseñanza de un tema de las matemáticas escolares. Este trabajo se basa en la información que surge de la caracterización de los objetivos de aprendizaje que se realizó anteriormente. Tras realizar el análisis de la enseñanza, el profesor tendrá una propuesta de una secuencia de tareas para la que él ha justificado su contribución al logro de las expectativas de aprendizaje y afectivas y a la superación de las limitaciones de aprendizaje. Los siguientes son los objetivos de aprendizaje del módulo.

- ◆ Conocer los elementos que configura una tarea de aprendizaje.
- ◆ Desarrollar las técnicas para describir una tarea de aprendizaje.
- ◆ Construir las técnicas para el análisis de tareas.
- ◆ Conocer los procedimientos para la reformulación de tareas con base en su análisis.
- ◆ Saber describir, analizar y reformular una secuencia de tareas.

Los contenidos del módulo son los siguientes: (a) descripción, análisis y reformulación de tareas de aprendizaje y (b) descripción, análisis y reformulación de la secuencia de tareas. Los estudiantes del módulo realizan cuatro actividades durante las semanas 2 a 9, una actividad cada 2 semanas. Las siguientes son las actividades del módulo.

- ◆ Actividad 4.1. Versión inicial de las tareas de aprendizaje
- ◆ Actividad 4.2. Grafos de secuencias de capacidades de las tareas
- ◆ Actividad 4.3. Análisis de las tareas
- ◆ Actividad 4.4. Modificación de las tareas, descripción y análisis de la secuencia de tareas

Descripción de procedimientos en los cursos

El programa es de modalidad virtual, se coordina desde la Universidad de los Andes en Bogotá, pero sus estudiantes podrán estar ubicados en cualquier lugar de la geografía iberoamericana. A lo largo del programa, se utilizan herramientas tecnológicas disponibles para la interacción virtual sincrónica y asincrónica (p. ej., correo electrónico, plataforma virtual o Skype). Las sesiones de clase para las sesiones sincrónicas se gestionan en una plataforma proporcionada por la Universidad de los Andes. Se realiza una reunión presencial opcional al inicio del programa. Quienes no puedan asistir a esta reunión presencial, lo podrán hacer sincrónicamente por medio de la plataforma.

El programa tiene una duración de dos semestres. En cada semestre, se cursan dos módulos consecutivos. Cada módulo se organiza alrededor de cuatro actividades y tiene una duración de nueve semanas. El trabajo de cada módulo se divide en dos partes. La primera parte corresponde al inicio del módulo. En la primera semana, los estudiantes revisan los documentos del módulo —apuntes, actividades, criterios de evaluación, videos—. Al final de esa semana, se lleva a cabo la primera sesión sincrónica de trabajo con el formador responsable del módulo y con el coordinador de la especialización. En esta sesión, el formador resuelve las dudas que los estudiantes puedan tener con motivo de revisar los videos, el libro de texto, la formulación de las actividades del módulo y los criterios de evaluación, y describe las cuatro actividades que los grupos deben realizar en el resto del módulo.

La segunda parte del módulo está relacionada con el desarrollo de las cuatro actividades del módulo que fueron descritas previamente. Este trabajo se realiza durante ocho semanas. Los estudiantes interactúan con el formador, el tutor y la coordinación del programa. Cada actividad se desarrolla durante dos semanas. De lunes a sábado de la primera semana de una actividad, los miembros de cada grupo trabajan individualmente e interactúan virtualmente de común acuerdo, vía Skype, por ejemplo. Con motivo de este trabajo, los grupos registran de manera escrita sus inquietudes en el espacio de la plataforma virtual que es destinado para ello.

El sábado de la primera semana, se desarrolla una reunión sincrónica que es liderada por el formador del módulo, en la que participan todos los estudiantes. El formador resuelve las dudas que han surgido en los estudiantes con motivo de preparar el borrador de la actividad. Los grupos que lo requieran pueden contar con un acompañamiento personalizado del formador. Luego de estos espacios de interacción, los grupos producen el documento borrador de la actividad que es revisado por el tutor del grupo.

Durante la segunda semana de la actividad, cada grupo recibe los comentarios de su tutor al borrador. Los estudiantes trabajan a partir de estos comentarios para preparar la presentación y el documento final de la actividad. El viernes hay un espacio por Skype en el que la coordinación de la especialización está disponible para asesorar a los grupos en la preparación de su presentación.

El siguiente sábado, en la plataforma virtual, se reúnen todos los estudiantes de manera sincrónica. Cada grupo hace una presentación de nueve minutos a todos sus compañeros, al coordinador de la especialización y al formador del módulo. Luego de las presentaciones de la actividad, se desarrolla un espacio de interacción entre los estudiantes. En primer lugar, los estudiantes hacen preguntas a cada grupo de acuerdo con la presentación de su trabajo. Posteriormente, los grupos tienen cinco minutos para reaccionar a los comentarios de sus compañeros. La última parte de la sesión está a cargo del formador. Luego de la presentación y del espacio de discusión de los estudiantes, el formador hace el cierre de la actividad y presenta la siguiente. Se reúne con los espacios que requieran aclaraciones adicionales sobre el trabajo que deben adelantar en la nueva actividad.

El martes siguiente a la presentación, los miembros de cada grupo evalúan el trabajo de sus compañeros en la hoja de evaluación individual que tienen asignada (este proceso de evaluación será descrito en la siguiente sección). Adicionalmente, cada estudiante produce, para cada actividad, un documento de comentarios y críticas al trabajo y a la presentación de un grupo diferente del suyo. Estas dos acciones son realizadas en una tercera semana de una actividad, que corresponde a la primera semana de la actividad siguiente.

En la figura 4, se resume la distribución de las acciones que realizan estudiantes, tutores, formadores y coordinador de la especialización durante el desarrollo de una actividad de un módulo. Luego de las cuatro actividades del módulo, cada estudiante se entrevista con el coordinador de la especialización. El estudiante, a partir de unas preguntas orientadoras, debe dar cuenta de su apropiación y uso práctico del conocimiento adquirido en el módulo.

Semana 1: trabajo en borrador actividad

L	M	M Registro de dudas actividad (grupos)	J	V	S Reunión general sincrónica de dudas actividad y reunión voluntaria (formador) Envío de borrador (grupos)
---	---	---	---	---	--

Semana 2: trabajo en documentos finales actividad

L	M	M Envío borrador comentado actividad (tutor)	J	V Reunión voluntaria presentación actividad (coordinación)	S Reunión general sincrónica presentaciones, discusión y cierre actividad Descripción actividad siguiente y reunión voluntaria (formador)
---	---	---	---	---	---

Semana 3: cierre actividad e inicio actividad siguiente

L	M Evaluación por pares actividad (estudiantes)	M Registro de dudas actividad siguiente (grupos)	J Envío comentarios individuales actividad (estudiantes)	V	S Reunión general sincrónica de dudas actividad siguiente y reunión voluntaria (formador) Envío de borrador (grupos)
---	---	---	---	---	--

Figura 4. Distribución de acciones en una actividad

Esquema de evaluación

La evaluación en la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media es tanto cualitativa, como cuantitativa. Al finalizar cada actividad de un módulo, cada grupo recibe una hoja de evaluación que contiene (a) los comentarios del tutor al borrador, el documento final y la presentación del grupo; (b) los comentarios del coordinador del programa referentes al trabajo colaborativo del grupo y a la presentación; (c) los comentarios del formador del módulo; y (d) la valoración asignada por el formador al trabajo del grupo en la actividad. La evaluación de una actividad atiende a los criterios de evaluación de las actividades que han sido proporcionados a los estudiantes al inicio de cada módulo. En relación con los comentarios individuales, los estudiantes reciben una evaluación numérica de su trabajo —que está asociada con la valoración de cada criterio de evaluación— y los descriptores que justifican la evaluación de acuerdo con cada criterio.

En coherencia con la visión del aprendizaje interdependiente adoptado en la especialización, se pretende que en el programa se realice una valoración justa de la contribución de los estudiantes y sus aportes al trabajo de su grupo en cada actividad. Por esta razón, se propone un sistema de evaluación que motive la participación de los estudiantes dentro de sus grupos y distinga apropiadamente sus desempeños. Desde hace más de 20 años, grupos de investigación han tenido la misma preocupación por encontrar una forma efectiva de valorar el aporte que hacen los integrantes de un equipo al trabajo en grupo. El sistema propuesto por Spatar, Penna, Mills, Kutija, y Cooke (2015) ofrece la posibilidad de evaluar de manera justa y objetiva la

contribución e incidencia de cada miembro en el trabajo del grupo. Esta propuesta de evaluación —CASNIWF— toma como base la valoración que asigna el formador al trabajo en grupo y los criterios de evaluación por pares, convertidos a escala numérica. La descripción del sistema y los fundamentos que la sustentan están disponibles en el artículo *A robust approach for mapping group marks to individual marks using peer assessment* (Spatar et al., 2015). La principal virtud de este sistema está en no asignar la misma nota por igual a todos los integrantes del grupo, sino en reconocer cómo se clasifica cada integrante al interior del grupo a partir de la media normalizada y la dispersión de las notas asignadas por sus compañeros en la evaluación por pares. De esta manera, se reconoce el trabajo de las personas que más aportan y colaboran con sus compañeros de grupo. En este esquema, cada estudiante recibirá la evaluación de su contribución al trabajo del grupo en cada actividad.

La evaluación cuantitativa de los estudiantes se adecúa a la escala numérica adoptada en la Universidad de los Andes. La evaluación de un estudiante en cada módulo se establece a partir de tres aspectos: promedio de la evaluación del estudiante en el trabajo grupal en las cuatro actividades (60%), promedio de la evaluación de los comentarios individuales en las cuatro actividades (25%) y valoración del examen final individual tipo entrevista (15%). La figura 5 resume el sistema de evaluación de los estudiantes en cada módulo de la especialización.

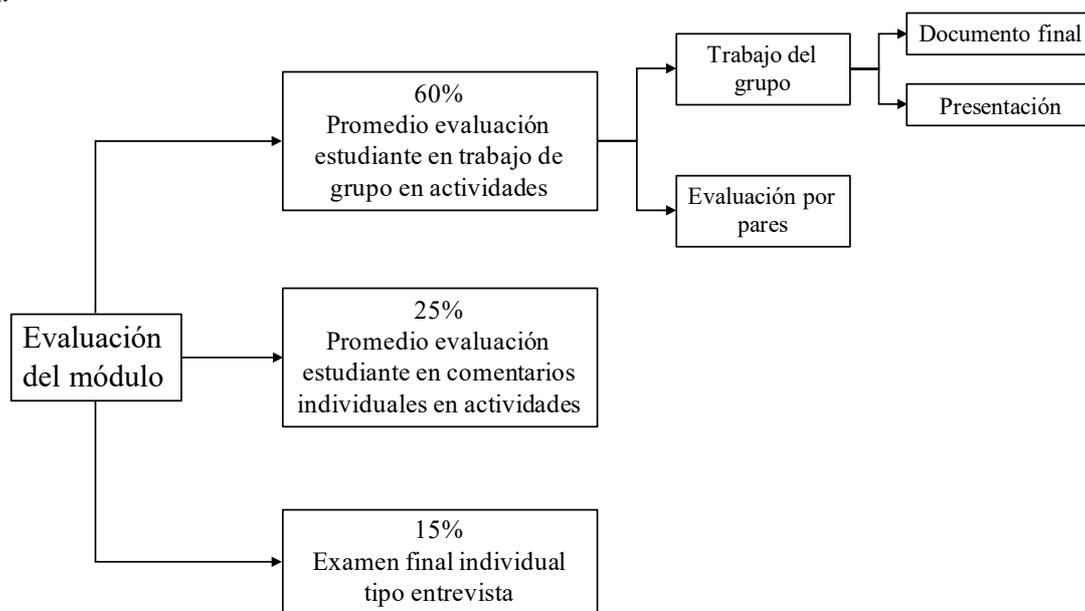


Figura 5. Sistema de evaluación de cada estudiante por módulo

Tiempo de trabajo académico

El tiempo de trabajo de un estudiante en las actividades académicas de la especialización está determinado en créditos académicos. De acuerdo con el decreto 2566 del 10 de septiembre de 2003, un crédito equivale a 48 horas de trabajo. Los módulos 1 y 3 del programa implican cuatro créditos, y los módulos 2 y 4 corresponden a cinco créditos. Además de los procesos de indagación y reflexión que requieren los módulos 1 y 3, los módulos 2 y 4 exigen más acciones de creación, por lo que el trabajo autónomo y grupal para el desarrollo de las actividades demanda más tiempo.

En cada semestre, se toma un total de nueve créditos académicos. El tiempo de trabajo académico contempla el trabajo asincrónico (autónomo y grupal) y las reuniones sincrónicas en las que hay acompañamiento del formador de cada módulo. De acuerdo con los lineamientos establecidos por el MEN para la educación virtual en la educación superior, el tiempo de las actividades sincrónicas no superan el 20% del total de créditos de cada módulo. En la tabla 2, se muestran las actividades que se desarrollan en cada módulo con las horas de trabajo correspondientes.

Tabla 2
Distribución del tiempo de trabajo académico

Actividades	Módulos 1 y 3 (4 créditos)	Módulos 2 y 4 (5 créditos)
Semana de inicio del módulo (trabajo asincrónico)	16 horas	24 horas
Sesión sincrónica de inicio del módulo	4 horas	4 horas
Semanas de trabajo asincrónico en las cuatro actividades	144 horas	184 horas
Sesiones sincrónicas en los borradores de las cuatro actividades	8 horas	8 horas
Sesiones sincrónicas de presentaciones de las cuatro actividades	20 horas	20 horas
Total horas	192 horas	240 horas

Distribución de tiempos de estudiantes y equipo académico

Los estudiantes de la especialización deben dedicar, en promedio, 20 horas semanales para su trabajo autónomo y de grupo. Los estudiantes reciben acompañamiento del formador del módulo y del coordinador del programa en las sesiones sincrónicas de inicio de módulo, de borradores y de presentaciones de las actividades. Adicionalmente, el tutor de cada grupo realiza un acompañamiento asincrónico de, aproximadamente, 6 horas semanales en el proceso de revisión de los borradores y documentos finales producidos por su grupo. El coordinador de la especialización está disponible para atender cuestiones administrativas y académicas de los estudiantes permanentemente.

EQUIPO ACADÉMICO

El equipo académico de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media está conformado por el director, el coordinador, un grupo de tutores y formadores, y los asesores internacionales.

Dirección y coordinación

La dirección del programa está a cargo del profesor Pedro Gómez, director de UED “una empresa docente” y de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes. La coordinadora del programa es Paola Castro, gestora académica de la Facultad de Educación.

Pedro Gómez. Pedro Gómez es Licenciado en Matemáticas e Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes, en Bogotá, Colombia; obtuvo un Master of Arts en Economía en The University of Kent at Canterbury, Inglaterra, un Master of Science en Lógica y Método Científico en The London School of Economics, Londres y un Diplome d’Etudes Approfondies en Sociología en la Universidad París III, París. Es Doctor en Matemáticas (especialidad Didáctica de la Matemática) de la Universidad de Granada, España. Actualmente es director de UED “una empresa docente”, director del proyecto Funes, director de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes, y colabora como investigador y profesor en la Universidad de Granada. Pedro Gómez es autor de libros de texto de matemáticas y de didáctica de la matemática. Ha publicado diversos artículos en revistas internacionales. Su principal área de trabajo es la formación de profesores de matemáticas.

Paola Castro. Paola Castro es Licenciada Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Actualmente, es candidata a Doctora en Educación en la misma universidad. Fue docente de educación básica y media de la Secretaría de Educación de Cundinamarca desde 2004 hasta 2014. Trabajó como tutora en el programa para la transformación de la calidad educativa “Todos a Aprender” del Ministerio de Educación Nacional entre 2013 y 2014. Paola forma parte de la nómina de UED “una empresa docente” de la Universidad de los Andes, en la que gestiona el área de recursos y comunidad. Forma parte del equipo académico de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes, en la que se ha desempeñado también como tutora y formadora en las cohortes 3, 4, 5, 6 y 7. Paola Castro es coautora de varios libros de texto en matemáticas y ha publicado varios capítulos de libros en investigación e innovación en Educación Matemática.

Formadores y tutores

El equipo académico, cuyo perfil se presenta a continuación, ha desarrollado competencias de acompañamiento a estudiantes en ambientes virtuales y tiene experiencia en formación de profesores. Todos los formadores y tutores han tenido este rol en la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes.

Patricia Cifuentes. Patricia Cifuentes es Doctora de la Universidad de la Salle de Costa Rica. También es Magister —concentración en Matemáticas— de la Universidad de los Andes y licenciada en Ciencias de la educación —con especialidad en Matemáticas y Física— de la Universidad de Cundinamarca. Es profesora catedrática de la Universidad de Cundinamarca y fue editora asociada en Funes —repositorio digital de documentos en Educación Matemática—. Ha sido profesora de educación básica y media de la Secretaría de Educación de Cundinamarca durante 21 años. Patricia Cifuentes es coautora de los libros *Diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas de matemáticas en MAD 1* y *Diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas de matemáticas en MAD 4*. Patricia se ha desempeñado como formadora y tutora en las cohortes 4, 5 y 6 de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes.

Andrés Pinzón. Andrés Pinzón es Licenciado Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Administrador Educativo de la Universidad de La Sabana y Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Es candidato a Doctor en Educación en la misma universidad. Ha sido docente de educación básica y media desde 2002. Fue constructor de preguntas para las pruebas Saber durante el 2008, 2009, 2010 y 2012. Es coautor de varios libros de texto en matemáticas y ha publicado capítulos de libros en investigación e innovación en Educación Matemática. Andrés es el coordinador de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes, además de ser formador y tutor en las cohortes 3, 4, 5, 6 y 7 del mismo programa.

Fernando Torres. Fernando Torres es Licenciado en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtuvo un Máster en Educación con concentración en Educación Matemática en la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Actualmente, es profesor de matemáticas de la Secretaría de Educación en Bogotá. Ha trabajado como profesor de matemáticas y coordinador académico en diferentes instituciones de educación básica y media, constructor y asesor de las pruebas de estado SABER 5°, 9° y 11°, y de las pruebas ECAES. Fernando se ha desempeñado como formador y tutor en la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes en las cohortes 3, 5 y 7. Es autor de libros texto de matemáticas y coautor de libros y artículos relacionados con análisis didáctico en matemáticas. Su principal área de trabajo es docencia en educación media y formación de profesores de matemáticas de secundaria.

Carlos Velasco. Carlos Velasco es Licenciado en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Fue docente de la Secretaría de Educación de Bogotá desde 2005 hasta 2016. Su último cargo en esa secretaría fue Docente de matemáticas de media y del programa de Formación Complementaria en la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori. Actualmente, forma parte de la nómina de UED “una empresa docente” de la Universidad de los Andes, en la que coordina un proyecto de Educación Matemática para profesores de primaria y forma parte del equipo académico de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes. Se ha desempeñado como formador y tutor en este programa en las cohortes 4, 5, 6 y 7.

Sara Parra. Sara Parra es estudiante de Doctorado en Educación en la Universidad de La Salle de Costa Rica, Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— por la Universidad de los Andes y Licenciada en Matemáticas por la Universidad Pedagógica Nacional. Ha sido colaboradora del proyecto MOOCs de Matemáticas para profesores de primaria en el diseño y construcción de actividades de aprendizaje y de evaluación, y formadora y tutora de las cohortes 4 y 5 de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes. Fue docente de matemáticas y física en el bachillerato superior del Colegio Italiano Leonardo Da Vinci. También, ha sido revisora metodológica para la certificación de competencias periciales en el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Tiene experiencia en la elaboración y edición de pruebas estandarizadas a nivel nacional (Saber 3°, 5°, 9° y 11°), en la calificación de preguntas abiertas de estudios de calidad de la educación a nivel internacional (Terce y PISA) y en apoyo a la construcción de pruebas de razonamiento cuantitativo (Saber Pro).

Sonia Calderón. Sonia Calderón es Licenciada Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional y Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Fue docente del Gimnasio Santa Ana entre 2007 y 2015, en el que se desempeñó como coordinadora del departamento de Matemáticas y del proyecto Pensamiento y Estudio. Actualmente es Coordinadora Académica de una de las Instituciones educativas de la Secretaría de Educación de Bogotá y docente de cátedra de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Entre los proyectos en los que Sonia participa con la Universidad de los Andes, ha sido tutora en las cohortes 3 y 5 de la Maestría en Educación Matemática, formadora en los cursos de educación continuada y forma parte del equipo de editores asociados del proyecto Funes —repositorio digital de documentos en Educación Matemática—. Es además coautora de varios libros de texto en matemáticas escolares y ha publicado capítulos de libros en investigación e innovación en Educación Matemática. Ha sido autora y evaluadora de diversas publicaciones en Educación y ponente en eventos de Educación Matemática a nivel nacional.

Oscar Becerra. Oscar Becerra es Licenciado en Matemáticas e Informática Educativa de la Universidad de Pamplona y Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Ha sido docente de la Secretaría de Educación de Cundinamarca desde 2003. Oscar es editor asociado en Funes, el repositorio digital de documentos en Educación Matemática, y ha sido tutor en las cohortes 3 y 5 de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes. Oscar es coautor de varios libros de texto en matemáticas y ha publicado capítulos de libros en investigación e innovación en Educación Matemática.

Camilo López. Camilo López es Licenciado en Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, Especialista en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia y Magister en Educación Matemática en la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Ha trabajado como profesor Bilingüe de matemáticas en instituciones IB en la ciudad de Bogotá. Camilo López ha enfocado sus trabajos en propuestas para la enseñanza y aprendizaje en estadística y probabilidad. Actualmente, es asistente de investigación de UED “una empresa docente” y tutor en la cohorte 7 de la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes.

Mónica Bernal. Mónica Bernal es Licenciada en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Ha sido docente de la Secretaría de Educación de Bogotá desde 2006. Mónica Bernal ha sido formadora de cursos de educación continuada organizados por UED “una empresa docente”, en la Universidad de los Andes, y formadora y tutora en las cohortes 4, 5 y 7 de la Maestría en Educación Matemática. Mónica es coautora de libros de texto en matemáticas.

Federmán Alfonso. Federmán Alfonso es licenciado en Matemáticas y Computación de la Universidad del Quindío, especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia y magister en Educación —concentración en Educación Matemática— de la Universidad de los Andes. Ha sido docente catedrático de la Universidad del Quindío y docente de matemáticas en los departamentos del Quindío, Antioquia, Risaralda y Cundinamarca. Federmán cuenta con veintiocho años de experiencia en la docencia, en los últimos catorce años se ha desempeñado como rector de instituciones educativas en los departamentos de Cundinamarca y Quindío, también, es formador de cursos de educación continuada en la Universidad de los Andes.

Equipo asesor internacional

El equipo asesor internacional está conformado por tres investigadoras en Educación Matemática de las universidades de Granada, Cantabria y Almería (España). Ellas participaron en el diseño e implementación de la Maestría en Educación Matemática. Actualmente, adelantan investigaciones relacionadas con este programa de formación. Apoyarán la implementación de la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media.

María C. Cañadas. María C. Cañadas es investigadora en Educación Matemática. Finalizó su Licenciatura en Matemáticas en 2000 y su doctorado en Didáctica de la Matemática en 2007. Trabajó en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Zaragoza desde 2003 hasta 2008. Desde 2008 trabaja en el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. Actualmente es profesora Titular de Universidad del citado departamento. Su docencia se dirige a la formación matemática de futuros maestros de educación infantil y educación primaria, a la educación matemática de los futuros profesores de matemáticas de secundaria y bachillerato, y a la formación de investigadores en Didáctica de la Matemática a través del Máster en Didáctica de la Matemática y del Doctorado en Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada. Desde 2016, es coordinadora del Máster en Didáctica de la Matemática. Ella colabora con colegas de diferentes universidades españolas y, a nivel internacional, del King's College London (Londres), Tufts University (Boston), Thurgau University (Suiza), Hong Kong University (Hong Kong) y Universidad de los Andes (Bogotá). María es editora de Funes, el repositorio digital de Educación Matemática y de la revista *Infancia y Aprendizaje/Journal for the Study of Education and Development* (incluida en Scopus y SSCI). Ha sido tutora y formadora en la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes, desde 2010. También colabora con diferentes revistas, comités y congresos, a nivel nacional e internacional.

María José González. María José González es investigadora en Educación Matemática y profesora de la Universidad de Cantabria en el área de Didáctica de la Matemática y coordinadora general del Sistema de Acceso a la Universidad. Participa en un Proyecto de Investigación sobre Competencias Didácticas y Formación Inicial de profesores de Matemáticas de Secundaria. Forma parte del Proyecto Europeo Intergeo (geometría dinámica). Participa en el desarrollo del material educativo *Tutormates* para la enseñanza de las matemáticas con tecnología en la etapa secundaria. Ha sido tutora y formadora en la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes, desde 2010.

Isabel Romero. Isabel Romero es Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Granada y doctora en Matemáticas (programa de doctorado Didáctica de la Matemática) por la Universidad de Granada. Su tesis doctoral, dirigida por el Dr. Luis Rico Romero, lleva por título “La introducción del número real en enseñanza secundaria”. Actualmente es profesora titular en la Universidad de Almería, donde imparte docencia en el grado de Maestro de Primaria y en Máster de formación de profesores. Ha sido tutora y formadora en la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes. Ha dirigido una tesis doctoral y varios trabajos de fin de Máster a profesores de matemáticas en ejercicio. Es autora de artículos de investigación relacionados con la temática de su tesis, el desarrollo de competencias y actitudes en alumnado de secundaria, y la formación de profesores. Es coautora de manuales para formación de profesores.

MECANISMOS DE SELECCIÓN Y PERMANENCIA

Los siguientes son los requisitos de admisión a la Especialización en Educación Matemática para profesores de secundaria y media.

- ◆ Formulario de inscripción
- ◆ Comprobante de pago de la inscripción
- ◆ Copia autenticada del título profesional
- ◆ Certificado original de calificaciones del pregrado (con promedio superior a 3,5)
- ◆ Un ensayo con extensión máxima de 1200 palabras. En este ensayo, el aspirante debe presentar las razones que lo motivan a ingresar al programa y referirse a aquellos aspectos del programa que considera útiles para su formación y su labor profesional
- ◆ Entrevista

Requisitos de permanencia

Para todos los asuntos académicos y disciplinarios este programa se rige según el Reglamento General de Estudiantes de Posgrado de la Universidad de los Andes, y con el control y seguimiento de la Facultad de Educación. De acuerdo con el Artículo 10 del Reglamento General de Estudiantes de Especialización, los requisitos para permanecer en el programa son los siguientes.

- ◆ Cumplir con los requisitos de matrícula
- ◆ Mantener el promedio acumulado total exigido por la Universidad, el cual, para los programas de especialización, deberá ser igual o superior a tres cinco (3,5). En caso contrario, los estudiantes quedarán definitivamente excluidos del programa
- ◆ Observar el régimen académico de la Universidad
- ◆ Observar el régimen disciplinario de la Universidad
- ◆ Observar los demás reglamentos de la Universidad

CONDICIONES DEL PROGRAMA

Los siguientes son los requisitos del programa.

1. Tener título profesional que asegure su conocimiento de las matemáticas de secundaria y media.
2. Tener un rendimiento académico sobresaliente en los programas cursados con anterioridad, con un promedio acumulado igual o superior a 3,5 en sus estudios de pregrado.
3. Conexión a internet de calidad para las reuniones de grupo, interacción con los formadores, coordinación y tutor, y para la gestión de los documentos en la plataforma.
4. Disponer de al menos 4 horas quincenales presenciales y de 14 horas semanales para el trabajo autónomo y de grupo.
5. Tener disposición para trabajar en grupo.
6. Comprometerse con la participación activa en las modalidades de interacción virtual y presencial entre coordinador, profesores, tutores y estudiantes que forman parte de este programa.

Se espera que el candidato manifieste compromiso con el aprendizaje de sus estudiantes, la mejora de la propia práctica, y el progreso del área de matemáticas en su institución y de la comunidad de educadores matemáticos, y exprese interés en la innovación curricular como proceso de indagación sistemática de la propia práctica, en continuar trabajando en la profesión docente y en estar dispuesto a multiplicar sus aprendizajes.

REFERENCIAS

- Adler, J., Ball, D., Krainer, K., Lin, F. L., y Novotna, J. (2005). Reflections on an emerging field: researching mathematics teacher education. *Educational Studies in Mathematics*, 60(3), 359-381.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T., y Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4 ed., pp. 433-456). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Cañadas, M. C., Gómez, P., y Pinzón, A. (2018). Análisis de contenido. In P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 53-112). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Cooney, T. J. (2004). Pluralism and the teaching of mathematics. In B. Clarke, D. M. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johansson, D. V. Lambdin, F. K. Lester, A. Wallby, y K. Wallby (Eds.), *International perspectives on learning and teaching mathematics* (pp. 503-517). Göteborg, Suecia: National Center for Mathematics Education.
- Figuroa, M., Jaramillo, S. G., Carrizosa, D. M., Orgales, C. R., Pineda, A. M. S., y Mesa, G. V. (2018). La profesión docente en Colombia: normatividad, formación, selección y evaluación. *Documentos de Trabajo EGOB*, 54, 1-90.
- Geddis, A. N. (1993). Transforming subject matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15(6), 673-683.
- Gómez, P. (2002). Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. [Didactical analysis and curriculum design in mathematics]. *Revista EMA*, 7(3), 251-293.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Granada, España: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Gómez, P. (2018a). Currículo de matemáticas. In P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 11-52). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Gómez, P. (Ed.) (2018b). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Gómez, P., y González, M. J. (2013). Diseño de planes de formación de profesores de matemáticas basados en el análisis didáctico. In L. Rico, J. L. Lupiañez, y M. Molina (Eds.), *Análisis didáctico en Educación Matemática. Formación de profesores, innovación curricular y metodología de investigación* (pp. 121-139). Granada: Comares.
- Gómez, P., Mora, M. F., y Velasco, C. (2018). Análisis de instrucción. In P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 197-268). Bogotá: Universidad de los Andes.

- Gómez, P., y Restrepo, Á. M. (2010). Organización del aprendizaje en programas funcionales de formación de profesores de matemáticas. In G. García (Ed.), *11° Encuentro Colombiano de Matemática Educativa* (pp. 22-32). Bogotá, Colombia: CENGAGE Learning.
- González, M. J., y Gómez, P. (2018). Análisis cognitivo. In P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 113-196). Bogotá: Universidad de los Andes.
- ICFES. (2017). *Colombia en PISA 2015. Informe nacional de resultados*. Autor. Bogotá.
- ICFES. (2018a). *Resultados nacionales 2014-II - 2017-II. Saber 11°*. Autor. Bogotá.
- ICFES. (2018b). *Resultados nacionales. Saber 3°, 5° y 9° 2012 - 2017*. Autor. Bogotá.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. O., y Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington: National Academy Press.
- Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2013). Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012: matemáticas, lectura y ciencias. Retrieved from <https://goo.gl/Xwmerl>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1994). *Ley 115 de Febrero 8 de 1994. Por la cual se expide la ley general de educación*. Bogotá: Autor.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Lineamientos curriculares en matemáticas*. Bogotá: Autor.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá: Autor.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2010). *Lineamientos para la educación virtual en la educación superior*. Autor. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2013). *Lineamientos de calidad para la verificación de las condiciones de calidad de los programas virtuales y a distancia*. Autor. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Derechos básicos de aprendizaje (versión 2)*. Autor. Bogotá.
- Pegg, J., y Krainer, K. (2007). Studies on regional and national reform initiatives as a means to improve mathematics teaching and learning at scale. In K. Krainer y T. Wood (Eds.), *The International Handbook of Mathematics Teacher Education* (Vol. 3, pp. 255-280). Rotterdam: Sense Publishers.
- Pinzón, A., Gómez, P., y Acebedo, M. (2015). *Aprendizaje interdependiente en un programa de posgrado de formación de profesores de matemáticas*. Documento no publicado. Bogotá.
- Rico, L. (1997). *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria*. Madrid, España: Síntesis.
- Rico, L. (1997). Dimensiones y componentes de la noción de currículo. In L. Rico (Ed.), *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria* (pp. 377-414). Madrid: Síntesis.
- Rico, L., Castro, E., Castro, E., Coriat, M., Marín, A., Puig, L., . . . Socas, M. (1997). *La Educación Matemática en la enseñanza secundaria*. Barcelona: ice - Horsori.
- Rico, L., y Lupiáñez, J. L. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza Editorial.

- Sfard, A., Hashimoto, Y., Knijnik, G., Robert, A., y Skovsmose, O. (2004). *The relation between research and practice in mathematics education*. Paper presented at the 10th International Congress on Mathematical Education, Copenhagen.
- Silverman, J., y Thompson, P. (2008). Toward a framework for the development of mathematical knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(6), 499-511.
- Spatar, C., Penna, N., Mills, H., Kutija, V., y Cooke, M. (2015). A robust approach for mapping group marks to individual marks using peer assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40(3), 371-389. doi:10.1080/02602938.2014.917270
- Universidad de los Andes. (2019). *Reglamento general de estudiantes de especialización*. Autor. Bogotá.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, and identity*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Wenger, E., McDermott, R., y Synder, W. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. Boston: Harvard Business School Press.
- Wood, T. (2002). Demand for complexity and sophistication: Generating and sharing knowledge about teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(3), 201-203.