

# UNIVERSIDAD DE SONORA

## DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES



**“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”**

### DOCTORADO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MATEMÁTICA EDUCATIVA

Comisión responsable del diseño curricular:

Dra. Silvia Elena Ibarra Olmos (Coordinadora)

Dra. María Teresa Dávila Araiza

Dr. César Fabián Romero Félix

Dr. José Luis Soto Munguía

Dr. Agustín Grijalva Monteverde

Dr. Marco Antonio Santillán Vázquez



El saber de mis hijos  
hará mi grandeza  
**DEPARTAMENTO  
DE MATEMÁTICAS**

Octubre de 2020

(Última adecuación, diciembre 2024)



## **DIRECTORIO**

Dr. Enrique Fernando Velázquez Contreras

Rector

Dr. Ramón Enrique Robles Zepeda

Secretario General Académico

Dra. Rosa María Montesinos Cisneros

Secretaria General Administrativa

Dra. María Rita Plancarte Martínez

Vicerrectora Unidad Regional Centro

Dra. Hisila del Carmen Santacruz Ortega

Directora de Investigación y Posgrado

Dr. Rodrigo Meléndrez Amavizca

Director de la División de Ciencias Exactas y Naturales

Dr. Juan Pablo Soto Barrera

Jefe del Departamento de Matemáticas



## Contenido

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	i
<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA</b> .....	iii
<b>I. FUNDAMENTACIÓN</b> .....	1
1. Antecedentes.....	1
2. Justificación.....	2
3. Pertinencia social del programa.....	4
a) Contexto social del programa de doctorado.....	4
4. Pertinencia práctica del programa .....	7
a) Mundo potencial de trabajo para egresados .....	7
b) Empleadores potenciales .....	7
c) Programas similares .....	8
d) Demanda prevista al abrir el Programa de doctorado .....	11
a) Resultados de la primera sección: edad, género, ocupación e interés en estudiar un doctorado en ME .....	15
b) Resultados de la segunda sección: intervalo de tiempo para ingreso, nivel educativo de interés y motivaciones para estudiar un doctorado en ME.....	18
c) Análisis del plan de estudios propuesto .....	21
d) Enfoque .....	21
5. Pertinencia teórica del programa .....	22
a) Estado del arte disciplinar .....	22
b) Justificación de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC).....	25
6. Conclusiones.....	26
7. Fuentes de consulta.....	27
<b>II. OPERACIÓN DEL PROGRAMA</b> .....	29
1. Marco Jurídico .....	29
2. Proceso de selección alumnos .....	30
3. Tipo de alumnos .....	31
4. Periodicidad.....	31
5. Requisitos de ingreso.....	31

6.	Requisitos de permanencia .....	32
7.	Requisitos de egreso y obtención del diploma o grado .....	32
8.	Mecanismos de tránsito entre los niveles formativos .....	32
9.	Sistema de tutorías .....	33
10.	Procesos de seguimiento y evaluación .....	33
11.	Actualización del programa .....	33
12.	Fuentes de consulta .....	34
III.	PLAN DE ESTUDIOS .....	35
1.	Objetivos generales y específicos del plan de estudios .....	35
2.	Perfil de ingreso .....	38
3.	Perfil de egreso .....	39
4.	Mapa curricular .....	40
5.	Descripción de los semestres .....	46
a)	Primer semestre .....	47
b)	Segundo semestre .....	48
c)	Tercer Semestre .....	50
d)	Cuarto Semestre .....	52
e)	Quinto semestre .....	54
f)	Sexto semestre .....	55
g)	Séptimo semestre .....	56
h)	Octavo semestre .....	57
6.	Valor en créditos .....	58
7.	Duración del programa .....	59
8.	Programa de cada asignatura .....	59
9.	Líneas de investigación y/o de trabajo .....	59
a)	Descripción de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento ....	59
b)	Participación de Profesores en las LGAC .....	61
10.	Orientación didáctica .....	62
a)	Cursos .....	62
b)	Trabajo Terminal .....	64
c)	Publicaciones .....	65

d) Examen Pre doctoral .....	65
11. Nivel de dominio de un segundo idioma .....	65
12. Modalidad establecida para la obtención del grado .....	66
13. Actividades complementarias del plan de estudios .....	66
IV. RECURSOS HUMANOS .....	67
1. Núcleo académico.....	67
2. Organización académica.....	71
3. Programa de superación.....	72
4. Personal de apoyo al programa.....	72
V. INFRAESTRUCTURA .....	73
1. Espacios .....	73
2. Laboratorios y talleres .....	77
3. Biblioteca y acervos.....	79
4. Redes y bases de datos .....	82
5. Equipamiento.....	83
VI. VINCULACIÓN .....	89
1. Convenios .....	89
2. Intercambio y movilidad.....	90
3. Difusión del programa .....	91
VII. RECURSOS FINANCIEROS .....	93
1. Recursos financieros para la operación del programa .....	93
2. Fuentes alternativas de financiamiento .....	93
VIII. ANEXOS .....	95



## PRESENTACIÓN

Este documento contiene la propuesta de creación del Doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa que se elaboró con la iniciativa de profesores pertenecientes a la Academia de Matemática Educativa y al Cuerpo Académico Matemática Educativa de la Universidad de Sonora.

El documento se diseñó atendiendo a las necesidades planteadas en los planes institucionales de la Universidad de Sonora, que en su Plan de Desarrollo Institucional se propone el fortalecimiento de la oferta educativa tanto de licenciatura como de posgrado, así como a reforzar la vinculación con los sectores productivos y sociales, propósitos que se atienden con la formulación de este proyecto curricular.

El documento se realizó con apego a la normatividad vigente en nuestra institución, con la consideración de los lineamientos establecidos en los siguientes documentos: Ley Número 4 Orgánica de la Universidad de Sonora, Estatuto General de la Universidad de Sonora, Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2018-2021, Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes de Estudio, Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora y los lineamientos formulados por la Dirección de Investigación y Posgrado, en los cuales se toman en cuenta las sugerencias de organismos externos como el CONACYT y particularmente las directrices del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

La organización del planteamiento curricular y de este documento es la siguiente:

**FUNDAMENTACIÓN**, en la que se describen los antecedentes y la justificación del proyecto, su pertinencia respecto a la problemática social que se enfrenta, la demanda previsible a partir de presentar datos locales y nacionales de programas similares, los egresados del Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa de la Universidad de Sonora y los espacios para el desempeño profesional de los egresados. Con base en los criterios normativos de la Universidad de Sonora se desarrollan los aspectos referentes a la pertinencia teórica del programa, con breves apuntes del estado del arte en la disciplina y la descripción de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento a desarrollar.

**OPERACIÓN DEL PROGRAMA**. En este apartado se establecen los criterios de selección de alumnos y aspectos de funcionamiento como el tiempo que los estudiantes deberán dedicar a sus estudios, los requisitos de ingreso y los periodos en que se realizará dicho ingreso, los requisitos de permanencia y de egreso, los procesos de tutoría, de seguimiento y de evaluación del programa.

**PLAN DE ESTUDIOS**. Aquí se desarrollan los objetivos generales y específicos del plan de estudios, con una descripción no sólo de los planteamientos globales, sino de los objetivos propuestos en cada uno de los semestres lectivos del doctorado, los perfiles de ingreso y de egreso de los estudiantes, el mapa curricular, los créditos de cada asignatura, los créditos totales del plan de estudio y los créditos mínimos que cada estudiante debe cumplir en tiempo y forma, así como la duración del programa. Se profundiza en las características de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento y se establecen

los criterios para obtener el diploma de grado y las características de los trabajos terminales de tesis, incluyendo la presentación de un examen pre doctoral antes del quinto semestre.

**RECURSOS HUMANOS.** En este capítulo se incluyen a los integrantes del núcleo académico básico y complementario, se hace una descripción general de la organización académica de los profesores y sus programas permanentes de superación y actualización, así como una descripción del personal de apoyo.

**INFRAESTRUCTURA.** Se incluyen los espacios físicos para el programa, los laboratorios y talleres, los recursos bibliotecarios, tanto el acervo bibliográfico como las bases de datos y las redes disponibles.

**VINCULACIÓN.** Se presentan algunos de los convenios más importantes establecidos con instituciones educativas del Estado de Sonora y de otras partes del país, con proyectos realizados vía el Bufete de Asesoría en Educación Matemática de la Universidad de Sonora, en los cuales han venido participando profesores del área de Matemática Educativa y pueden involucrarse futuros estudiantes del doctorado. También se presentan los convenios con otras instituciones del país y del extranjero que tiene como fin facilitar los programas de movilidad e intercambio, así como las acciones de difusión de las actividades de los profesores.

**RECURSOS FINANCIEROS.** Se muestra la viabilidad financiera del programa de doctorado con una breve descripción de los recursos internos para su operación y las fuentes alternas de financiamiento.

**ANEXOS.** En este apartado se incluye información anexa importante, particularmente los programas de asignatura y los lineamientos de operación del programa.

## **IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA**

Nombre del proyecto curricular o plan de estudios:

**Doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa**

Campo de orientación:

Profesional

Modalidad:

Presencial

Nivel del programa académico:

Doctorado

Unidad Regional:

Centro

División de adscripción:

División de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento que le dará servicio:

Departamento de Matemáticas

Responsables:

Dra. Silvia Elena Ibarra Olmos (Coordinadora)

Dra. María Teresa Dávila Araiza

Dr. César Fabián Romero Félix

Dr. José Luis Soto Munguía

Dr. Agustín Grijalva Monteverde

Dr. Marco Antonio Santillán Vázquez

Diploma o grado que se confiere y en su caso el área de especialización:

**DOCTOR (A) EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MATEMÁTICA  
EDUCATIVA**



# I. FUNDAMENTACIÓN

## 1. Antecedentes

En los años transcurridos de este milenio se ha consolidado un fenómeno de alto impacto sustentado en el vertiginoso desarrollo científico y tecnológico: la globalización económica. Ninguna nación está exenta, tal desarrollo será incesante y rápido, impulsando cambios que nos obligan a prepararnos y actualizar continuamente los conocimientos. Ante esto, la Universidad de Sonora debe fortalecer y consolidar su vida académica *para responder con oportunidad, calidad y pertinencia a los retos* que enfrenta y enfrentará el estado, entre varias razones, *por su posición geográfica estratégica*, que la identifica como puerta de entrada y salida de una gran diversidad de iniciativas económicas, necesarias *para la inserción de nuestro país en la economía mundial*. [1]

Su Ley Orgánica faculta a la Universidad para desarrollar la docencia e investigación. En el artículo 5 se fijan objetivos de preservación, creación y difusión de la cultura científica, tecnológica y humanística en beneficio de la sociedad. Para la consecución de tales objetivos el precepto puntualiza varias tareas, congruentes con las necesidades de desarrollo de la comunidad sonorensis, señalando específicamente que *deberá formar y capacitar profesionales, científicos y técnicos... organizar, realizar y desarrollar la investigación humanística, científica y tecnológica; orientar sus funciones sustantivas en congruencia con el desarrollo científico y tecnológico de la época* de modo que Sonora cuente con *una educación universitaria de calidad, orientada hacia la formación de recursos humanos de alto nivel* y que puedan ser útiles para su desarrollo económico y social.

¿Cómo realizar lo anterior? El artículo 6 de la Ley Orgánica señala la forma: *vinculando la docencia con la investigación* y creando *los medios necesarios y adecuados para innovar la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*. En este sentido, y dentro del espíritu de la legislación de la Universidad de Sonora, en particular, el artículo 6 del *Reglamento de Estudios de Posgrado* [2], presentamos este proyecto curricular enfocado en crear un Programa de Doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa y orientado a formar cuadros con alto nivel académico y capacidad para generar, desarrollar y aplicar los conocimientos de la investigación, coadyuvando al esfuerzo de la Universidad en preparar los profesionales con los conocimientos y compromiso requerido para afrontar los retos del futuro.

En este Proyecto concebimos un programa de doctorado como el espacio idóneo para la conformación de los nuevos cuadros de profesionales especializados y capacitados para enfrentar y proponer soluciones a problemas de relevancia social y económica, abriendo y desarrollando líneas de intervención en el aula, investigación e innovación educativa, requeridas en la educación matemática de Sonora y la nación.

## 2. Justificación

La enseñanza de las matemáticas ha estado presente en la formación académica de la humanidad desde hace cientos de años, pero fue con la implantación de la revolución industrial que se incrementó notablemente, cuando las habilidades numéricas hoy cotidianas se volvieron esenciales en las poblaciones urbanas, entre ellas la determinación de la hora, el cálculo de impuestos y la medición de longitudes. Paulatinamente la educación se masificó y la enseñanza de las matemáticas se incluyó en los planes de estudio de todos los países desarrollados a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX.

La masificación de la educación y el desarrollo tecnológico volvieron cada vez más complejos los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas. La atención de dicha problemática condujo a que la educación matemática se fuera convirtiendo en un campo autónomo de investigación y en 1908 se instituyó la Comisión Internacional de Instrucción Matemática (ICMI), dentro del Cuarto Congreso Internacional de Matemáticas, celebrado en Roma, Italia.

A partir de ese momento la investigación sobre la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas se incrementó notablemente y las propuestas para intervenir en los sistemas educativos abarcaron todos los aspectos involucrados, desde el trabajo cotidiano en el aula hasta los diseños curriculares aplicados en cada país. Conforme el campo de investigación se fue consolidando, se fueron creando comunidades científicas alrededor de esta problemática, y en 1969, en Lyon, Francia, se celebró el Primer Congreso Internacional de Educación Matemática (ICME) y un segundo congreso en 1972 en la Ciudad de Exeter, Gran Bretaña. A partir de ahí el ICME se ha celebrado cada 4 años.

Por su parte, en México se constituyó como campo propio de investigación a inicios de la década de los 70 del siglo pasado, cuando un grupo de matemáticos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN) se involucró en la elaboración de los libros de texto para la escuela primaria, tomando conciencia que los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas trascendían a la formación matemática y era necesario ampliar el campo de conocimientos necesarios. Las actividades impulsadas desde el CINVESTAV-IPN influyeron en la creación de grupos de trabajo en Matemática Educativa a lo largo del país y particularmente en la Universidad de Sonora.

En nuestra institución, en septiembre de 1964 se creó la Licenciatura en Matemáticas en la entonces Escuela de Altos Estudios de la Universidad de Sonora, iniciando la formación de recursos humanos en esta área de conocimiento, con el propósito de cubrir las necesidades docentes de las escuelas de nivel medio superior y de las carreras científicas y técnicas de la propia Universidad.

Con los años transcurridos y enfocado hacia las matemáticas formales, el hoy Departamento de Matemáticas ha creado una comunidad de alto nivel académico, pero fue relegando la atención hacia la problemática educativa de los niveles preuniversitarios. Sin embargo, un grupo de profesores con una orientación clara hacia la educación matemática,

desde la década de los ochenta y apoyados en la entonces Sección de Matemática Educativa del CINVESTAV -IPN<sup>1</sup>, mantuvo el interés en la formación de profesores de nivel secundaria y bachillerato y en abordar los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el estado de Sonora y la región noroeste.

*La posibilidad de establecer un Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa en la Universidad de Sonora, que retomara la formación de personal para atender la problemática de la enseñanza de las matemáticas en la región, surge a fines de los años setenta a iniciativa de la Sección de Matemática Educativa del Departamento de Matemáticas del Cinvestav-IPN y apoyada por la SEP. La iniciativa llegó a la Universidad de Sonora con el objeto de formar uno de los tantos Centros de Investigación y Experimentación Educativa en Matemáticas que se pretendían para el país y una de las acciones que cristalizaron fue la formación de un grupo de maestros en ciencias, con esa especialidad, cuyo propósito fue el de proveer a la Universidad de Sonora de un equipo de académicos que promoviera la creación de un programa propio.*

*Contando con un grupo de profesores que tenía una orientación académica en el campo de la Matemática Educativa, desde mediados de los años ochenta, el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora impulsó acciones que marcaron su presencia en dicha disciplina. Los frutos de los primeros trabajos exploratorios y de experimentación fueron presentados como ponencias en diferentes foros nacionales e internacionales, además se elaboraron algunos materiales didácticos, se apoyó el desarrollo de dos licenciaturas en Enseñanza de las Matemáticas dentro del Programa Nacional de Formación y Actualización de Profesores de Matemáticas y se creó el Centro de Investigación y Docencia en Matemática Educativa de la Universidad de Sonora, los cuales tuvieron un impacto favorable en la enseñanza de las matemáticas en la región y permitieron adquirir una mejor visión del quehacer en el campo.[3]*

Finalmente, en este contexto, el 12 de octubre de 1990 inició el Programa de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa de la Universidad de Sonora.

Desde su inicio y de forma sostenida, este Programa de Maestría en Matemática Educativa (PMME) ha dejado huella en Sonora, la región noroeste del país y poco a poco, incrementa su incidencia a nivel nacional. Constancia de ello son los diferentes programas de formación de profesores en matemáticas, diseñados, coordinados e impartidos por el personal docente del PMME, cuyo alcance ha sido local, regional y nacional.

Las acciones han sido múltiples y la experiencia acumulada, centrada en aplicar elementos teóricos y metodológicos de la Matemática Educativa, llevó a reformular el Plan de

---

<sup>1</sup> A partir de los noventa, convertida en el Departamento de Matemática Educativa (DME) de este Centro.

Estudios en el año 2015, con una visión enfocada en la *intervención en la educación matemática* [3], esto es, a partir de sistematizar las experiencias de aula, plantear propuestas didácticas que incidan en las prácticas docentes y, en donde sea necesario, formular modificaciones e innovaciones para mejorar la enseñanza, produciendo materiales didácticos y diseñando actividades con las tecnologías digitales que apoyen el aprendizaje de los estudiantes en matemáticas.

Lo anterior muestra la vinculación y el alto impacto del PMME en la problemática educativa de Sonora, la región noroeste y el país y es antecedente importante y soporte para avalar su proyección hacia el futuro inmediato.

A veintiocho años de iniciar sus actividades en la Universidad de Sonora, el PMME ha logrado graduar un número significativo de Maestros en Ciencias, y paralelamente ha consolidado un cuerpo académico de profesores-investigadores con amplia experiencia y capacidad, necesarias para crear y sustentar un programa de doctorado en el campo de la educación matemática.

### **3. Pertinencia social del programa**

#### **a) Contexto social del programa de doctorado**

Sin presentar una profundización de las características de nuestra entidad y la región noroeste del país, podemos ver que estamos inmersos en un mundo que actualmente se caracteriza, entre otras cosas, por el ritmo vertiginoso con que cambian la ciencia, la tecnología y su impacto en la vida cotidiana de las personas. La sociedad de la información y la comunicación obliga a que los individuos y la sociedad en su conjunto desarrollen habilidades para mantenerse permanentemente actualizados en los conocimientos y técnicas generadas en cada ámbito de la actividad humana.

Consecuentemente, las características de los sistemas educativos se han venido modificando para poner énfasis en la necesidad de que los futuros ciudadanos sean capaces de aprender a aprender, desarrollando competencias para manejar grandes cantidades de información, discriminando aquella que le es útil de la que no. Para el desarrollo de las competencias necesarias, con el propósito de desempeñarse eficientemente en el mundo que nos rodea, en los sistemas educativos de cualquier país se fomenta, en principio, el aprendizaje del lenguaje materno y de las matemáticas.

Las competencias lingüísticas y matemáticas elementales son esenciales para la comprensión de los fenómenos sociales, científicos y humanísticos generales, desde la posibilidad de leer un periódico e información sobre las diversas problemáticas, interpretando gráficos, entendiendo las implicaciones de información estadística, manejo de proporciones e intereses para decidir la mejor forma de invertir dinero o comprar un bien a crédito, por citar algunos ejemplos simples que trascienden el simple uso de las operaciones aritméticas elementales.

Si tomamos en cuenta además la necesidad de formar individuos que estudien una carrera profesional de nivel superior, es de amplio reconocimiento que se requieren aún mayores competencias matemáticas en prácticamente todos los ámbitos.

Los procesos de evaluación tanto nacionales como internacionales dan constancia de que la formación matemática de los jóvenes de nuestro país, incluyendo los de Sonora, tiene una serie de deficiencias. Superar la situación imperante es un proceso complejo, para el cual se requiere la atención de muchas problemáticas, algunas de ellas no necesariamente educativas, como las referentes a los fenómenos de descomposición social en nuestro entorno. En el caso educativo, donde recae la responsabilidad principal para atender esta problemática, se requieren especialistas de alto nivel, que sean capaces de intervenir en el medio educativo para desarrollar: nuevos planes y programas de estudio, programas de formación y actualización de profesores, el diseño y la evaluación de software educativo para la enseñanza de las matemáticas y nuevas formas de organización escolar como la enseñanza de las matemáticas a distancia o por internet, solo por mencionar algunas formas específicas de intervención.

Según los datos consignados por la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora, hasta el ciclo escolar 2015-2016 la población de estudiantes desde la educación inicial hasta el nivel superior ascendía a 882,885 alumnos, los cuales eran atendidos por 42,839 docentes en 5170 escuelas. [4]

Si a estas cantidades les agregamos los datos de la región noroeste del país, donde en principio el programa de doctorado en matemática educativa podrá tener mayor demanda, es claro que la labor a desarrollar por los futuros egresados tiene un amplio espectro de posibilidades.

La problemática de la educación matemática en el país y en la región se pone de manifiesto de muy diversas formas. Por ejemplo, al margen de interpretaciones ideológicas, los resultados obtenidos en el país en los concursos de oposición en el 2014 del nivel medio superior para obtener una plaza de profesor de matemáticas, arrojó como resultado que el 70% de los participantes era no idóneo y sólo el 4% tenía la máxima habilitación posible para desempeñarse como docente (Secretaría de Educación Pública, 2014).

Para el caso de la Educación Básica, tomando como ejemplo el concurso del ciclo escolar 2015-2016, tenemos que, de acuerdo a Navarro, Lagarda y Vera (2016), los resultados obtenidos en el concurso de oposición en el estado de Sonora, fueron los siguientes:

Tabla 1 Resultados del Concurso de oposición en el estado de Sonora, 2015-2016

<b>Resultados Sonora</b>		
<b>Total sustentantes</b>	<b>Idóneo</b>	<b>No Idóneo</b>
<b>4,668</b>	43.7%	56.3%

Por otra parte, en los resultados de 2017, los datos son los siguientes (Coordinación Nacional del Servicio Profesional Docente, 2017).

Tabla 2 Resultados del Concurso de oposición para el ingreso al Servicio Profesional Docente en Educación Básica 2017

Nivel	Resultados		Participantes
	Idóneo	No Idóneo	Total, sustentantes
Nacional (120, 565)	59.1%	40.9%	120, 565
Sonora (6427)	58.5%	41.4%	6, 427

Como puede observarse, los resultados muestran que es necesario fortalecer la formación de profesores, pues, aunque las variables que inciden en el desempeño en el concurso de oposición no se pueden reducir a explicaciones simples, las expectativas son mayores a las obtenidas por los profesores o candidatos a profesores.

Por otra parte, con base en evaluaciones de estudiantes, de acuerdo al Observatorio de Innovación Educativa, Estrada (2019) “Además, **solo el 1 % de los estudiantes mexicanos obtuvo un desempeño sobresaliente en los niveles de competencia más altos** (nivel 5 o 6) en lectura, matemáticas y ciencia, encontrándonos por debajo de Chile, Uruguay y Costa Rica. El estudio menciona que el desempeño promedio de México no fue distinto al observado en otras áreas, reflejando un **nulo avance**. De igual manera, en matemáticas, se logró el mismo porcentaje mínimo de estudiantes acreedores de un nivel superior, en contraste con China, Singapur y Hong Kong, los primeros lugares en el *ranking*, con porcentajes entre el 44 % y 30 % de alumnos”.

De forma resumida, planteamos que los datos que arrojan las evaluaciones en el desempeño tanto de estudiantes como de profesores, son una muestra de la problemática existente en el país, cuyos resultados son similares en el Estado de Sonora y en la región noroeste de nuestra nación, obligando a tomar medidas en las que es pertinente la participación de personal altamente especializado como el que pretende formar este programa de doctorado.

Asimismo, ligado a lo descrito anteriormente y atendiendo a las características de los vertiginosos cambios de la sociedad de la información, los planes y programas de estudio de los niveles básicos se han estado modificando en el país, sin que se haya podido estabilizar en una propuesta y los planes y programas de estudio han venido sufriendo cambios permanentemente. Recientemente se aprobó una nueva reforma educativa en lo general, cuya concreción no está todavía completamente definida, pero se suma a las que se han venido promoviendo desde la década de los 90 del siglo pasado.

Sin embargo, a pesar de las modificaciones constantes, existen algunos aspectos que se sostienen y que requieren de la participación de profesionales altamente especializados para abordarlos. Entre ellos destacan los siguientes, ligados a la enseñanza de las matemáticas:

- 1) Enseñanza centrada en los alumnos, en los problemas de aprendizaje. En este aspecto se promueve la enseñanza basada en competencias y el desarrollo de las habilidades para aprender a aprender.
- 2) La utilización de las tecnologías digitales y las competencias para la comunicación de ideas matemáticas, usando diferentes formas de representación, como el manejo de información numérica, el uso de gráficas y de la simbología algebraica.
- 3) Diseño curricular y particularmente, elaboración de propuestas para la enseñanza de las matemáticas usando internet y, en general, la enseñanza a distancia.
- 4) El desarrollo del pensamiento matemático, promoviendo las formas de pensar los problemas en los que la matemática es importante, por encima de la acumulación de conocimientos.

Desarrollo profesional docente. La planta de profesores actual se formó con metodologías de enseñanza distintas a las que se promueven en la actualidad y es imprescindible diseñar y llevar a la práctica programas de formación y actualización que contribuyan a la formación de profesores en concordancia con los nuevos lineamientos. Esta situación es válida también para los formadores de nuevos profesores en las escuelas normales

#### **4. Pertinencia práctica del programa**

##### **a) Mundo potencial de trabajo para egresados**

Consecuentemente a las características cambiantes del sistema educativo mexicano y las nuevas competencias promovidas para estudiantes y profesores, se incrementa la necesidad de contar con personal altamente especializado que lleve a la práctica los resultados de investigación alcanzados en matemática educativa y en educación en general. Los egresados del doctorado en matemática educativa podrán incorporarse a las labores directivas de la planeación educativa, tanto en el sector público como en el privado, para: diseñar e implementar programas de formación docente, dirigir proyectos curriculares, diseñar e implementar programas de formación en el uso de los recursos digitales, promover programas de divulgación de las matemáticas y otros. Su ámbito de desempeño se ubica, de manera natural, en el sector educativo, en cualquier ámbito, ya sea escolar o de carácter general.

##### **b) Empleadores potenciales**

Los egresados del doctorado en matemática educativa tendrán, de entrada, la oportunidad de incorporarse como profesores de matemáticas y de cursos de didáctica de matemáticas en los niveles de licenciatura y de posgrado de instituciones públicas y privadas. Pero sin lugar a dudas, su principal campo potencial de trabajo se ubica en las áreas académicas de las instituciones educativas y de los organismos centrales de los sistemas educativos, desarrollando o dirigiendo proyectos de innovación educativa, de elaboración de materiales didácticos, de formación de profesores o de desarrollo curricular.

### c) Programas similares

*Análisis de la oferta educativa a partir de programas similares en la región y en el país*

Actualmente se ofrecen en nuestro país dos doctorados en matemática educativa con registro en el PNPC [5]: uno en la Ciudad de México (CINVESTAV-IPN) y otro en el Estado de Guerrero (UAG), ambos orientados hacia la investigación. Por otra parte, existen 13 Maestrías en Matemática Educativa registradas en el PNPC, 11 de las cuales son de orientación profesional y solamente dos orientadas hacia la investigación. Los datos sobre estos posgrados pueden verse en la tabla siguiente:

Tabla 3 Elaborada a partir del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad, según los datos del año 2019

<b>DOCTORADO</b>			
<b>INSTITUCION</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>NIVEL</b>	<b>ORIENTACION</b>
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional	Doctorado En Ciencias Especialidad Matemática Educativa	Competencia Internacional	Investigación
Universidad Autónoma de Guerrero	Doctorado En Ciencias Con Especialidad En Matemática Educativa	Reciente Creación	Investigación
<b>MAESTRÍA</b>			
<b>INSTITUCION</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>NIVEL</b>	<b>ORIENTACION</b>
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional	Maestría en Ciencias Especialidad Matemática Educativa	Competencia Internacional	Investigación
Instituto Politécnico Nacional	Maestría en Ciencias en Matemática Educativa	En Desarrollo	Profesional
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Maestría en Matemática Educativa y Docencia	Reciente Creación	Profesional
Universidad Autónoma de Coahuila	Maestría en Matemática Educativa	En Desarrollo	Profesional
Universidad Autónoma de Guerrero	Maestría en Docencia en Matemáticas	Reciente Creación	Profesional
Universidad Autónoma de Guerrero	Maestría en Ciencias área Matemática educativa	Consolidado	Investigación
Universidad Autónoma de Guerrero	Maestría en Innovación de la Práctica Docente de Matemáticas	Reciente Creación	Profesional
Universidad Autónoma de Querétaro	Maestría en Aprendizaje de la Lengua y las Matemáticas	En Desarrollo	Profesional
Universidad Autónoma de Querétaro	Maestría en Didáctica de las Matemáticas	En Desarrollo	Profesional

Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"	Maestría en Matemática Educativa	En Desarrollo	Profesional
Universidad de Guadalajara	Maestría en Enseñanza de las Matemáticas	En Desarrollo	Profesional
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Maestría en Educación Matemática	Reciente Creación	Profesional
Universidad de Sonora	Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa	Consolidado	Profesional

### *Análisis de la oferta educativa a partir de programas similares a nivel internacional*

La distinción entre doctorados de orientación profesional y de investigación en México, declarada con la intención de impulsar la investigación aplicada para el desarrollo de las profesiones y la vinculación de los graduados con el sector productivo, coincide con una corriente diversificadora a nivel mundial para la apertura de nuevos programas [1].

En países de habla inglesa, esta diversificación se manifiesta en la creciente apertura de programas que otorgan grados asociados a algún campo profesional específico, en el caso de la educación matemática el de Doctor en Educación (Ed. D.). Siguiendo la pauta del primer programa de Ed. D. abierto en la universidad de Harvard en 1992, los programas de doctorado profesional en educación suelen estar diseñados para formar practicantes altamente especializados en el campo de la educación, en lugar de prolíficos investigadores, como es en los programas de Ph. D. [2].

En América Latina [4] y en algunos países de la Unión Europea [3], esta distinción no es todavía notable, ya que la apertura de programas no enfocados a la investigación es afectada, en particular, por la problemática de su evaluación por parte de organismos gubernamentales. De tal manera, comúnmente los programas de doctorado suelen atender el área de investigación, así como la de desarrollo profesional.

Como una muestra de lo anterior, los programas que se presentan en la siguiente tabla ilustran la presencia de doctorados en Educación Matemática en universidades alrededor del mundo, entre los que se observa la declaración explícita como doctorados profesionales o la atención directa al desarrollo profesional de los doctorandos.

Tabla 4 Ejemplos de programas similares a nivel internacional

PAÍS	INSTITUCIÓN	PROGRAMA	ORIENTACIÓN	DESARROLLA ASPECTOS PROFESIONALES
Argentina	Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires	Doctorado en Enseñanza de las Ciencias (mención Matemática y Física)	Investigación	Sí
Australia	Curtin University	Doctor of Philosophy - Education	Investigación	No
Australia	Curtin University	Doctor of Education	Profesional	Sí

Brasil	Universidade de Cruzeiro do Sul	Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática	Investigación	Sí
Brasil	Universidade de São Paulo	Doctorado en educación	Investigación	No
Canadá	Concordia University	Doctor in Philosophy (Mathematics)	Investigación	No
Canadá	L'Université du Québec à Montréal	Doctorat en mathématiques	Investigación	Sí
Chile	Universidad de los Lagos	Doctorado en Educación Matemática	Investigación	Sí
Chile	Pontificia Universidad Católica de Chile	Doctorado en Didáctica de la Matemática	Investigación	Sí
Colombia	Universidad de Antioquia	Doctorado en Educación	Investigación	No
EE. UU.	Indiana University Bloomington	Ed.D. in Curriculum and Instruction Specialization in Mathematics Education	Profesional	Sí
EE. UU.	University of Texas at Austin	Executive Ed.D. in Higher Education Leadership	Profesional	Sí
EE. UU.	University of Georgia	EdD in Science Education	Profesional	Sí
EE. UU.	University of Washington	Doctor of Education. Mathematics & Science Specialization	Profesional	Sí
EE. UU.	University of Washington	Doctor of Philosophy. Mathematics & Science Specialization	Investigación	Sí
EE. UU.	Michigan State University	Mathematics Education Doctoral Program (PhD)	Investigación	Sí
EE. UU.	Columbia (Teachers College)	Mathematics Education, PhD	Investigación	No
EE. UU.	Virgina Tech	Ph.D. in Curriculum and Instruction, Mathematics Education Option	Investigación	Sí
EE. UU.	University of California, San Diego (UCSD) & San Diego State University (SDSU)	Mathematics and Science Education Doctoral Program	Investigación	Sí
EE. UU.	Florida State University	Doctorate of Philosophy (Ph.D.) in Curriculum & Instruction Major in Mathematics Education	Investigación	Sí

EE. UU.	Columbia (Teachers College)	Mathematics Education, EdD	Profesional	Sí
España	Universidad de Granada	Doctorado en Ciencias de la Educación	Investigación	No
España	Universitat de Barcelona	Didáctica de las Ciencias, las Lenguas, las Artes y las Humanidades	Investigación	Sí
Hong Kong	Education University of Hong Kong	EdD - Mathematics Education	Profesional	Sí
Nueva Zelanda	The University of Auckland	Doctor of Philosophy (PhD) - Mathematics Education	Investigación	Sí
Reino Unido	University of Cambridge	Doctor of Education (EdD)	Profesional	Sí
Reino Unido	University of Cambridge	Doctor of Philosophy (PhD) in Education	Investigación	No

De los ejemplos mostrados en la tabla, destacamos que en las instituciones estadounidenses mejor recomendadas por especialistas del área (según [5]) se cuenta con ambos programas, profesional y de investigación, y además que comúnmente un mismo programa atiende ambos estudiantes de doctorado.

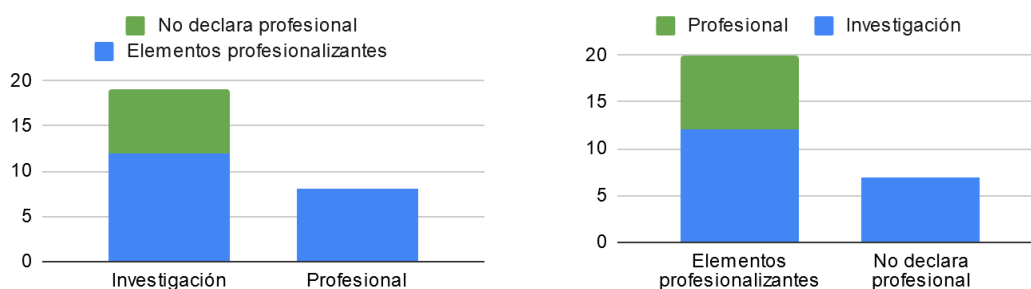


Figura 1 Relación entre tipos de posgrado y enfoque profesional de los ejemplos citados en la Tabla 4

Dada la notable ausencia de doctorados profesionales en países de habla hispana, reiteramos la necesidad de apertura de un programa de este tipo en la región.

#### d) Demanda prevista al abrir el Programa de doctorado

*Estudio de mercado laboral, necesidades actuales y futuras de los egresados*

Ya se ha mencionado que, a punto de cumplir treinta años de actividad académica, el PMME ha acumulado conocimiento y experiencia sobre la problemática del sistema educativo sonoreño, de la región noroeste y del país, aplicando resultados de investigación en didáctica de las matemáticas, diseñando cursos y diplomados de formación de docentes, desarrollando sistemas de enseñanza en línea (a distancia o no presenciales) y orientando el uso correcto de las tecnologías digitales para favorecer la enseñanza y el aprendizaje, todas estas acciones se han realizado con profesores o estudiantes de los niveles básico,

medio superior y superior y han permitido diagnosticar *in situ*, que se requiere contar con personal capacitado para tratar los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Las condiciones actuales del sistema educativo nacional, en particular en el tema de matemáticas, obligan a formar cuadros especializados al más alto nivel para atender la problemática de la educación matemática y conducen a la necesidad de abrir el mercado laboral para futuros egresados de un programa de doctorado en Matemática Educativa, que la Universidad de Sonora, primera y principal beneficiaria, está en condiciones de ofrecer. Entre la enorme variedad de actividades cuyo diseño y ejecución requieren de profesionales de la Matemática Educativa, encontramos los siguientes:

- Diseño de materiales escritos de enseñanza. Por ejemplo, secuencias didácticas, prácticas de campo, libros de texto y selección de problemas con potencial didáctico.
- Aplicaciones y simulaciones con computadora para apoyar la enseñanza y los aprendizajes. Por ejemplo, applets dinámicos, simulación de fenómenos físicos, cursos en línea y sistemas de evaluación en línea.
- Diseño de planes y programas de estudio para los diferentes niveles educativos.
- Cursos y diplomados orientados a la profesionalización de los profesores.

La lista podría continuar dada la extensa gama de necesidades del actual sistema educativo y las necesidades que se generarán en el futuro inmediato, dada la tendencia al aumento de la cobertura educativa.

A partir de las reformas constitucionales a los artículos 3° y 31°, se ha vuelto obligatorio para el Estado Mexicano ofrecer educación media superior (bachillerato) a todos los jóvenes, con la pretensión de cubrir la demanda a más tardar, en 2022 [6]. Estos cambios en la normatividad ya están exigiendo la incorporación de personal docente calificado para enseñar matemáticas, el diseño de nuevos programas de profesionalización docente y la elaboración de planes y programas de estudio más flexibles que respondan al aumento de la matrícula.

La problemática que se está generando con el ingreso creciente de jóvenes a cursar el bachillerato, ya puede observarse con lo que sucede en algunas regiones del país. Por ejemplo, en la Ciudad de México hay una gran cantidad de jóvenes que no son admitidos en bachillerato.

Tabla 5), porque las instituciones que lo ofrecen no son suficientes para cubrir la demanda, lo que ha llevado a algunas instituciones educativas a ofrecer estudios vía Internet. Pero en poco tiempo se pusieron en evidencia los problemas y retos, particularmente en las materias de matemáticas, para hacer eficientes estos formatos educativos (*a distancia* o *no presenciales*), que como sabemos ya han exhibido sus limitaciones en el pasado, particularmente visibles en el sistema de telesecundarias de la SEP y en los sistemas de bachillerato abierto, ampliamente documentadas por evaluaciones como *Enlace* y *PISA*.

Tabla 5 Tomada de: Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional 2017-2018. Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa Secretaría de Educación Pública <http://planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>

<b>Modalidad Escolarizada<sup>1/</sup></b>			
<b>Indicador Educativo</b>	<b>2015-2016</b>	<b>2016-2017</b>	<b>2017-2018<sup>P/</sup></b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Absorción	101.1	99.3	100.3
Abandono escolar <sup>2/</sup>	13.3	13.7	13.3
Reprobación	13.9	13.5	13.2
Eficiencia terminal	65.6	66.7	66.6
Tasa de terminación <sup>3/</sup>	56.7	57.4	60.6
Cobertura <sup>3/</sup>	74.2	76.6	78.5
Cobertura <sup>3/4/</sup>	78.7	82.0	84.6
Tasa neta de escolarización (15 a 17 años) <sup>3/</sup>	59.5	62.0	63.9

*Demanda potencial y número esperado de aspirantes a ingresar al Programa*

Es evidente que la sociedad reclama educación, la demanda aumenta cada año y el mercado laboral requiere mejorar la calidad de la enseñanza, la globalización la hace necesaria y urgente. Las matemáticas son estratégicas, articulan los conocimientos entre las ciencias exactas y entre éstas y las tecnologías.

El sistema educativo tiene un gran reto: ofrecer enseñanza de calidad en matemáticas, en todos los niveles. Necesitamos de ciencia y tecnología propias y para esto es indispensable contar con científicos e ingenieros con una fuerte formación matemática. Pero, en lo inmediato, se necesita formar expertos en Matemática Educativa para intervenir en la problemática de este sector, estudiarla y mejorarla, de modo que cada año sea de mayor calidad y enfocada en elevar los aprendizajes. Esta es una base objetiva de la necesidad del programa de doctorado.

Por otra parte, dos elementos que permiten sustentar confiablemente la demanda generada por la apertura del programa de doctorado son:

- a. El número de egresados de nuestro PMME y el reducido número de ellos que ha seguido estudios de doctorado.
- b. La inexistencia en el país, de un programa de doctorado en Matemática Educativa con orientación profesional, que contrasta con el número de programas de maestría con esta orientación.

Desde su puesta en marcha, el PMME ha rebasado ya los cien graduados como maestros en ciencias; de ellos, quienes terminaron en los últimos cinco años, al menos diez serían los aspirantes potenciales a ingresar en la primera generación. Pero este número se duplica

considerando a quienes han estudiado en otros programas de maestría y trabajan en las regiones pacífico y norte, esto es, un programa de doctorado en la Universidad de Sonora se convierte en un polo de atracción para egresados de maestría en matemática educativa que hoy laboran en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas. Desde luego, el número de estudiantes admitidos en cada generación también estará determinado por la capacidad del personal docente para atender los trabajos de tesis de los estudiantes de la primera generación del doctorado, circunstancia que fija la capacidad de ingreso en alrededor de doce o quince alumnos aceptados en cada una de las dos primeras generaciones; sin embargo, debe considerarse la posibilidad de apoyo externo para solventar la situación mientras el programa se consolida.

#### *Análisis de la oferta educativa a partir de programas similares en la región*

No existe actualmente, ni en la región ni en el país, un programa de doctorado en el campo de la Matemática Educativa con una orientación profesional. No pretendemos competir con los dos doctorados existentes (ver Tabla 3) porque ambos están orientados a la investigación.

Se espera que la principal demanda del Doctorado en Matemática Educativa, provenga de las 11 maestrías registradas en el PNP (ver Tabla 3), en particular de aquellas que están ubicadas geográficamente en los estados más cercanos, como Jalisco, Chihuahua, Coahuila y Zacatecas. Existen algunos programas de posgrado en Matemática Educativa que no cuentan con registro en el PNP, pero también podrían aportar aspirantes a ingresar a nuestro programa de doctorado, desde aquellos geográficamente cercanos, como la Maestría en Matemática Educativa que se ofrece en el campus Cd. Obregón del ITSON, hasta los más lejanos, como la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa que ofrece la Universidad Autónoma de Chiapas en su campo de Tuxtla Gutiérrez.

#### *Encuesta para conocer el interés que egresados de maestrías en Matemática Educativa tienen por realizar estudios de doctorado en esta disciplina.*

Para estimar la demanda potencial del Programa de Doctorado en Matemática educativa, se reunió información por medio de una encuesta en línea, la cual fue enviada por correo electrónico a egresados del Programa de Maestría con Especialidad en Matemática Educativa de la Universidad de Sonora y egresados de otros posgrados similares en la región, como la Maestría en Matemática Educativa del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), la maestría en Matemática Educativa y Docencia, de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y la Maestría en Matemática Educativa, de la Universidad Autónoma de Coahuila. Asimismo, se dio difusión a la encuesta mediante la cuenta que tiene el Departamento de Matemáticas de nuestra institución en Facebook, desde donde fue compartida a otros posibles interesados por algunos usuarios.

La encuesta se estructuró en dos secciones. La primera constó de 6 preguntas, de las cuales las primeras tres se orientaron a determinar el rango de edad de los participantes, género y

ocupación. Las tres preguntas siguientes se dirigieron a conocer si los sujetos tienen interés en estudiar un doctorado en Matemática Educativa, si son o no profesores y, en caso de serlo, en qué nivel educativo realizan sus labores docentes pues, dada la orientación profesionalizante del Programa de Doctorado, esta información es importante. La segunda sección de la encuesta consistió en 3 preguntas y fue accesible únicamente a aquellos sujetos que manifestaron, en las preguntas previas, su interés en realizar estudios de doctorado en Matemática Educativa. Estas tres preguntas tuvieron el propósito de recabar información sobre el periodo de tiempo en el cual los sujetos tienen la intención de ingresar a un programa de doctorado en Matemática Educativa, el nivel educativo en el cual los sujetos consideran que se ubica la problemática que les interesaría abordar en sus estudios, así como sus motivaciones para realizarlos.

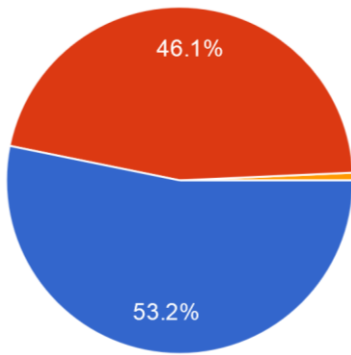
La muestra consistió en 125 sujetos que participaron de forma anónima contestando la primera sección de la encuesta; de ellos, 118 contestaron además la segunda sección de la encuesta al manifestar su interés en realizar estudios de doctorado en Matemática Educativa. A continuación, se muestran y discuten los resultados obtenidos con la encuesta.

**a) Resultados de la primera sección: edad, género, ocupación e interés en estudiar un doctorado en ME**

Con respecto a la Pregunta 1 “¿En qué rango de edad te ubicas?”, se obtuvieron 141 respuestas. Según la información recabada, la mayoría de los encuestados corresponde a una población joven, dado que 82 de los 141 participantes (58.2%) tienen una edad igual o menor a 35 años, mientras que 59 de ellos tienen una edad mayor a 35 años (41.8%).

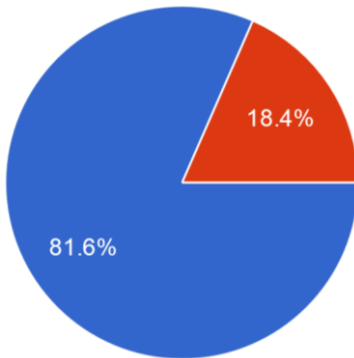


Con respecto al género de los participantes, la pregunta 2 “¿Cuál es tu género?” arrojó 141 respuestas en las cuales se puede identificar que la cantidad de hombres y mujeres encuestados es bastante similar, lo cual puede ser un indicador del avance que tiene la comunidad de Matemática Educativa de la región en la búsqueda de equidad de género. De los 141 participantes, 75 fueron mujeres (53.2%) y 65 fueron hombres (46.1%). Únicamente uno de los encuestados prefirió no especificar su género.



Color	Género	Frecuencia	Porcentaje
●	Mujer	75	53.2%
●	Hombre	65	46.1%
●	Prefiero no decirlo	1	0.7%

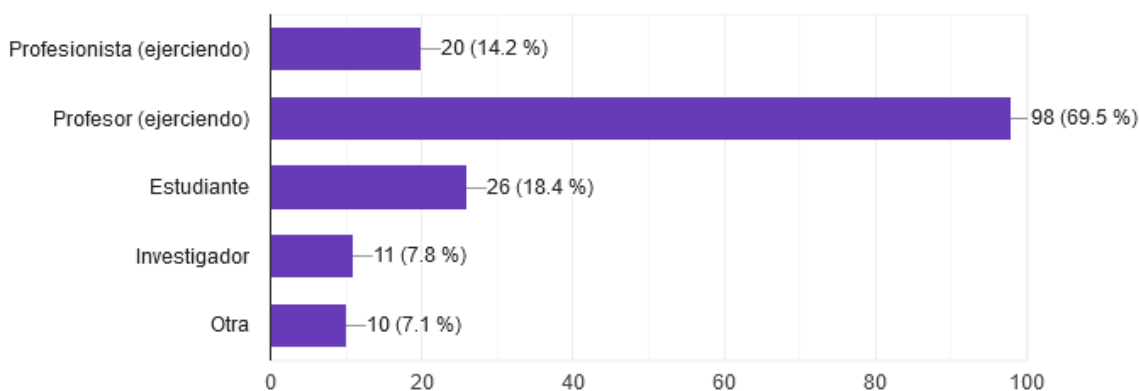
Ante la pregunta 3 “¿Actualmente trabajas?”, se encontró que casi cuatro quintas partes de los 141 encuestados se desempeña en el sector laboral; es decir, 115 de los 141 sujetos se encuentran trabajando y 26 de ellos no lo hacen.



Color	Actualmente trabaja	Frecuencia	Porcentaje
●	Sí	115	81.6%
●	No	26	18.4%

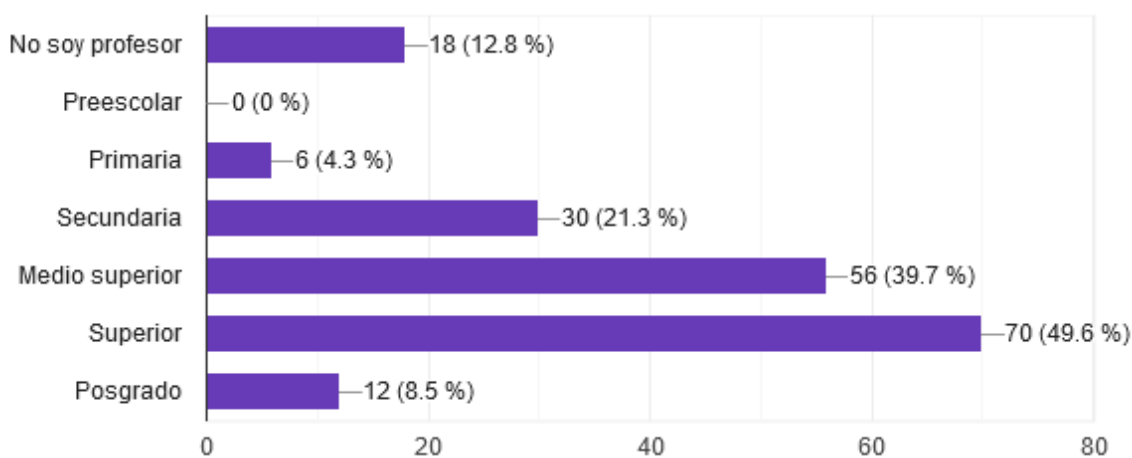
Dada la naturaleza profesionalizante del Programa de Doctorado, es deseable que los aspirantes a ingresar tengan experiencia laboral en alguno de los ámbitos ligados al sistema educativo, preferentemente como profesores, sin que el cumplimiento de esta condición sea discriminatorio. Por ello, con el propósito de conocer el tipo de actividades que realizan los participantes, tanto los que laboran como los que no lo hacen, la pregunta 4 planteó la siguiente cuestión: “¿Cuál es tu ocupación actual?”. Se dio a los participantes la posibilidad de elegir más de una de las opciones que se muestran en la figura siguiente.

Entre los 141 encuestados, se encontró que la gran mayoría se desempeña como profesor (98 sujetos, lo equivalente al 69.5% de los participantes), lo cual es una característica importante que el Programa de Doctorado en Matemática Educativa destaca en su perfil de ingreso. Por otro lado, los participantes manifestaron en menor medida ser estudiantes o investigadores (37 sujetos, equivalente al 26.2%) o profesionistas ejerciendo (20 encuestados, equivalente al 14.2%).



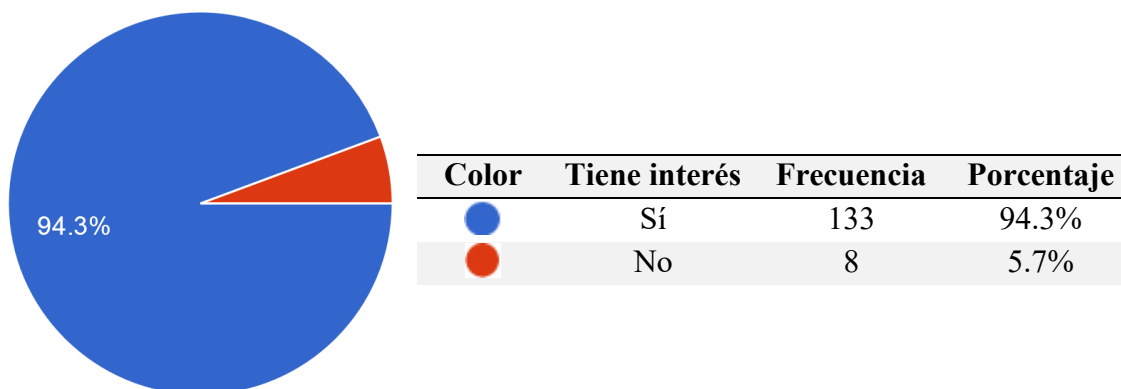
Ocupación actual	Frecuencia	Porcentaje
Profesionista (ejerciando)	20	14.2%
Profesor (ejerciando)	98	69.5%
Estudiante	26	18.4%
Investigador	11	7.8%
Otra	10	7.1%

Sobre la labor docente de los entrevistados, se puso interés en conocer el (los) nivel(es) educativo(s) en que desempeñan sus prácticas de enseñanza para tener indicador del nivel educativo en el cual tienen experiencia con problemáticas didácticas. Por ello, se formuló la pregunta 5: “En caso de ser profesor, ¿en qué nivel educativo laboras?”. Considerando la posibilidad de que un mismo participante labore en distintos niveles educativos, los encuestados pudieron elegir una o más de las opciones, entre ellas, el no ser profesor. Entre las 141 respuestas que se obtuvieron, se identificó que cerca de la mitad de los participantes labora en el nivel superior (49.6%). Por otro lado, el 39.7% se desempeña como profesor del nivel medio superior y el 25.6% como docente de educación básica.



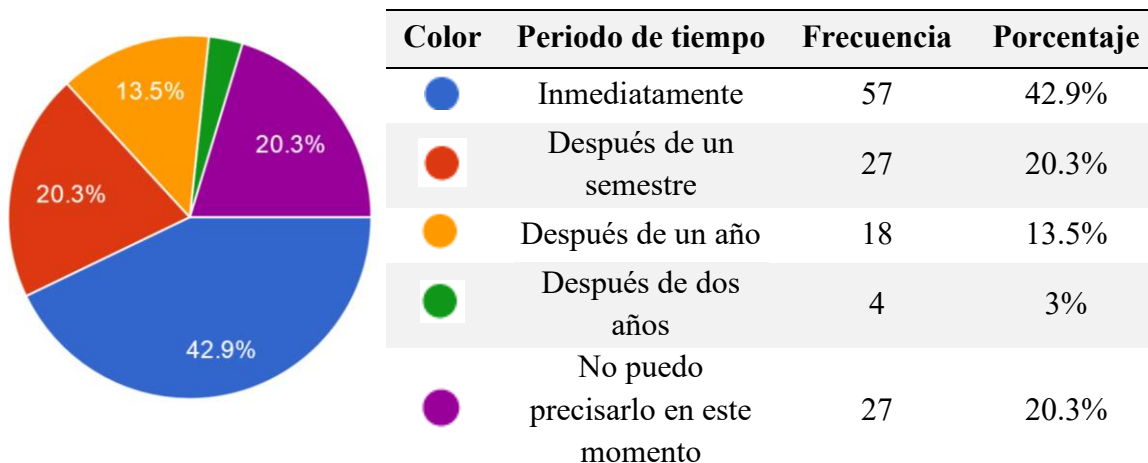
Nivel educativo	Frecuencia	Porcentaje
No soy profesor	18	12.8%
Prescolar	0	0%
Primaria	6	4.3%
Secundaria	30	21.3%
Medio superior	56	39.7%
Superior	70	49.6%
Posgrado	12	8.5%

Para determinar cuántos de los entrevistados se pueden considerar aspirantes potenciales para el posgrado, se les planteó la pregunta 6: “¿Te interesa realizar un doctorado en Matemática Educativa?”. Se encontró que **133** de 141 participantes, es decir, el **94.3%** de los encuestados, **manifestaron su interés por estudiar un doctorado en Matemática Educativa.**

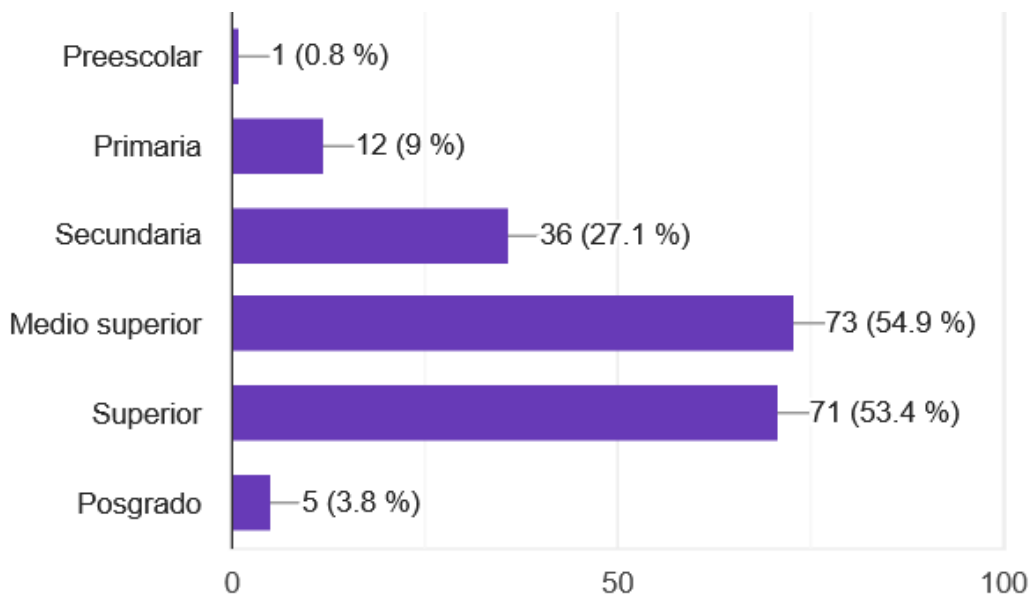


**b) Resultados de la segunda sección: intervalo de tiempo para ingreso, nivel educativo de interés y motivaciones para estudiar un doctorado en ME.**

Con el propósito de explorar el momento en el cual los sujetos encuestados tienen interés de ingresar a un doctorado en Matemática Educativa, se planteó en la pregunta 7: “En caso de estar interesado en estudiar un doctorado en Matemática Educativa, ¿en qué periodo de tiempo contemplas estudiarlo?”. De los 133 encuestados que manifestaron su interés por un programa de esta naturaleza, se encontró que 102, es decir el 76.7%, manifestaron interés por iniciar sus estudios de doctorado en un periodo menor a dos años. En detalle, cerca de la mitad de los participantes ingresaría inmediatamente, es decir 57 de 133, lo cual es una cantidad significativa de aspirantes potenciales para una primera generación del Programa de Doctorado. Además, de las respuestas de los participantes se puede inferir que se tendría demanda potencial para generaciones posteriores, pues 27 participantes estarían interesados en ingresar después de un semestre (el 20.3%) y 18 después de un año (13.5%).



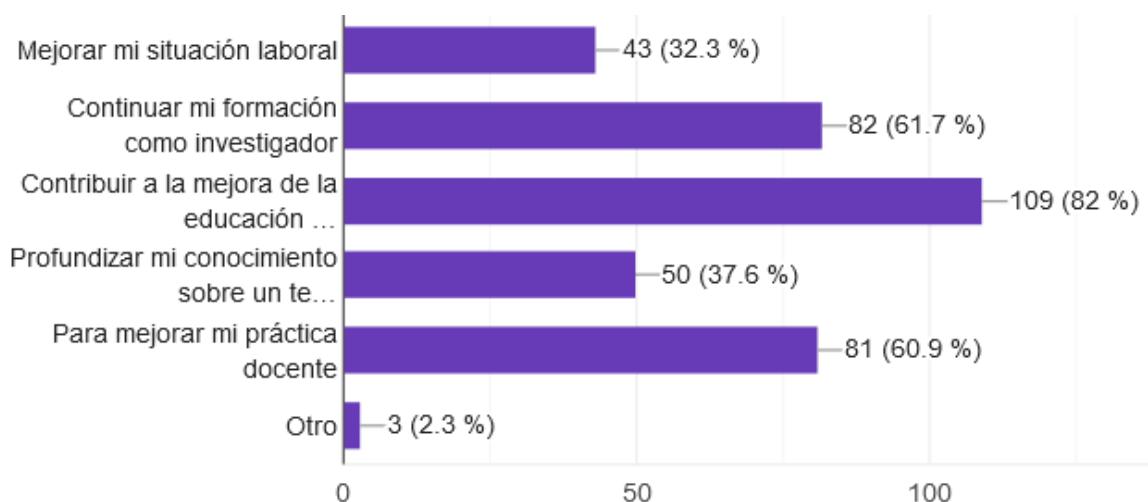
Dentro del Programa de Doctorado, es importante que los estudiantes elijan un nivel educativo para realizar sus propuestas de intervención educativa, por ello se incluyó la pregunta 8: “¿De qué nivel educativo sería la problemática que te interesaría abordar en tus estudios de doctorado en Matemática Educativa?”. Se permitió que los participantes eligieran más de una opción. Es importante resaltar que la planta de profesores que integrarían el Programa de Doctorado en Matemática Educativa tiene amplia experiencia en la elaboración y dirección de propuestas de intervención en los niveles educativos que más eligieron los encuestados: secundaria (27.1%), medio superior (54.9%) y superior (53.4%).



Nivel educativo	Frecuencia	Porcentaje
Preescolar	1	0.8%
Primaria	12	9%

Secundaria	36	27.1%
Medio superior	73	54.9%
Superior	71	53.4%
Posgrado	5	3.8%

La Pregunta 9 “¿Con qué propósito(s) ingresarías a un programa de Doctorado en Matemática Educativa?”, que fue la última de la encuesta, arrojó 133 respuestas. Se permitió que los participantes eligieran más de una opción. Entre las opciones más seleccionadas resaltan dos de particular interés para un programa de Doctorado en Matemática Educativa de orientación profesional: *contribuir a la mejora de la educación matemática*, seleccionada por 109 de los encuestados (82%) y el interés por *mejorar su práctica docente*, elegida por 81 participantes (60.9%).



Propósito	Frecuencia	Porcentaje
Mejorar mi situación laboral	43	32.3%
Continuar mi formación como investigador	82	61.7%
Contribuir a la mejora de la educación matemática	109	82%
Profundizar mi conocimiento sobre un tema específico	50	37.6%
Para mejorar mi práctica docente	81	60.9%
Otro	3	2.3%

La información reunida por la encuesta de intención permite concluir que existe una demanda potencial suficiente para la creación de un Doctorado en Matemática Educativa, que cuenta con un perfil acorde al planteado en el presente proyecto y con intereses

compatibles con la experiencia de la planta docente propuesta para integral el Programa de Doctorado.

### **c) Análisis del plan de estudios propuesto**

Este Proyecto se enmarca en la Ley Orgánica de la Universidad de Sonora, en particular asume su artículo 6., sobre la *libertad de cátedra, de investigación y respeto de todas las corrientes del pensamiento y tendencias de carácter científico y social*. Para alcanzar sus objetivos, el Proyecto asume que tratar de imponer líneas de trabajo e investigación o las premisas de los marcos y modelos teórico-conceptuales, así como pretender *guiar* el diseño de las intervenciones en el aula o la formación de docentes en una cierta dirección, sin discutir y analizar abiertamente pros y contras, sin considerar la solidez lógica de los argumentos, no sólo es un sinsentido, sino que condena el proyecto a perder su valor y, a corto plazo, a terminar en fracaso.

Por su naturaleza y campo de actividad esta declaración es necesaria, obliga a escuchar y ser escuchado, a debatir y a acordar, a tratar entre pares, a construir un grupo académico en la Universidad de Sonora y al mismo tiempo, integrarse con las comunidades nacional e internacional de Matemática Educativa, esto es una especie de marco ético, pertinente para estructurar el programa de estudios de doctorado en el área.

### **d) Enfoque**

#### *Características Académicas del Programa*

El Programa se propone formar personal con un alto compromiso social, amplio criterio, capacidad crítica y de acción para intervenir en los problemas de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, en todos los niveles del sistema educativo sonorense, de la región noroeste y el país. Para lograr este propósito es conveniente que el Programa se estructure a través de un sistema de cursos obligatorios y optativos en donde se presenten y analicen los problemas del sistema educativo regional o nacional y se intervenga en ellos, aplicando diversos enfoques teórico-metodológicos de la Matemática Educativa, orientando el Programa a resolver problemas y a crear nuevos conocimientos, haciendo avanzar la educación matemática.

En este sentido, el Programa debe manifestar su pluralidad, apertura, capacidad y sensibilidad para conocer a fondo y valorar la coherencia de las propuestas teórico-conceptuales, su utilidad y la facilidad o dificultad para implementar intervenciones en el aula, en una materia o curso, en un sistema educativo estatal o nacional. Así mismo el Programa no podrá ignorar que la problemática educativa es finalmente una problemática social, que se inserta en una sociedad profundamente desigual, con serios problemas de salud, de alimentación y de acceso a los servicios básicos

Por lo anteriormente expuesto, se considera apropiado declarar que el programa responde a un enfoque interdisciplinario.

Conforme el Programa se desarrolle deberá realizar ajustes para hacerlo más coherente, más articulado y, desde su arranque, debe dar prioridad a la *maduración* de los estudiantes, a su crecimiento académico. En Matemática Educativa la maduración es un largo proceso que no termina con la obtención del grado, cuidar al estudiante durante su estancia en el Programa es una gran responsabilidad que involucra al director-tutor a la Comisión Académica o Colegio de Doctorado, al cuerpo docente, en suma, a todos los integrantes del Programa, estudiantes incluidos.

## 5. Pertinencia teórica del programa

### a) Estado del arte disciplinar

#### *Qué es la Matemática Educativa*

Matemática Educativa es un área de conocimientos que desde una perspectiva científica busca incidir positivamente en la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles educativos. Para esto, estudia las dificultades, problemas y obstáculos en el aprendizaje, analizando las condiciones cognitivas, sociales y culturales en que se desarrollan los procesos de instrucción y aprendizaje, esto es, Matemática Educativa toma a la perspectiva humana como fundamento. La elección de los problemas, la forma de estudiarlos, cómo deben aplicarse los resultados de la investigación en el aula en particular, y en el sistema educativo nacional en general, así como la producción de nuevos conocimientos conforman la especificidad de Matemática Educativa y le dan un carácter propio.

En la educación matemática de un individuo intervienen múltiples determinaciones, desde el qué y cómo se le enseña, hasta los procesos cognitivos puestos en juego en el aprendizaje, ambos fenómenos sociales y complejos. Además, tales procesos ocurren en el sistema educativo nacional, caracterizado por un currículo, casi común, en los doce primeros años de formación académica.

Generalmente se considera que son tres los campos de estudio de la Matemática Educativa: la enseñanza, el aprendizaje y el currículo, o de otra manera, los profesores, los estudiantes y los contenidos matemáticos. Por otra parte, mientras *el matemático se propone establecer nuevas relaciones lógicas entre los objetos matemáticos, crear nuevos objetos e incorporarlos a la estructura matemática existente*, el matemático educativo trata de *establecer las dificultades o los obstáculos que esos objetos matemáticos y sus relaciones representan o han representado en su aprendizaje*. [3]

Mientras el matemático desarrolla actividades que contribuyen a la construcción de objetos matemáticos y a potenciar sus aplicaciones, el matemático educativo trata con la construcción del *significado* de dichos objetos y su consecuente impacto en la problemática de su enseñanza y su aprendizaje.

La diferencia entre Matemática Educativa y Matemáticas, entre el matemático educativo y el profesional de la matemática, *no sólo estriba en los fenómenos que atienden, sino*

*también en los propósitos con los cuales se aborda la matemática* y, en donde pareciera haber *coincidencias claras, las diferencias son más evidentes* (ibíd.). Un ejemplo típico se presenta en la visión de lo que es un problema; mientras para un matemático profesional, una determinada situación sólo es un ejercicio, algunas veces sin mayor complejidad, para el matemático educativo, que observa cómo se enfrentan a él los estudiantes, es una fuente de conflicto o un elemento de enorme potencial para la enseñanza.

La Matemática es antigua, con Euclides la estructura formal de la geometría se estableció tempranamente en el siglo III a. c. La Matemática es un cuerpo de conocimientos generado socialmente, pero encabezado en cada época por grandes líderes. Tanto sus objetos de estudio con los métodos de tratamiento están bien establecidos, son reconocidos por su comunidad y una parte importante de sus temas y objetos se enseña masivamente en todo el mundo. A diferencia de las matemáticas como cuerpo de conocimientos, la Matemática Educativa es joven, aún se encuentra en el proceso de construir sus estructuras teórico-conceptuales y una metodología propia; sin embargo, ya existe una comunidad que genera acuerdos, va identificándose y avanza produciendo conocimiento y resultados, llevados a las aulas para mejorar la enseñanza e impactar en el aprendizaje, generando espacios de comunicación para divulgar los resultados de investigación y el estudio de su impacto en el sistema educativo.

El nacimiento de la Matemática Educativa se remonta al surgimiento de la Matemática misma, porque las preguntas básicas que le dieron origen se refieren a ella: ¿Qué matemática enseñar?, ¿cómo se enseña? y ¿cómo se aprende? Hay evidencias de que estas preguntas ya se planteaban en la antigua Mesopotamia hace más de cinco mil años ([7], p. 27), pero tuvieron que pasar muchos siglos para que la disciplina adquiriera su estatus de disciplina científica.

Se sabe poco de los métodos de enseñanza empleados por los matemáticos de la Grecia antigua, pero sus obras reflejan una forma clara de pensar el aprendizaje y la enseñanza de la matemática, ni se diga de sus contribuciones al currículo matemático, que sobrevivieron hasta la edad media organizados en el *cuadrivium*.

Si bien es cierto, el *trivium* y el *cuadrivium* se convirtieron en el núcleo de los planes de estudio de las universidades occidentales (ibíd., p. 47), los problemas de matemática educativa no dejaban de ser un tópico cuyo impacto directo solo concernía a las élites universitarias. Las cosas cambiaron radicalmente cuando los estados occidentales se propusieron la creación de los sistemas educativos nacionales durante el siglo XIX, la selección de la matemática escolar y los métodos utilizados para enseñarla, se convirtieron en temas cruciales para la organización de estos sistemas.

A pesar de que *L'Enseignement Mathématique*, reconocida como la primera revista sobre la disciplina se fundó en 1899 y de que la primera tesis doctoral sobre didáctica de la matemática se presentó en 1911 ([8], pp. 4-6), tuvieron que pasar varias décadas para que la Matemática Educativa alcanzara su madurez como disciplina científica. Esta madurez, tal como lo ha planteado [9], se manifiesta actualmente en los siguientes tres hechos.

1. Se cuenta con una comunidad de investigadores que se reúnen periódicamente en congresos internacionales, algunos de los más importantes son los siguientes:
  - a) *International Congress on Mathematical Education (ICME)*, que se celebró por primera vez en 1969 y se ha convocado desde entonces cada año bisiestro por la *International Commission on Mathematical Instruction (ICMI)*.
  - b) *Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, organizada por primera vez en 1977 y convocada anualmente desde entonces por el *International Group for the Psychology of Mathematics Education (IGPME)*, afiliado a la ICMI.
  - c) *Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME)*, organizado por primera vez en 1998 y convocado bianualmente a partir de 2001 por la sociedad que da nombre al congreso.
  - d) *Commission Internationale pour l'Etude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques (CIEAEM)*, convocada por esta comisión desde que se fundó en 1950.

Existen además una gran cantidad de eventos académicos regionales o nacionales, que con afiliación a las anteriores o sin ella, se organizan periódicamente en el mundo.

2. A partir de la década de los 70 del siglo pasado han surgido y se han mantenido una gran cantidad de publicaciones periódicas, en donde se dan a conocer los resultados de las investigaciones en Matemática Educativa. Tan solo el índice Scopus tenía registradas en 2017, las 18 siguientes: *College Mathematics Journal*, *BOLEMA*, *International Journal for Technology in Mathematics Education*, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, *Educational Studies in Mathematics*, *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, *International Journal of Science and Mathematics Education*, *Journal for Research in Mathematics Education*, *Journal of Mathematics Teacher Education*, *Research in Mathematics Education*, *ZDM – International Journal on Mathematics Education*, *Mathematics Education Research Journal*, *For the Learning of Mathematics*, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *Teaching Statistics* y *The Mathematics Enthusiast (TME)*.
3. La disciplina ha sido incorporada de manera plena a los sistemas universitarios, de tal forma que actualmente existen programas de doctorado en Matemática Educativa en una gran cantidad de universidades en todo el mundo. Como muestra, basta mencionar que según la *Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE)*, en Estados Unidos de Norteamérica existen actualmente 83 universidades [10] que ofrecen programas de doctorado en Matemática Educativa.

Al respecto de este último hecho, existe actualmente una preocupación creciente en las comunidades académicas de la disciplina, por llevar a la práctica los abundantes resultados de investigación producidos en las últimas décadas. Esta preocupación se manifiesta en nuestros días de muy diversas maneras. Existe, por un lado, una serie de iniciativas

emprendidas por los grupos académicos al respecto y por otra, una preocupación creciente de las universidades por resolver problemas de los sistemas educativos a través de sus programas de doctorado.

Señalamos aquí dos de estas iniciativas por el impacto reciente que han tenido: 1) El Proyecto STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), promovido originalmente por la National Science Foundation (NSF) en 2001 y que pretende modificar el currículo de todos los niveles educativos en lo que se refiere a la enseñanza de las ciencias y 2) El surgimiento de grupos internacionales de estudio como el *Mathematical Applications and Modelling in Mathematics Education Group* y el *Task design and analysis Group*, surgidos recientemente en el seno del ICME.

Sobre los cambios que se observan en los programas de doctorado, la preocupación por la práctica ha modificado la manera tradicional de concebir estos programas, dando paso a lo que hoy se conoce como doctorados de orientación profesional. En Matemática Educativa, los doctorados orientados a la investigación (conocidos en los países de habla inglesa como PhD), que promueven la investigación para generar contribuciones originales al conocimiento [8], se consolidaron durante el último cuarto del siglo XX. En cambio los doctorados de orientación profesional (conocidos en nuestra disciplina como Ed.D) que pretenden resolver problemas de los sistemas educativos y de la práctica profesional (ibíd.) surgieron a finales del siglo XX en algunos países desarrollados. Un estudio realizado en Estados Unidos con 70 universidades que ofrecen doctorados en Matemática Educativa, reveló que más de dos terceras partes de estas universidades seguían ofreciendo solamente un PhD, pero el 13% ofrecían exclusivamente un Ed.D, mientras que el 15% ofrecían ambas opciones [12]. El programa de doctorado propuesto en el presente proyecto pretende ser el primero que se ofrezca en México con esta orientación y se enmarca en el desarrollo de la disciplina anteriormente descrito.

### **b) Justificación de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC)**

La experiencia acumulada por el Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa es la referencia básica del Programa de Doctorado, planeado para dar continuidad a las actividades desarrolladas hasta el momento, por ello, el Programa capacita a los estudiantes en tareas de intervención e investigación en distintas áreas de la Matemática Educativa de manera que pueden incorporarse a proyectos ya existentes o planear otros, nuevos y originales. El campo de acción de la matemática educativa es sumamente amplio, como se ilustra en los párrafos destinados a hacer un análisis de su desarrollo, pero para efectos del programa de doctorado, el cual es de orientación profesional y en concordancia con las líneas de desarrollo de la planta académica, se plantea el desarrollo de las líneas principales atendidas en las diversas instancias académicas de los docentes. En esencia, el egresado trabajará en problemas demandantes de atención profesional, como los que ya atiende el PMME, por lo tanto, las LGAC que se cultivarán en este posgrado son:

### *Diseño de proyectos de intervención didáctica*

El estudio de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas constituye una problemática de gran importancia, por el papel central de las matemáticas en el desarrollo científico de la sociedad. Es por ello que la línea *Diseño de proyectos de intervención didáctica* se preocupa por la formación de sujetos sensibles para investigar esta problemática y altamente calificados en el diseño de actividades orientadas a la mejora de las prácticas docentes y con ello al logro de aprendizajes más significativos.

### *Desarrollo profesional docente*

La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas tiene como uno de sus ejes centrales el desarrollo profesional del profesorado. En este sentido se ha considerado importante transitar del diseño de programas de capacitación docente, a tomar como objeto de estudio estos procesos; esto lleva la intención de generar nuevo conocimiento sobre el tema, para posteriormente estar en posibilidades de aplicarlo, buscando la incidencia en una problemática social vigente.

Dos componentes transversales que intervienen en el desarrollo de las dos LGAC que se acaban de declarar, son: a) el uso de los recursos tecnológicos en la enseñanza de las matemáticas; b) los problemas y su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Esto se debe al reconocimiento de que la tecnología digital se incorpora al aula cada vez más, por lo que actualmente la comunidad de Matemática Educativa se preocupa por el estudio del impacto que ésta tiene en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas, así como por la formación de profesionales en el diseño de actividades mediadas por la tecnología que potencien el aprendizaje y apoyen a la práctica docente, sea ésta en su modalidad presencial o virtual.

Aunado a lo anterior, existe también una aceptación generalizada de la importancia que tiene la resolución de problemas como metodología de enseñanza de las matemáticas, dado el carácter detonador que tiene en la cognición de un individuo el enfrentarse a una situación problemática que genera su interés y lo lleva a involucrarse en su solución.

Estos señalamientos son importantes, toda vez que están presentes en las propuestas curriculares oficiales para la educación básica, la educación media superior y para la formación de docentes en matemáticas. Además, como se decía párrafos arriba, son componentes que aparecen en los proyectos y actividades de las LGAC declaradas y, en consecuencia, tanto en los cursos que conforman la malla curricular del doctorado como en los futuros proyectos de tesis de los estudiantes.

## **6. Conclusiones**

Se concluye de lo antes expuesto que existe una necesidad social, en la región y en el país, de contar con especialistas en Matemática Educativa con una orientación profesional,

principalmente en el sector educativo público y privado. Esta necesidad se traduce en una demanda del mercado laboral de contar con estos especialistas en sus plantillas de personal.

Por otra parte, los programas de maestría en Matemática Educativa con orientación profesional, están generando egresados que no cuentan con opciones para continuar sus estudios de doctorado en líneas de trabajo que sean consistentes con la formación que han recibido; estos egresados constituyen los candidatos naturales a ingresar al programa de doctorado que se presenta en el presente proyecto.

Y, por último, es importante enfatizar que la experiencia del grupo académico del Departamento de Matemáticas, tiene una experiencia de casi 30 años atendiendo el PMME y ha alcanzado la madurez académica suficiente para hacerse cargo del programa de doctorado proyectado. El grupo participa además en diversos proyectos nacionales e internacionales que lo han conectado con otras comunidades académicas que han mostrado su disposición para respaldar el presente proyecto.

## 7. Fuentes de consulta

- [1] Ley Número 4, Orgánica de la Universidad de Sonora (1991). Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/leyesyestatutos/LeyNumero4OrganicaDeLaUniversidadDeSonoraMarzo2006/>
- [2] Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora. (2013). Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/reglamentosescolares/ReglamentoDeEstudiosDePosgradoOctubre2013/>
- [3] Plan de Estudios 2015. Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa. Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <http://pmme.mat.uson.mx/docs/Plan2015.pdf>
- [4] Programa Sectorial de Educación y Cultura. Secretaría de Educación y Cultura de Sonora. Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <http://estrategia.sonora.gob.mx/images/PSEEG/NormatividadPMP/Sectoriales/PS-SEC-16-21-SON.pdf>
- [5] Padrón del Programa Nacional de Posgrados de Calidad. (2019). Recuperado el 20 de octubre de 2019 de <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php>
- [6] Diario Oficial de la Federación DOF: 09/02/2012. Recuperada el 20 de octubre de 2019 de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5233070&fecha=09/02/2012](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5233070&fecha=09/02/2012)
- [7] Bernard, A, Proust, C & Ross, M. (2014) Mathematics Education in Antiquity. Karp and G. Schubring (eds.), *Handbook on the History of Mathematics Education*. New York: Springer.

- [8] Kilpatrick, J. (1992). A history of research in mathematics education. In: Grows DA (ed), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. Macmillan, New York, pp 3–38.
- [9] Rico, L. (1999). Didáctica de la Matemática e Investigación. Recuperado el 09/01/2020 de [https://www.researchgate.net/publication/279658150\\_Didactica\\_de\\_la\\_Matematica\\_e\\_investigacion](https://www.researchgate.net/publication/279658150_Didactica_de_la_Matematica_e_investigacion)
- [10] AMTE. (s/f). U.S. Doctoral Programs in Mathematics Education, recuperada el 09/01/2020 de <https://amte.net/maps/doc-programs>
- [11] Bernstein, B., Evans, B., Fyffe, J., Halai, N., Hall, F., Jensen, S., Marsh, H., & Ortega, S. (2014). The continuing evolution of the research doctorate. In M. Nerad & B. Evans (Eds.), *Globalization and its impacts on the quality of PhD education: Forces and forms in doctoral education worldwide* (pp. 5–30). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- [12] Reys, R., Glasgow, R., Teuscher, D. & Nevels, N. (2007). Doctoral programs in mathematics education in the United States: 2007 Status Report. *Notices of the American Mathematical Society*, 54(11), 1283–1293.

## II. OPERACIÓN DEL PROGRAMA

### 1. Marco Jurídico

En el Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2017-2021, que puede ser consultado en la dirección electrónica <https://www.unison.mx/institucional/pdi2017-2021.pdf>, en el objetivo prioritario 3.4, se establece la creación de nuevos programas educativos, a nivel licenciatura y posgrado, basados en estudios que permitan garantizar su pertinencia social, de manera que se atienda tanto la demanda de profesionales, científicos y humanistas que plantea el entorno actual y la vocación de los jóvenes sonorenses, contribuyendo con ello al crecimiento y reorientación de la matrícula de la Institución. Los Ejes Rectores establecidos en el PDI son una guía donde se inserta adecuadamente el presente proyecto de nueva oferta educativa de nivel posgrado.

Además de lo anterior, es pertinente señalar que el Programa de Doctorado en Matemática Educativa está estructurado siguiendo los lineamientos establecidos en la normatividad de la Universidad de Sonora: la Ley Orgánica 4 [1], el Estatuto General [2], el Reglamento de Estudios de Posgrado [3], Criterios para la Formulación de Planes y Programas de Estudio [4] y la Guía para el Diseño de Nuevos Planes de Estudio y Reestructuración de Programas de Posgrado [5].

Asimismo, se retoman los planteamientos establecidos en el Modelo Educativo 2030 [6], aprobado por el H. Colegio Académico el 31 de mayo de 2018, en el que se establece, entre otros aspectos que la Universidad tiene entre sus propósitos:

- Formar integralmente profesionales y científicos en todas las áreas de conocimiento, con los valores y las competencias adecuadas para interactuar y desarrollarse, según las necesidades y requerimientos de los diferentes sectores de la sociedad.
- Generar, aplicar y transferir el conocimiento y la tecnología en todos los campos del saber, para la atención de los principales problemas del entorno y la mejora de los niveles de bienestar de la población.
- Generar, aplicar y transferir el conocimiento y la tecnología en todos los campos del saber, para la atención de los principales problemas del entorno y la mejora de los niveles de bienestar de la población.

El Modelo Educativo 2030 asume los aspectos centrales de los organismos internacionales y nacionales sobre políticas educativas, la necesidad de centrar los procesos educativos en el aprendizaje, adoptando modelos pedagógicos constructivistas, que garanticen una educación inclusiva, equitativa y de calidad.

El Programa de Doctorado se fundamenta precisamente en dichos principios, de tal suerte que los documentos citados son la base tanto para la elaboración de este proyecto como para las futuras revisiones que habrán de realizarse para mantenerlo actualizado y reforzar

los vínculos con las instituciones educativas y con el entorno social en el cual nos desempeñamos.

## **2. Proceso de selección alumnos**

Para asegurar que los estudiantes del posgrado cumplan satisfactoriamente con el perfil de ingreso, el proceso de selección de los estudiantes contará con los instrumentos de evaluación que se muestran en la Tabla 6, en la que también se especifican las ponderaciones de cada uno de estos instrumentos. Para aprobar el proceso de selección, los aspirantes deberán obtener al menos ochenta puntos en la escala del cero al cien.

El mencionado proceso de selección consta de las siguientes fases:

a) La Comisión Académica del Posgrado elaborará la convocatoria correspondiente, la cual será enviada al Consejo Divisional de Ciencias Exactas y Naturales para su aprobación, previa consulta con la Dirección de Investigación y Posgrado de esta Institución. Una vez aprobada por la instancia señalada, la convocatoria será publicada por los medios institucionales disponibles, asegurándose que dicha información esté al alcance de la comunidad.

b) Los aspirantes se registrarán en el portal <https://aspirantesposgrado.uson.mx/>, subiendo además la documentación solicitada en la convocatoria.

c) La Comisión académica del Posgrado revisará los expedientes recibidos de parte de los aspirantes, asegurándose que se satisfagan los requisitos explicitados en la convocatoria, uno de los cuales es la entrega de un anteproyecto con las características ahí especificadas.

d) Los aspirantes que hayan satisfecho esos requisitos deberán atender un curso propedéutico, que será ofrecido de manera gratuita y en línea.

e) Los aspirantes que hayan atendido el curso propedéutico deberán presentarse al examen de admisión, en las fechas y horarios estipulados en la convocatoria. Este instrumento versará sobre los conocimientos y habilidades en el área de Matemática Educativa que posea el aspirante. Asimismo, incluirá la evaluación de las capacidades de comprensión de lectura y redacción de textos científicos en inglés

f) La Comisión Académica entrevistará a los aspirantes, profundizando en la trayectoria y producción académica de los aspirantes, así como en su evaluación en los tres primeros instrumentos de evaluación (anteproyecto, curso en línea y examen).

5) Los aspirantes serán seleccionados de acuerdo con el puntaje obtenido en los criterios de calidad académica, mismos que se muestran en la tabla siguiente, en orden descendente de ponderación.

6) Los resultados del proceso de admisión serán publicados en la página web del posgrado, <http://pmme.mat.uson.mx/>.

Tabla 6 Instrumentos de evaluación para la selección de alumnos y su ponderación. Elaboración propia

Instrumentos de evaluación	Ponderación
1. Examen de admisión sobre los conocimientos y habilidades en el área de Matemática Educativa. El examen incluirá la evaluación de las capacidades de comprensión de lectura y redacción de textos científicos en inglés.	40 %
2. Evaluación del anteproyecto de trabajo terminal, cuyas características serán especificadas en la convocatoria emitida para el ingreso al posgrado.	30 %
3. Evaluación del Curso Propedéutico sobre conocimientos y habilidades teórico prácticas en el área de Matemática Educativa. Este curso será ofrecido en línea, de manera asincrónica.	20 %
4. Entrevista con la Comisión Académica, que versará sobre su trayectoria y producción académica y sobre su evaluación en los tres primeros instrumentos de evaluación.	10 %

### 3. Tipo de alumnos

Los alumnos del posgrado deberán tener una dedicación de tiempo completo para sus estudios y, en casos extraordinarios, a juicio de la comisión académica, podrán tenerse periodos de tiempo parcial, los cuales tratarán de evitarse hasta donde sea posible.

### 4. Periodicidad

El ingreso al posgrado se realizará bianualmente, iniciando actividades de acuerdo a lo señalado en el calendario escolar aprobado por la Universidad de Sonora.

### 5. Requisitos de ingreso

Para asegurar que los estudiantes cumplen con las características delineadas en el perfil de ingreso y que puedan desempeñarse satisfactoriamente en sus estudios de doctorado, se establece de manera formal, que los aspirantes deben satisfacer los requisitos siguientes:

- Contar con título de maestría en Matemática Educativa o en un área afín, a juicio de la Comisión Académica.
- Haber aprobado el proceso de selección.
- Disponer de tiempo completo para realizar los estudios.
- Demostrar un buen dominio del idioma inglés (por lo menos 450 puntos del examen TOEFL).

- Contar con un promedio general mínimo de 8.0
- Cumplir con los requisitos establecidos por la Dirección de Servicios Escolares de la Universidad de Sonora.

## **6. Requisitos de permanencia**

Los estudiantes serán de tiempo completo, salvo periodos excepcionales dictaminados por la comisión académica, y su permanencia en el posgrado se ajustará al seguimiento del plan de estudios en lo que respecta tanto al seguimiento y aprobación de los cursos correspondientes a cada alumno, como a las actividades académicas que se promuevan extracurricularmente como parte de su formación.

Los alumnos deberán atender y aprobar los cursos en que se inscriban, presentar de forma pública sus avances de tesis al final de cada semestre en el Coloquio Semestral del Doctorado en Matemática Educativa y cumplir con las especificaciones que su director de tesis le señale respecto a publicaciones y preparación y presentación de su examen pre doctoral antes del Semestre V de sus estudios.

## **7. Requisitos de egreso y obtención del diploma o grado**

Una vez señaladas las características de los cursos que se impartirán y que delimitan, en principio, los lineamientos para evaluar la permanencia de los alumnos en el posgrado, enunciamos a continuación los aspectos necesarios para concluir los estudios de doctorado y obtener el diploma o grado correspondiente.

Para la obtención del grado los alumnos deberán aprobar el total de créditos marcados en el Mapa Curricular, aprobar un examen pre doctoral antes del Semestre V, presentar su trabajo terminal de tesis, el cual deberá ser aprobado por un jurado tanto en su fase escrita como en la fase oral, ésta última se llevará a cabo de forma pública; el estudiante deberá contar con la aceptación para la publicación de al menos un artículo en revistas con arbitraje, en catálogos avalados por la Comisión Académica, y además con la aceptación para al menos una publicación en memorias en extenso arbitradas de un evento internacional; ambos sobre su tema de tesis.

Además de lo anterior, se deberá cumplir con las disposiciones y requisitos exigidos por la Dirección de Servicios Escolares para la expedición del grado.

## **8. Mecanismos de tránsito entre los niveles formativos**

El Programa de Doctorado se establece como parte de un Programa Integral de Posgrado que incluye a la Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa. Sin embargo, el ingreso al doctorado es abierto para quienes cuenten con un título o diploma de maestría en Matemática Educativa o área afín y cumplan satisfactoriamente los requisitos de ingreso. Los criterios de ingreso son generales y los egresados del PMME, deberán someterse a los mecanismos de ingreso en igualdad de circunstancias a los solicitantes de otros posgrados.

## **9. Sistema de tutorías**

Entre las acciones de seguimiento de la trayectoria escolar de los estudiantes del programa y con base en las experiencias del programas de tutorías de la Universidad de Sonora y del PMME en particular, se establecerá un sistema de tutorías que brindará atención personalizada a los estudiantes, que procure asegurarse del buen desempeño de los mismos y permita detectar oportunamente las dificultades que de otra manera pudieran derivar en rezagos, abandono o graduación fuera de los plazos idóneos.

Cuando un estudiante sea admitido en el posgrado, de conformidad con los artículos 23 y 24 del Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora se le nombrará un tutor académico de entre el personal del núcleo básico o, excepcionalmente, un académico que sin pertenecer al núcleo básico esté en disposición de realizar satisfactoriamente dicha actividad. Con base en los artículos 25 y 26 del Reglamento citado, el coordinador del Programa propondrá a la Comisión Académica el establecimiento de un comité tutorial conformado por dos académicos más, que darán seguimiento a la trayectoria escolar. Cuando el estudiante haya registrado su tesis ante la Comisión Académica, concluirán las labores del comité tutorial y se nombrará un comité de tesis del cual podrán formar parte los integrantes del comité tutorial, conforme lo señala el artículo 27 del Reglamento de Estudios de Posgrado.

Para el nombramiento de tutor y comité tutorial se tomarán en cuenta los siguientes criterios: a) el equilibrio entre las LGAC del programa, b) la equidad en el reparto de estudiantes a los miembros del núcleo básico y c) la afinidad temática entre los proyectos de los tutores y el tema del estudiante. La actividad tutorial se realizará en modalidad presencial, reportándose semestralmente los avances de tesis por cada tutor, en formatos diseñados expreso por la Comisión Académica del programa.

## **10. Procesos de seguimiento y evaluación**

El seguimiento de la trayectoria escolar se realiza a través de la actividad tutorial, para lo cual estará a disposición del tutor, la información recabada por la Comisión Académica y los archivos del Programa, a cargo del Coordinador(a) del posgrado.

La Comisión Académica hará una evaluación semestral de la trayectoria de cada estudiante en reuniones colegiadas, y, en caso de detectar problemas o dificultades, se entrevistará con el estudiante y su tutor para establecer compromisos de seguimiento a la superación de dichas dificultades. En esta evaluación semestral, la Comisión Académica incluirá la evaluación de los avances en el trabajo de tesis, que el estudiante presente en el Coloquio Semestral del Doctorado en Matemática Educativa.

## **11. Actualización del programa**

El Programa de Doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, conforme a los lineamientos del Reglamento de Estudios de Posgrado [3] y las políticas

del documento Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudio [4], deberá estar en constante actualización y, aunque en la reglamentación no se especifica un plazo determinado para hacer una revisión, se considera conveniente hacer una revisión del plan de estudios en su conjunto cada cinco años.

Por otra parte, tratándose de un programa de doctorado, donde los cursos se organizan con base en los conocimientos de frontera, están elaborados con flexibilidad, para dar pie a introducir actualizaciones permanentes, analizando y discutiendo grupalmente las aportaciones teóricas y prácticas que se estén desarrollando por la comunidad de Matemática Educativa nacional e internacional.

## 12. Fuentes de consulta

- [1] Ley Número 4, Orgánica de la Universidad de Sonora (1991). Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/leyesyestatutos/LeyNumero4OrganicaDeLaUniversidadDeSonoraMarzo2006/>
- [2] Estatuto General de la Universidad de Sonora. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de <https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/leyesyestatutos/EstatutoGeneralDeLaUniversidadDeSonora/EstatutoGeneralDeLaUniversidadDeSonora.pdf>
- [3] Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora. (2013). Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/reglamentos Escolares/ReglamentoDeEstudiosDePosgradoOctubre2013/>
- [4] Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudio. (1996). Recuperada el 20 de octubre de 2019 de <https://www.unison.mx/criterios-para-la-formulacion-y-aprobacion-de-planes-y-programas-de-estudios/>
- [5] Guía para el Diseño de Nuevos Planes de Estudio y Reestructuración de Programas de Posgrado. Recuperado el 20 de octubre de 2019 de <http://www.investigacion.uson.mx/wp-content/uploads/2018/02/Guia-planes-de-estudio-2018.pdf>
- [6] Modelo Educativo 2030 de la Universidad de Sonora. (s/f). Recuperada el 20 de octubre de 2019 de [https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/reglamentosacademicos/MODELO\\_EDUCATIVO\\_2030.pdf](https://www.unison.mx/institucional/marconormativo/reglamentosacademicos/MODELO_EDUCATIVO_2030.pdf)

### III. PLAN DE ESTUDIOS

#### 1. Objetivos generales y específicos del plan de estudios

Cada vez es más claro que la educación es la base para un futuro exitoso de las naciones y nuestro país no es la excepción (OCDE, 2010). En el marco del desarrollo tecnológico, las matemáticas juegan y seguirán jugando un papel de importancia creciente (PISA, 2017). Sonora no puede quedarse al margen, su Universidad tiene una enorme responsabilidad, en particular con la educación matemática que se mantiene como una necesidad para la formación de prácticamente cualquier universitario.

Tal es el caso de la carrera de economía, en donde las necesidades matemáticas son cada vez mayores y los matemáticos encuentran empleo para modelar los mercados cambiarios y de capitales, o la oferta y demanda de productos e insumos y las proyecciones de necesidades energéticas, de mano de obra o capitales a mediano y largo plazos. En los últimos veinte años el premio Nobel de economía ha sido otorgado a más de diez matemáticos por sus contribuciones en la construcción de modelos que intentan predecir el comportamiento de diversos procesos económicos.

En medicina se utilizan modelos probabilísticos para establecer la dinámica de pandemias y epidemias; las matemáticas se están aplicando para diseño y análisis de la propagación de enfermedades como el dengue o el mal de Chagas; los procesos estocásticos son usados en la simulación del crecimiento de tumores y para procesar imágenes médicas de tomografías o resonancia magnética y mejorar los diagnósticos.

Desde su aparición, la computación está estrechamente ligada a la matemática. En todos los programas de ingeniería se imparten cursos de álgebra lineal, ecuaciones diferenciales o análisis de Fourier. Métodos como el de Monte Carlo son ampliamente utilizados en muchas áreas científicas y cada día más matemáticos se dedican a encriptar datos trabajando en el gobierno, la iniciativa privada o en centros de investigación, aplicando teoría de números y otras herramientas matemáticas surgidas hace menos de dos décadas.

Hoy son áreas prolíficas de investigación la geometría, el álgebra y la topología computacionales, además de la inteligencia artificial y la inteligencia de datos. Pero sin duda, es en tecnologías como microelectrónica, telecomunicaciones, nanotecnología, robótica, genética o biología sintética, en donde tenemos las mayores aplicaciones de matemáticas, porque en ellas las tecnologías encuentran su fundamento.

Lo señalado arriba es atendido por los profesionistas de cada área, como usuarios avanzados de las Matemáticas, pero su formación requiere varios pasos previos; la educación básica, media superior y superior, con una gran cantidad de estudiantes que en todos los niveles manifiestan problemas con las matemáticas y no pocos las rehúyen. Es aquí en donde se requiere y se debe trabajar fuertemente. Para mejorar es fundamental incidir con un proyecto claro que entre sus impactos logre revertir la antipatía hacia las matemáticas y atraer a los jóvenes a ella con el fin de cultivarla, apreciar sus valores y generar el interés por estudiar carreras universitarias en las que las matemáticas son

fundamentales. Lo más importante, un proyecto que a mediano plazo ofrezca una formación matemática sólida y de calidad internacional en la educación obligatoria de Sonora, la región noroeste y el país.

Realizar mejoras significativas en el aprendizaje de las matemáticas preuniversitarias y de nivel licenciatura es una tarea compleja y polifacética, demandante de una estrategia global que incluye reorientar las políticas curriculares. Desde 1995 el gobierno federal estaba enterado de los pésimos resultados en lectura y ciencias, se conocieron entonces las enormes limitaciones de nuestros estudiantes, con edad típica de quince años, para aplicar sus conocimientos de matemáticas en la resolución de problemas prácticos, así como la comprensión de lo leído<sup>2</sup>. Diez años después, la OCDE presentó un informe señalando un desfase creciente entre ingreso y egreso en estudiantes de bachillerato, evidenciando el problema de la deserción escolar en este ciclo. Pero para tratar éstos y otros graves problemas, es necesario realizar investigación e intervenir en la educación matemática, desarrollando también instrumentos de evaluación adecuados y enfocando la enseñanza y el aprendizaje integralmente.

Experiencias de países como Singapur, Corea del Sur o Malasia muestran que es posible lograr mejoras en la calidad educativa de las matemáticas escolares en lapsos relativamente cortos y para porcentajes muy altos de alumnos, poniendo en evidencia que calidad y equidad no son excluyentes cuando se planifica e interviene correctamente. Suena tentador intentar reproducir lo hecho en estos países, pero hay factores culturales y socioeconómicos tan diferentes entre estos países y México, que no permiten trasladar el modelo aplicado allá y si se hace, las experiencias previas muestran que simplemente no funciona.

Existe el convencimiento, sin embargo, de que es posible mejorar sustantivamente la situación actual fortaleciendo la enseñanza de las matemáticas y formando personal capaz de intervenir en ésta; con especialistas, doctores en Matemática Educativa enfocados en los problemas de la enseñanza, desde los niveles elementales y comprometidos en impulsar el aprendizaje matemático efectivo. Lo anterior requiere mejorar las prácticas pedagógicas de los docentes a través de una capacitación que ponga en juego el análisis detallado de los problemas; aplicación adecuada de resultados de la investigación nacional e internacional en enseñanza y aprendizaje de matemáticas y la correcta utilización de recursos materiales y en especial los digitales, lo que obliga a estudiar sistemáticamente su potencial, condición sin la cual no puede apoyarse adecuadamente el aprendizaje de los estudiantes. Este es un ejemplo resumido de cómo se entiende un proceso de intervención en el aula por parte de quien estudia el doctorado en Matemática Educativa.

México ha registrado un avance impresionante en la matrícula estudiantil y recientemente se ha construido un marco institucional para evaluar los resultados del aprendizaje de sus alumnos, pero esto sólo es formal, aún quedan muchas cosas por ajustar y construir. En

---

<sup>2</sup> Sin entrar en detalles de la evaluación, que puede y debe ser criticada, sin afirmar que las evaluaciones de la OCDE sean un reflejo fiel, objetivo del sistema educativo nacional, estos resultados han mostrado grandes problemas y retos a enfrentar (ver referencia 7).

primer lugar, se debe mejorar la planta docente. De acuerdo con la experiencia internacional, para mejorar el desempeño educativo y mantener un avance sostenido, debe intervenir en el profesorado. Esto es evidente en el caso de los docentes de matemáticas de secundaria y bachillerato, porque la mayor parte de quienes imparten la materia en el sistema educativo nacional y estatal no han recibido la formación matemática y pedagógica adecuadas. En el caso de los profesores de primaria, aunque su formación pedagógica es más homogénea y profunda, su formación matemática es débil, sus deficiencias en conocimientos matemáticos básicos son notables y están presentes en un alto porcentaje de docentes.

Esta materia a la que se atribuye parte importante de la deserción escolar en niveles preuniversitarios, y cuyo aprendizaje es calificada en pruebas internacionales muy por debajo de la media de países desarrollados, es, sin embargo, un motor esencial de progreso de los países; desde esta perspectiva podemos comprender que parte de nuestra problemática como país en vías de desarrollo consiste en la improvisación de maestros.

Esta situación obliga a tomar medidas urgentes, ya que, si no se actúa estratégicamente, los problemas señalados seguirán vigentes por un periodo largo. Debido a la importancia y la preocupación de una enseñanza adecuada de los conceptos matemáticos, han surgido una diversidad de estudios y propuestas al respecto desde hace mucho tiempo y nos muestran que es largo el camino por recorrer para modificar las prácticas y el pensamiento del profesorado.

La diversidad y el nivel de conocimientos que el profesor puede tener acerca de las matemáticas inciden directamente en la forma en que las aborda en el salón de clase. Este escenario requerirá mejorar los conocimientos de la disciplina que tienen los docentes y paralelamente, su forma de enseñarla, su actividad en el aula.

Para enseñar matemáticas es necesario saber matemáticas, pero no es suficiente, también se necesita conocimiento específico sobre cómo enseñar matemáticas. Acorde con el espíritu de la Ley Orgánica de la Universidad de Sonora, este proyecto pretende *crear los medios necesarios y adecuados para innovar la enseñanza, el aprendizaje y la investigación* y buscará en todo momento establecer *sistemas de educación continua y otras modalidades de la educación abierta, con el fin de contribuir efectivamente a la elevación del nivel de vida de la población y al reciclaje de una fuerza de trabajo moderna y apta para enfrentar los retos actuales y futuros del país.*

Por lo anteriormente expuesto, el Proyecto de Programa de Estudios de Doctorado en Matemática Educativa tiene el siguiente objetivo general:

**Formar recursos humanos especializados en la planeación, el diseño, la conducción y la evaluación de proyectos profesionales de intervención en educación matemática.**

Lograr este objetivo está ligado con alcanzar los siguientes *objetivos específicos*:

- Identificar problemas y dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles educativos.
- Aplicar de manera crítica y reflexiva los distintos marcos conceptuales, modelos teóricos y resultados de investigación existentes en el análisis y búsqueda de soluciones de la problemática de la educación matemática.
- Intervenir en el sistema educativo diseñando y aplicando acciones didácticas para incidir sobre las problemáticas y, en general, mejorar la enseñanza de las matemáticas.
- Utilizar el potencial de las tecnologías digitales en la mediación de procesos de enseñanza y el desarrollo de competencias y habilidades matemáticas, tanto en profesores como en estudiantes.
- Intervenir en el diseño curricular de los diferentes niveles escolares introduciendo las innovaciones surgidas de la investigación en educación matemática.
- Ejercer la docencia a niveles de licenciatura y posgrado en Matemática Educativa y áreas afines.

El alcance de estos objetivos se valorará en términos de la calidad de las aplicaciones didácticas en un sistema educativo tan pequeño como un aula o tan grande como un sistema estatal de bachillerato, por ejemplo. La capacidad de los egresados para diseñar y conducir tareas de intervención y su desempeño en proyectos de esta naturaleza, así como la adecuada aplicación de los conocimientos adquiridos estará a la vista y será un elemento para medir el avance del Programa de Doctorado; su fortaleza lo llevará a conducir varios proyectos de generación y aplicación de conocimiento cuyo impacto podrá calificarse a mediano y largo plazo.

## **2. Perfil de ingreso**

El Programa de Doctorado está dirigido a egresados de una maestría en Matemática Educativa o de un área afín, con interés en profundizar su conocimiento sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas para aplicarlo en la búsqueda de soluciones a los problemas que estos procesos generan. El interesado en cursar los estudios debe saber que se dedicará a atender profesionalmente esta problemática.

Es deseable que los interesados en ingresar al Programa sean profesores de matemáticas de cualquier nivel del sistema educativo, con experiencia de aula, sensibilidad a las condiciones socioeconómicas prevalecientes en el estado, la región y el país, así como actitud solidaria y de compromiso hacia estudiantes, docentes e instituciones de educación públicas. Su formación universitaria, aunada a esta experiencia docente, deberá permitir a los aspirantes mostrar un dominio suficiente del área matemática de interés, de manera que les permita proponer acciones de intervención viables y provechosas para el algún sistema educativo.

De manera sucinta, el aspirante a ingresar en el Doctorado en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, deberá contar con las siguientes competencias:

- Conoce la matemática referente a su tema de interés y su problemática educativa.
- Diseña proyectos de intervención didáctica aplicando la metodología adecuada para su realización.
- Incorpora el inglés en sus actividades, obteniendo una puntuación mínima de 450 puntos en el examen TOEFL.
- Realiza lecturas críticas, incluyendo comprensión del idioma inglés y redacta textos sobre la especialidad.
- Analiza con sensibilidad diferentes puntos de vista, analiza argumentos y, en su caso, tiene capacidad para cambiar de opinión.
- Actúa con honestidad intelectual y sentido ético.

### **3. Perfil de egreso**

El perfil de egreso describe el tipo de *actividad práctica profesional* a desplegar por los egresados del Programa, capacitados para su *desarrollo profesional*. De tal manera que, en concordancia con las LGAC, las actividades en que se ocupará el egresado incluirían:

Diseñar, Implementar y evaluar proyectos profesionales de intervención didáctica, como:

- Propuestas curriculares.
- Materiales didácticos para la intervención educativa.
- Desarrollo y evaluación de software para la enseñanza de las matemáticas.
- Insertar su actividad en relación con la comunidad de matemática educativa nacional y de otros países, particularmente los latinoamericanos.
- Dirección de proyectos en los organismos educativos como la SEC, la SEP u otros.
- Sistemas en línea para la enseñanza de las matemáticas.
- Ejercer docencia en posgrado.
- Llevar a la práctica programas de divulgación de resultados y propuestas de proyectos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas, tanto en el ámbito de la innovación como de la investigación.

La estructura del plan de estudios ofrece formación práctica y teórica que faculta a los estudiantes a utilizar los conocimientos adquiridos y generar elementos de reflexión, de análisis de la problemática en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas realizando tareas de intervención o investigación.

Consecuentemente, el egresado del Programa de Doctorado en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa contará con las siguientes competencias específicas:

- Aplica los conocimientos adquiridos con actitud crítica, abierta a nuevas ideas y conocimientos que van surgiendo continuamente de la investigación e intervenciones en el sistema educativo.
- Comprende las problemáticas de las instituciones educativas y de profesores y estudiantes, para establecer programas educativos de mejora a la educación matemática.
- Incorpora los medios tecnológicos digitales a la enseñanza de las matemáticas, atendiendo a las necesidades tanto de la enseñanza presencial como a distancia.
- Desarrolla habilidad profesional para dirigir tesis de posgrado, ofrecer cursos sobre la intervención o investigación en la educación matemática.
- Desarrolla habilidades para dar a conocer avances de sus actividades en eventos y foros nacionales e internacionales.
- Tiene disposición y habilidades para realizar trabajo colaborativo y en redes.
- Ejerce con responsabilidad ética, social y ambiental, las actividades derivadas de su formación doctoral.

#### **4. Mapa curricular**

El Reglamento de Estudios de Posgrado de la Universidad de Sonora<sup>3</sup> señala que un estudiante del doctorado tradicional de tiempo completo tiene un plazo máximo de cuatro años y seis meses para concluir el plan de estudios y obtener el grado. Por esto, el mapa curricular contempla una estructura de ocho semestres, organizados en cursos obligatorios, cursos optativos, además del *Examen Pre doctoral* y la *Exposición de Avances de Tesis* que son actividades académicas acreditables. Esta distribución se muestra en la Tabla 7.

Los primeros tres cursos obligatorios, dos en el primer semestre y uno del segundo semestre, son de naturaleza formativa e inician el desarrollo del perfil de egreso. Estos inician el desarrollo de un perfil común como doctorante en Matemática Educativa, atendiendo en particular la asimilación de un lenguaje especializado común, así como la actualización de los conocimientos y habilidades sobre la diversidad de enfoques y técnicas para el diseño de intervenciones didácticas habitualmente empleados en Matemática Educativa.

Los cursos optativos que se distribuyen del segundo al cuarto semestre comparten el objetivo de especializar a los estudiantes en un área de la Matemática Educativa. Por un lado, permiten profundizar en las LGAC desarrolladas en el posgrado; y por otro, apoyan en la formulación de los proyectos de intervención de los estudiantes según el área matemática de interés. La modalidad de optativo permite tomar al menos tres cursos de los

---

<sup>3</sup> Artículo 11., del Reglamento de Estudios de Posgrado

asociados a las LGAC, pudiendo ser sobre el mismo tema, o bien cada semestre tomar los que el director de tesis considere conveniente. En el caso de los optativos dirigidos a la formulación de los proyectos, se recomienda que sean dos de la misma área matemática, salvo que el proyecto de intervención requiera profundización en más de un área.

La primera mitad del mapa curricular incluye la presentación del examen pre doctoral, la cual deberá llevarse a cabo antes del quinto semestre; de manera que la retroalimentación recibida permita la mejora de los proyectos de intervención. Por otro lado, la segunda mitad está orientada al *trabajo de tesis*. En los semestres V y VI se concluye la formulación y se implementa la intervención didáctica, mientras que en los semestres VII y VIII se analiza la información recolectada y se presentan los reportes correspondientes. El trabajo de la segunda mitad del plan de estudios deberá permitir al estudiante la elaboración de su tesis, de modo que pueda presentar sus avances en el seminario de *Exposición de avances de tesis*, al concluir con los créditos necesarios.

Tabla 7 Cursos y créditos por semestre

Clave	Materia	Carácter	Horas teoría / práctica	Créditos	Requisitos
<b>Primer Semestre</b>					
<b>B1</b>	Epistemología del Conocimiento Matemático	Obligatorio	4/4	12	-
<b>B2</b>	Modelos Teóricos en Matemática Educativa	Obligatorio	4/4	12	-
<b>Segundo Semestre</b>					
<b>B3</b>	Metodologías y Diseños de Intervención en Educación Matemática	Obligatorio	5/2	12	B1 y B2
	Optativa Especializante I	Optativo	*	12	-
<b>Tercer Semestre</b>					
	Optativa Especializante II	Optativo	*	12	-
	<i>Una Opción entre:</i>				
<b>FPA</b>	Fundamentos de proyecto de intervención en Álgebra	Optativo	5/2	12	B3
<b>FPC</b>	Fundamentos de proyecto de intervención en Cálculo	Optativo	5/2	12	B3
<b>FPG</b>	Fundamentos de proyecto de intervención en Geometría	Optativo	5/2	12	B3
<b>FPPE</b>	Fundamentos de proyecto de intervención en Probabilidad y Estadística	Optativa	5/2	12	B3
<b>Cuarto Semestre</b>					
	Optativa Especializante III	Optativo	*	12	-
	<i>Una Opción entre:</i>				
<b>DPA</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Álgebra	Optativo	5/2	12	FPA
<b>DPC</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Cálculo	Optativo	5/2	12	FPC
<b>DPG</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Geometría	Optativo	5/2	12	FPG
<b>DPPE</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/2	12	FPPE
<b>PRE</b>	Examen Pre doctoral (Acreditable)	Obligatorio	0/0	20	Presentación a más tardar antes de iniciar el

quinto semestre					
<b>Quinto Semestre</b>					
<i>Una Opción entre:</i>					
<b>TA1</b>	Tesis I en Álgebra	Optativo	5/10	20	PRE y DPA
<b>TC1</b>	Tesis I en Cálculo	Optativo	5/10	20	PRE y DPC
<b>TG1</b>	Tesis I en Geometría	Optativo	5/10	20	PRE y DPG
<b>TPE1</b>	Tesis I en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	PRE y DPPE
<b>Sexto Semestre</b>					
<i>Una Opción entre:</i>					
<b>TA2</b>	Tesis II en Álgebra	Optativo	5/10	20	TA1
<b>TC2</b>	Tesis II en Cálculo	Optativo	5/10	20	TC1
<b>TG2</b>	Tesis II en Geometría	Optativo	5/10	20	TG1
<b>TPE2</b>	Tesis II en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	TPE1
<b>Séptimo Semestre</b>					
<i>Una Opción entre:</i>					
<b>TA3</b>	Tesis III en Álgebra	Optativo	5/10	20	TA2
<b>TC3</b>	Tesis III en Cálculo	Optativo	5/10	20	TC2
<b>TG3</b>	Tesis III en Geometría	Optativo	5/10	20	TG2
<b>TPE3</b>	Tesis III en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	TPE2
<b>Octavo Semestre</b>					
<i>Una Opción entre:</i>					
<b>TA4</b>	Tesis IV en Álgebra	Optativo	5/10	20	TA3
<b>TC4</b>	Tesis IV en Cálculo	Optativo	5/10	20	TC3
<b>TG4</b>	Tesis IV en Geometría	Optativo	5/10	20	TG3
<b>TPE4</b>	Tesis IV en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	TPE3
<b>AT</b>	Exposición de Avances de Tesis (Acreditable)	Obligatorio	0/0	10	196 créditos

**Créditos necesarios para terminar el plan de estudios: 206**

*\* La distribución de horas teoría y horas práctica varía dependiendo de la optativa seleccionada, con opciones de 4T/4P o 5T/2P*

Como ya fue señalado, la maduración académica de los estudiantes es responsabilidad del Programa, en este sentido, es necesario que los estudiantes realicen actividades académicas fuera de él, mediante estancias de trabajo que serán diseñadas acordes a las características de sus tesis.

La naturaleza de esta estancia dependerá del semestre que cursa el estudiante y deberá presentarse antes de concluir el octavo semestre. Dicha estancia académica se llevará a cabo en alguno de los sectores de interés, según la orientación de su trabajo. Este tipo de experiencia juega un papel importante en la formación académica de los estudiantes y tiene el fin de que éstos pongan a prueba los proyectos de intervención didáctica y/o den a conocer sus proyectos, reciban comentarios y observaciones que pueden integrar al trabajo, buscando su mejora y avance.

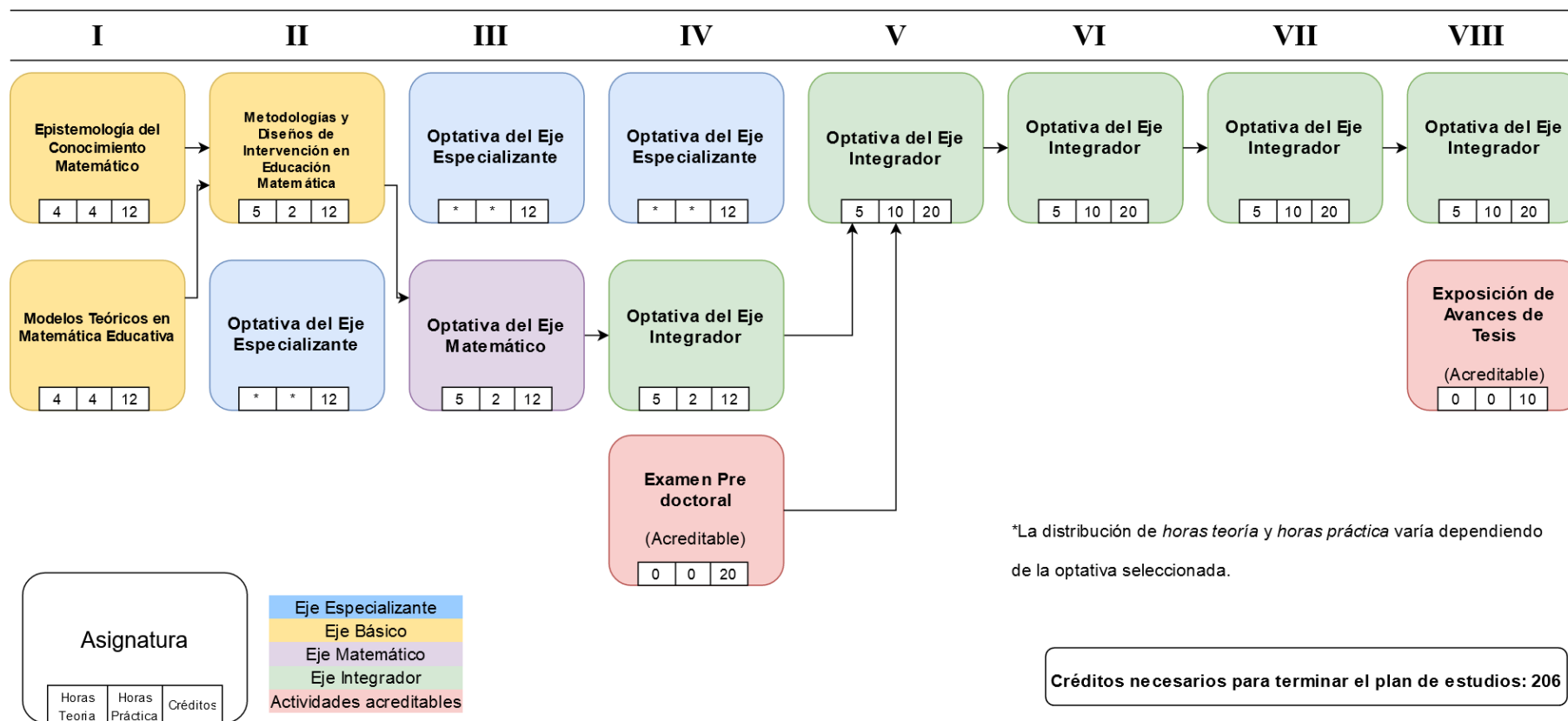
La estancia académica descrita anteriormente deberá tener una duración de un semestre lectivo, para cumplir con una de las características de un posgrado con orientación profesional, esto es, la acreditación de estancias con una duración del 12.5% de la duración del plan de estudios realizadas en los sectores de interés.

La acreditación de los cursos correspondientes al semestre donde el estudiante se encuentre realizando una estancia, será realizada basándose en la valoración del cumplimiento de las actividades contempladas en el plan de trabajo que, previo a la realización de la estancia de que se trate, deberá ser presentado a la Comisión Académica del posgrado, y aprobado

por la misma. Para dicha acreditación se harán las especificaciones correspondientes en los lineamientos generales del Programa de Posgrado.

A continuación, en la (Tabla 8) se presenta la versión horizontal del mapa curricular. Las asignaturas Optativas I, II y III, se pueden seleccionar entre las opciones de a) *Diseño Curricular*; b) *Desarrollo Profesional Docente*; c) *Uso de los Recursos Tecnológicos en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas*; y d) *Problemas y Resolución de Problemas*. El listado completo de opciones para estas asignaturas optativas aparece en la Tabla 10.

Tabla 8 Mapa curricular horizontal



La lista de asignaturas, ordenadas por ejes, se muestra en las siguientes tablas. Destacamos que sólo las asignaturas del Eje Básico son obligatorias; es decir, todas las asignaturas de los ejes Especializante, Matemático e Integrador son optativas.

Tabla 9 Cursos correspondientes al Eje Básico

<b>EJE BÁSICO</b>					
<b>Clave</b>	<b>Materia</b>	<b>Carácter</b>	<b>Horas teoría / práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Requisitos</b>
<b>B1</b>	Epistemología del Conocimiento Matemático	Obligatorio	4/4	12	-
<b>B2</b>	Modelos Teóricos en Matemática Educativa	Obligatorio	4/4	12	-
<b>B3</b>	Metodologías y Diseños de Intervención en Educación Matemática	Obligatorio	5/2	12	B1 y B2
<b>Créditos necesarios del eje:</b>				<b>36</b>	

Tabla 10 Cursos pertenecientes al Eje Especializante

<b>EJE ESPECIALIZANTE</b>					
<b>Clave</b>	<b>Materia</b>	<b>Carácter</b>	<b>Horas teoría / práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Requisitos</b>
<b>DC1</b>	Análisis del Currículo Matemático	Optativo	5/2	12	-
<b>DC2</b>	Análisis de Proyectos de Diseño curricular en Matemática Educativa	Optativo	5/2	12	-
<b>DC3</b>	Evaluación de Propuestas Curriculares en Matemáticas	Optativo	4/4	12	-
<b>DPD1</b>	Diagnóstico Institucional del Desarrollo Profesional Docente	Optativo	4/4	12	-
<b>DPD2</b>	Análisis de Proyectos de Desarrollo Profesional Docente	Optativo	4/4	12	-
<b>DPD3</b>	Diagnóstico de necesidades de Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas	Optativo	5/2	12	-
<b>TEC1</b>	Introducción a las Tecnologías Digitales en Matemática Educativa	Optativo	4/4	12	-
<b>TEC2</b>	Introducción a la Experimentación de Propuestas de Enseñanza con Tecnología	Optativo	4/4	12	-
<b>PRP1</b>	El Papel de los Problemas en el Aprendizaje Matemático	Optativo	4/4	12	-
<b>PRP2</b>	Enfoques Teóricos Sobre la Resolución de Problemas en el Aprendizaje Matemático	Optativo	4/4	12	-
<b>PRP3</b>	Resolución de Problemas en Ambientes Tecnológicos	Optativo	4/4	12	-
<b>Créditos necesarios del eje:</b>				<b>36</b>	

Tabla 11 Cursos pertenecientes al Eje Matemático

<b>EJE MATEMÁTICO</b>					
<b>Clave</b>	<b>Materia</b>	<b>Carácter</b>	<b>Horas teoría / práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Requisitos</b>
<b>FPA</b>	Fundamentos del Proyecto de Intervención en Álgebra	Optativo	5/2	12	B3
<b>FPC</b>	Fundamentos del Proyecto de Intervención en Cálculo	Optativo	5/2	12	B3
<b>FPG</b>	Fundamentos del Proyecto de Intervención en Geometría	Optativo	5/2	12	B3

<b>FPPE</b>	Fundamentos de proyecto de intervención en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/2	12	B3
-------------	---	----------	-----	----	----

**Créditos necesarios del eje: 12**

Tabla 12 Cursos pertenecientes al Eje Integrador

<b>EJE INTEGRADOR</b>					
<b>Clave</b>	<b>Materia</b>	<b>Carácter</b>	<b>Horas teoría / práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Requisitos</b>
<b>DPA</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Álgebra	Optativo	5/2	12	FPA
<b>DPC</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Cálculo	Optativo	5/2	12	FPC
<b>DPG</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Geometría	Optativo	5/2	12	FPG
<b>DPPE</b>	Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/2	12	FPPE
<b>TA1</b>	Tesis I en Álgebra	Optativo	5/10	20	PRE y DPA
<b>TC1</b>	Tesis I en Cálculo	Optativo	5/10	20	PRE y DPC
<b>TG1</b>	Tesis I en Geometría	Optativo	5/10	20	PRE y DPG
<b>TPE1</b>	Tesis I en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	PRE y DPPE
<b>TA2</b>	Tesis II en Álgebra	Optativo	5/10	20	TA1
<b>TC2</b>	Tesis II en Cálculo	Optativo	5/10	20	TC1
<b>TG2</b>	Tesis II en Geometría	Optativo	5/10	20	TG1
<b>TPE2</b>	Tesis II en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	TPE1
<b>TA3</b>	Tesis III en Álgebra	Optativo	5/10	20	TA2
<b>TC3</b>	Tesis III en Cálculo	Optativo	5/10	20	TC2
<b>TG3</b>	Tesis III en Geometría	Optativo	5/10	20	TG2
<b>TPE3</b>	Tesis III en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	TPE2
<b>TA4</b>	Tesis IV en Álgebra	Optativo	5/10	20	TA3
<b>TC4</b>	Tesis IV en Cálculo	Optativo	5/10	20	TC3
<b>TG4</b>	Tesis IV en Geometría	Optativo	5/10	20	TG3
<b>TPE4</b>	Tesis IV en Probabilidad y Estadística	Optativo	5/10	20	TPE3

**Créditos necesarios del eje: 92**

Tabla 9

<b>ACTIVIDADES ACREDITABLES</b>					
<b>Clave</b>	<b>Materia</b>	<b>Carácter</b>	<b>Horas teoría / práctica</b>	<b>Créditos</b>	<b>Requisitos</b>
<b>PRE</b>	Examen Pre doctoral	Obligatorio	0/0	20	Presentar a más tardar antes de iniciar el quinto semestre
<b>AT</b>	Exposición de Avances de Tesis	Obligatorio	0/0	10	-

## 5. Descripción de los semestres

Tal y como se mostró en la Tabla 7, que contiene el mapa curricular, el plan de estudios del doctorado está planeado para ser desarrollado a lo largo de ocho semestres, cada uno de los cuales cuenta con un número determinado de cursos y tiene un propósito declarado. La suma de dichos propósitos, por semestre, contribuirá al alcance del perfil de un egresado del Doctorado en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa.

Se agrega a lo anterior la presencia de dos actividades académicas cuya realización aumentará un cierto número de créditos a los aportados por los cursos; la primera de ellas es la presentación de un examen pre doctoral, en tanto que la segunda consiste en la exposición del trabajo completo en un evento organizado para tal fin, actividad que, en caso de que así sea considerada por el comité nombrado para retroalimentarla, dará el pase hacia la presentación del examen de grado correspondiente.

Un elemento que siempre está presente a lo largo de los distintos semestres que integran el plan de estudios, es el seguimiento puntual del nivel de desarrollo de la formación del estudiante, ligando esto al progreso que va alcanzando en su tesis; esto es, en cada semestre se declaran los objetivos y metas que deben alcanzarse y que deberán estar reflejados en los avances de la tesis.

Esta característica permitirá que las instancias establecidas para la realización de dicho seguimiento, tutor, director de tesis, comité tutorial y Comisión Académica, estén en condiciones de realizarlo de manera ágil, para tener la posibilidad, cuando se considere conveniente, de tomar medidas que coadyuven a identificar y superar las dificultades que en un momento dado pudieran presentarse.

Aunado a lo anterior, está la presencia del Coloquio Semestral, con el cual se cierran las actividades académicas de cada semestre. La obligatoriedad de la presentación ante la comunidad del posgrado e invitados externos de los avances en la tesis es un elemento más de seguimiento, el cual no se limita a la exposición del estudiante, pues está contemplado que recibirá retroalimentación de un académico con experiencia, que puede ser local o externo, en el área de trabajo donde esté ubicada la tesis.

En este contexto, se presenta a continuación la descripción de cada uno de los ocho semestres que, como ya se señaló, integran el plan de estudios. Esta descripción está basada en los siguientes tres rubros: objetivos, metas y características de los cursos.

#### **a) Primer semestre**

El semestre está integrado por dos cursos, pertenecientes al Eje Básico:

- 1) Modelos Teóricos en Matemática Educativa.
- 2) Epistemología del Conocimiento Matemático.

Estos dos espacios de aprendizaje contribuirán a que el estudiante logre un nivel aceptable de dominio para ubicar el papel que las teorizaciones construidas en Matemática Educativa tienen al explicar fenómenos didácticos, así como para interpretar dificultades, problemas y obstáculos en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática. No se está planteando una discusión de carácter general sobre estos temas, sino una discusión ubicada en las especificidades que el alumno planteó en el anteproyecto que presentó para su ingreso al doctorado, y que en estos momentos ya tendrán el soporte de un director de tesis.

Es de esperarse también que con el trabajo desarrollado a lo largo del semestre el alumno profundice en la temática matemática que es de su interés, pues habrá explorado algunos antecedentes provenientes de fuentes histórico-epistemológicas, las cuales contribuirán a

proyectar en qué forma podrá intervenir didácticamente en la problemática en la cual busca incidir. El acercamiento histórico-epistemológico le proporcionará información de las situaciones en las cuales se originó su tema matemático, los problemas que en su momento se abordaron, los procedimientos con los cuales se resolvieron dichos problemas, etc.

De esta manera, se espera que, como **objetivo general del primer semestre**, el alumno logre:

**Utilizar, de manera creativa, elementos teóricos del campo de la Matemática Educativa, integrándolos con su conocimiento sobre el desarrollo histórico-epistemológico de un tema matemático de su interés, para concretar las primeras componentes de un proyecto de intervención en el sistema educativo: antecedentes y un estado del arte sobre la problemática que haya seleccionado como eje conductor de su tesis.**

En estos términos, la **meta** por alcanzar consiste en que el alumno:

**Integre, en un documento que defenderá públicamente durante el Coloquio Semestral, su primer acercamiento formal a la problemática de la educación matemática que será abordada en su tesis, el cual se concretará en los aspectos siguientes:**

- a) **Antecedentes.** - Estos serán construidos a partir de la identificación de dificultades en la enseñanza y en el aprendizaje del tema matemático de su interés, reportadas en la literatura de la especialidad. Es importante que en dicha identificación sean incorporadas también posibles fuentes de dichas dificultades: la epistemología del tema matemático, las acciones del profesor, los aspectos cognitivos, etc.
- b) **Un estado del arte.** - La declaración de los antecedentes permitirá que el estudiante vaya perfilando una problemática de interés, que seguramente ya habrá sido estudiada, desde otros puntos de vista, por otros profesionales del campo. En este rubro se trata de recuperar, de manera organizada esas aportaciones previas, intentando formarse una panorámica sobre qué se ha hecho sobre el tema, qué puede recuperar de esas aportaciones en su trabajo y hacia dónde pretende dirigir el suyo.

No se espera que éstas sean las versiones definitivas que el estudiante construirá sobre los rubros antes señalados, pero sí le permitirán, paulatinamente, ir dando una estructura a su tesis. De manera natural, los avances que haga en otros semestres le permitirán regresar sobre lo aquí logrado y, si así lo considera conveniente, hacer modificaciones.

Como ya se señaló, los avances que el estudiante concrete al finalizar el primer semestre serán presentados y retroalimentados en el Coloquio Semestral correspondiente.

## **b) Segundo semestre**

El semestre está integrado por dos cursos, uno obligatorio del Eje Básico y otro optativo, del Eje Especializante.

El curso obligatorio del Eje Básico es:

#### Metodologías y Diseños de Intervención en Educación Matemática

Para el curso optativo del Eje Especializante, se espera que el estudiante vaya delineando con su elección el área de trabajo de interés para su tesis. Las opciones que se le presentan son las siguientes, agrupadas de acuerdo a las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento formalmente declaradas por el posgrado, así como otras líneas de trabajo que son transversales a ellas:

a) Diseño Curricular

- Análisis del Currículo Matemático
- Análisis de Proyectos de Diseño Curricular en Matemática Educativa
- Evaluación de Propuestas Curriculares en Matemáticas

b) Desarrollo Profesional Docente

- Diagnóstico Institucional del Desarrollo Profesional Docente
- Análisis de Proyectos de Desarrollo Profesional Docente
- Diagnóstico de Necesidades de Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas

c) Uso de los Recursos Tecnológicos en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas

- Introducción a las Tecnologías Digitales en Matemática Educativa
- Introducción a la Experimentación de Propuestas de Enseñanza con Tecnología

d) Problemas y Resolución de Problemas

- El Papel de los Problemas en el Aprendizaje Matemático
- Enfoques Teóricos sobre la Resolución de Problemas en el Aprendizaje Matemático
- Resolución de Problemas en Ambientes Tecnológicos

En el perfil de egreso del Doctorado en Matemática Educativa, se declara la aspiración de que los individuos formados en este programa estén en condiciones de diseñar, implementar y evaluar proyectos profesionales de intervención didáctica. En ese sentido, una necesidad básica es conocer qué son y en qué consisten los proyectos de intervención didáctica susceptibles de desarrollarse en el posgrado, además de conocer cómo es que pueden ser diseñados, llevados a cabo y valorados.

Esas serán las líneas que guiarán el trabajo a desarrollar en los dos cursos del semestre. Como puede observarse, aparece la primera de las materias optativas que un alumno tendrá oportunidad de seleccionar a lo largo de éste y los semestres restantes. De acuerdo a lo señalado, esta primera optativa deberá ser seleccionada de alguno de los cuatro bloques estructurados para tal efecto.

Los títulos de los primeros dos bloques se corresponden con las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) declaradas para el doctorado, *Diseño de Proyectos de Intervención Didáctica y Desarrollo Profesional Docente*. En tanto, el tercero de los bloques *Uso de los Recursos Tecnológicos en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas*, se ubica como una componente transversal a las dos LGAC, de mucha vigencia en los tiempos actuales.

Finalmente, el cuarto bloque *Problemas y resolución de problemas*, es otra componente que también permea y es transversal a la actividad que se realiza en Matemática Educativa.

Es importante señalar que los nuevos elementos discutidos durante su segundo semestre en el doctorado, integrados con los que trabajó durante el primer semestre, permitirán al estudiante construir un acercamiento más firme y argumentado a su propuesta de proyecto de intervención, avance que deberá ser concretado en un documento a defender durante el Coloquio Semestral.

De esta manera, se declara como **objetivo general del segundo semestre**, que el alumno logre:

**Concretar la problemática específica que abordará en su propuesta de proyecto de intervención, explicitando aquellos argumentos que justifiquen su pertinencia, declarando asimismo cuáles serán los objetivos tanto generales como específicos de su tesis.**

En estos términos, la **meta** por alcanzar consiste en que el alumno:

**Incorpore, al documento que defendió durante su primer Coloquio Semestral, los aspectos siguientes:**

- a) **Definición de la problemática que será abordada en su proyecto de intervención, justificándola suficientemente. Ejemplos de estos elementos de justificación podrían ser: la declaración de las aportaciones que la propuesta de intervención hará a la institución o comunidad a la que va dirigida; identificación de prácticas docentes, tendencias institucionales, recursos didácticos, etc., que pongan de relieve la problemática particular de la educación matemática en la que se enmarca su propuesta.**
- b) **Definición de objetivos generales y específicos de la tesis.**

Esta incorporación constituirá el segundo acercamiento formal a su proyecto, el cual deberá ser defendido y retroalimentado en el coloquio semestral correspondiente.

### c) Tercer Semestre

En este semestre el estudiante deberá cursar dos materias optativas, una de ellas del Eje Especializante y otra del Eje Matemático. La primera materia deberá tomarse de la misma relación de cursos que se había mostrado durante el semestre inmediato anterior, las cuales enunciamos a continuación.

- a) Diseño Curricular
  - Análisis del Currículo Matemático
  - Análisis de Proyectos de Diseño Curricular en Matemática Educativa
  - Evaluación de Propuestas Curriculares en Matemáticas
- b) Desarrollo Profesional Docente
  - Diagnóstico Institucional del Desarrollo Profesional Docente
  - Análisis de Proyectos de Desarrollo Profesional Docente
  - Diagnóstico de Necesidades de Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas
- c) Uso de los Recursos Tecnológicos en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas
  - Introducción a las Tecnologías Digitales en Matemática Educativa
  - Introducción a la Experimentación de Propuestas de Enseñanza con Tecnología
- d) Problemas y Resolución de Problemas
  - El Papel de los Problemas en el Aprendizaje Matemático
  - Enfoques Teóricos Sobre la Resolución de Problemas en el Aprendizaje Matemático
  - Resolución de Problemas en Ambientes Tecnológicos

Durante el segundo semestre se cursó una de las optativas de acuerdo con la ubicación del tema de tesis en el ámbito de las líneas de trabajo cultivadas por la planta académica, por lo que se espera que su segunda optativa corresponda con este bloque, aunque dicha elección no es obligatoria, pues dependerá de las características del trabajo de tesis que se esté perfilando. Es decir, si se considera que para alcanzar los propósitos del dicho trabajo se hace necesario complementar la visión de la línea principal en la que se inscribe la tesis con elementos pertenecientes a otras áreas de trabajo, cabe la posibilidad de que se curse una optativa de los otros bloques.

Por ejemplo, si la tesis se perfila dentro de la Línea Desarrollo Profesional Docente, lo esperado es que durante el segundo semestre se haya cursado la primera optativa de ese bloque, continuando con una segunda optativa durante el tercer semestre; pero, si además en la propuesta de tesis tiene un papel importante el uso de recursos tecnológicos en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, es posible que se considere necesario que la optativa correspondiente en este semestre se tome de las opciones disponibles en dicha línea. Cabe hacer la aclaración que la conveniencia de esta decisión debe ser valorada tanto por el director de la tesis, como por el comité tutorial.

Para seleccionar el segundo curso del semestre III, hay que tomar una opción de las tres que se contemplan en el denominado Eje Matemático, con lo cual el estudiante definirá el contenido matemático de su trabajo de tesis.

- a) Fundamentos del Proyecto de Intervención en Álgebra
- b) Fundamentos del Proyecto de Intervención en Cálculo

- c) Fundamentos del Proyecto de Intervención en Geometría
- d) Fundamentos del Proyecto de Intervención en Probabilidad y Estadística

Esta decisión es importante, pues tendrá consecuencias posteriores, de forma que, a partir de su elección, en los siguientes semestres los cursos en los cuales se inscribirá se ubicarán dentro de la misma área matemática, esto es en Álgebra, en Geometría, en Cálculo o en Probabilidad y Estadística.

El trabajo a desarrollar en este curso consistirá en ir amalgamando las componentes alcanzadas en los semestres previos, con el avance generado durante el presente, de tal manera que el proyecto de trabajo terminal vaya integrando una mayor cantidad de elementos.

De esta manera, se declara como **objetivo general del tercer semestre**, que el alumno logre:

**Construir los aspectos teóricos y metodológicos de su tesis, agregando además una caracterización del proyecto de intervención que deberá llevar al escenario escolar, proporcionando, preferentemente, una ejemplificación del mismo.**

En estos términos, la **meta** por alcanzar será que el alumno:

**Incorpore, al documento que defendió durante su segundo coloquio semestral, los aspectos siguientes:**

- a) **Los elementos teóricos que respaldarán su tesis, así como los aspectos metodológicos que lo guiarán para la consecución de los objetivos que se haya fijado en la misma.**
- b) **Las características del proyecto de intervención que está proponiendo, ejemplificando, de ser posible, el tipo de actividades concretas que formulará, particularmente tomando en cuenta el área matemática seleccionada.**

Esta incorporación constituirá su tercer acercamiento formal a su proyecto de tesis, el cual deberá ser defendido y retroalimentado durante el coloquio semestral correspondiente.

#### **d) Cuarto Semestre**

Durante el cuarto semestre, el estudiante deberá cursar dos materias.

Una de ellas deberá seleccionarse de entre los cursos optativos del Eje Especializante, los cuales se enlistan a continuación.

- a) Diseño Curricular
  - Análisis del Currículo Matemático
  - Análisis de Proyectos de Diseño Curricular en Matemática Educativa
  - Evaluación de Propuestas Curriculares en Matemáticas
- b) Desarrollo Profesional Docente
  - Diagnóstico Institucional del Desarrollo Profesional Docente
  - Análisis de Proyectos de Desarrollo Profesional Docente

- Diagnóstico de Necesidades de Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas
- c) Uso de los Recursos Tecnológicos en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas
  - Introducción a las Tecnologías Digitales en Matemática Educativa
  - Introducción a la Experimentación de Propuestas de Enseñanza con Tecnología
- d) Problemas y Resolución de Problemas
  - El Papel de los Problemas en el Aprendizaje Matemático
  - Enfoques Teóricos Sobre la Resolución de Problemas en el Aprendizaje Matemático
  - Resolución de Problemas en Ambientes Tecnológicos

Siendo consecuentes con lo expuesto en las descripciones del segundo y del tercer semestre, en éste la primera optativa seleccionada puede servir para cerrar el ciclo de profundización sobre alguna de las temáticas directamente relacionadas con las Ligas de Generación y Aplicación formalmente declaradas, así como con las líneas de trabajo declaradas como transversales. Es decir, si el tema de tesis del estudiante tiene que ver, por ejemplo, con formación docente, una situación esperada sería que hubiese cursado, durante los semestres dos, tres y cuatro las materias:

- a) Diagnóstico Institucional del Desarrollo Profesional Docente,
- b) Análisis de Proyectos de Desarrollo Profesional Docente,
- c) Formulación e Implementación de Proyectos de Desarrollo Profesional Docente.

Continuando con el ejemplo, cabe la posibilidad, sin embargo, que solamente se hayan tomado dos de dichas materias y la tercera sea seleccionada de alguno de los otros bloques, debido a que existen elementos, que, si bien no se corresponden con la línea principal del trabajo, juegan un papel importante para la tesis. Éstos deberán provenir entonces de la tercera optativa. Como ya se mencionó con anterioridad, es trascendente ante esta situación la opinión del director de tesis, así como la del comité tutorial.

Otra posibilidad es que, por intereses del trabajo doctoral a realizar, las tres optativas del Eje Especializante correspondan a bloques diferentes. Para optar por una elección de esta naturaleza, se requiere que tanto el director de tesis y el comité de tutores así lo recomienden.

La segunda materia dependerá del área en la cual se ubique el tema matemático de la tesis, marcado por el curso del Eje Matemático acreditado en el semestre inmediato anterior y podrá ser una de las tres siguientes, incluidas en el Eje Integrador:

- Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Álgebra
- Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Cálculo
- Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Geometría
- Diseño del Proyecto de Tesis Doctoral en Probabilidad y Estadística

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, se declara como **objetivo general del cuarto semestre**, que el alumno logre:

**Integrar los elementos de la Matemática Educativa provenientes del área de generación y aplicación de conocimiento en la que esté inmerso su tema de tesis, con los componentes justificatorios, teóricos, metodológicos y prácticos desarrollados en los cursos previos y en las demás actividades académicas del doctorado, en la versión escrita del proyecto de tesis que servirá de base para la presentación del examen pre doctoral.**

En consonancia con lo anterior, la **meta** por alcanzar es que el alumno

**Articule y estructure su proyecto de tesis, con todos los elementos de un proyecto de esta naturaleza, el cual deberá ser la base para su examen pre doctoral.**

Previo al examen pre doctoral, habrá de presentar los avances semestrales durante el correspondiente Coloquio Semestral. Todo el proceso desarrollado hasta el cuarto semestre, más la retroalimentación que en este evento reciba, deberá manifestarse en el documento que deberá presentar para poder ser programado el examen pre doctoral, evento en el cual se hará la defensa cerrada del proyecto de tesis. La aprobación indicará que el tanto el proyecto de intervención, como el proyecto de tesis se consideran viables.

#### **e) Quinto semestre**

Con este semestre se inicia la segunda etapa del doctorado, la cual estará dedicada al desarrollo completo del proyecto doctoral, lo cual involucra la puesta en escena del proyecto de intervención y aspectos derivados de dicha puesta en escena.

Particularmente, durante este semestre, el alumno deberá inscribirse sólo en una materia, la cual deberá ser escogida de entre las opciones siguientes:

- Tesis I en Álgebra
- Tesis I en Geometría
- Tesis I en Cálculo
- Tesis I en Probabilidad y Estadística

Como puede advertirse en la relación mostrada, el curso a seleccionar depende de la ubicación del tema matemático de la tesis dentro de las posibilidades establecidas en el Eje Matemático y seleccionada a partir del segundo curso optativo del tercer semestre, ubicado en alguna de las siguientes áreas de la matemática: Álgebra, Geometría, Cálculo o Probabilidad y Estadística.

Por la naturaleza del curso, y tomando en cuenta que al iniciar este semestre ya se cuenta con la aprobación del proyecto pre doctoral, a partir de aquí todos los esfuerzos del tesista y del cuerpo de profesores que le apoya (director de tesis y comité tutorial), deberán estar dedicados a ir desarrollando dicho proyecto. En el caso que nos ocupa, quinto semestre, el alumno habrá de:

- Determinar los objetivos generales y particulares de su propuesta de intervención, con relación al tema matemático correspondiente y a la línea de generación y aplicación del conocimiento en el que la tesis se ubica, manteniendo la consistencia con los objetivos de su tesis.
- Fundamentar teórica y metodológicamente, tanto los aspectos matemáticos como los relativos a la línea de generación y aplicación del conocimiento, de su propuesta de intervención.
- Elaborar las actividades de diseño que conformarán el proyecto de intervención.
- Elaborar los instrumentos para recolección de datos durante la implementación de la propuesta de intervención.

La relación inmediata anterior constituye los objetivos específicos que, concatenados, permitirán alcanzar el objetivo general del curso, el cual consiste en que el alumno logre:

**Formular el proyecto de intervención en el área matemática de interés.**

Por lo tanto, la **meta** por alcanzar en este semestre es que el alumno

**Integre los elementos derivados del alcance de los objetivos específicos en la versión completa del proyecto de intervención.**

Dicho proyecto de intervención deberá ser expuesto, defendido y retroalimentado en el Coloquio Semestral correspondiente.

**f) Sexto semestre**

La única materia en la que el alumno deberá inscribirse durante este semestre es una de las siguientes opciones, que sólo puede ser en la misma área matemática que el curso previo de Tesis I:

- Tesis II en Álgebra
- Tesis II en Geometría
- Tesis II en Cálculo
- Tesis II en Probabilidad y Estadística

Puesto que al concluir el quinto semestre se ha terminado de integrar el proyecto de intervención, es menester que durante el sexto el alumno logre:

- Identificar y gestionar las condiciones del contexto real en las que tendrá que llevar a cabo todas las acciones específicas contempladas en el proyecto de intervención.
- Llevar a la práctica la intervención, apegándose a las condiciones establecidas en el enfoque, objetivos y estrategia metodológica de su diseño específico.
- Registrar sistemáticamente todas las acciones, sucesos y factores que estén interviniendo en la implementación del proyecto.
- Presentar avances parciales de la intervención educativa en el área matemática de interés, formulando, en la medida de lo posible, explicaciones a las alteraciones que haya sufrido la planeación original (en caso de que esto haya sucedido).

Como es notorio, la lista anterior está constituida por objetivos específicos, que, integrados, garantizan el logro del **objetivo general del semestre**, que consiste en que el alumno pueda:

**Ejecutar todos los aspectos establecidos en la planeación y en el diseño del proyecto de intervención en el área matemática de su interés.**

Si esto sucede tal y como está planeado el estudiante habrá alcanzado la **meta del sexto semestre**, que consiste en que logre:

**La implementación completa de su proyecto de intervención didáctica.**

Es particularmente importante registrar detalladamente todo lo que suceda durante la implementación, pues la información contenida en dichos registros es la que será la base para la actividad a desarrollar durante el séptimo semestre. Los instrumentos de registro deberán permitir que la información generada se encuentre lo más ordenada posible, pues además de lo anterior, al igual que lo propuesto en los semestres previos, durante el coloquio de este periodo escolar, deberá exponerse, defenderse y retroalimentarse la síntesis de estas experiencias.

#### **g) Séptimo semestre**

Para éste, que es el penúltimo semestre del plan de estudios, y siguiendo con la estructura y propósitos que se ha venido delineando después de la presentación del examen pre doctoral, nuevamente el alumno deberá inscribirse solamente en un curso, a escoger dependiendo del área de la matemática en donde se sitúe el tema matemático de su tesis. Las opciones de las cuales dispone para llevar a cabo su selección son:

- Tesis III en Álgebra
- Tesis III en Geometría
- Tesis III en Cálculo
- Tesis III en Probabilidad y Estadística

Se planea entonces que las actividades que se realicen durante el curso permitan alcanzar los objetivos específicos siguientes:

- Organizar la información obtenida, con base en los instrumentos de recolección de datos y en concordancia con las unidades de análisis establecidas en el proyecto.
- Analizar la información organizada, mediante los mecanismos establecidos en el marco teórico y las directrices metodológicas.
- Identificar aspectos del diseño y de la implementación que requieran ser reformulados para establecer conclusiones.
- Establecer conclusiones locales, con expectativas de incorporarlas a las conclusiones generales de la tesis.

El alcance de los objetivos específicos que se acaban de enunciar, integrados, permitirán asegurar el logro del **objetivo general del semestre**, que consiste en que el alumno consiga:

**Analizar la información generada durante la implementación del proyecto de intervención didáctica en el área matemática de su interés, para el establecimiento de conclusiones parciales.**

Es importante señalar que, sin negar la importancia de las otras fases de la tesis, el momento del análisis es clave, pues de él depende la posibilidad de clarificación de conclusiones parciales, las cuales deben construirse con base en las consideraciones teóricas y metodológicas declaradas en el proyecto pre doctoral, y con una clara relación con los propósitos generales de la tesis.

Al alcanzar este objetivo general, entonces se habrá llegado a la **meta del séptimo semestre**, esto es al:

**Análisis completo de la información generada durante la implementación del proyecto de intervención didáctica, en clara concordancia con los objetivos y las consideraciones teóricas y metodológicas de la tesis.**

Al igual que en los semestres anteriores, su progreso deberá ser expuesto y retroalimentado en el Coloquio Semestral correspondiente.

#### **h) Octavo semestre**

Éste, que es el último semestre del doctorado, también reviste particular importancia en la formación del estudiante. La carga en materias consta de un curso, el cual, siendo consecuente con la ruta crítica trazada desde el tercer semestre, deberá seleccionarse del bloque siguiente:

- Tesis IV en Álgebra
- Tesis IV en Geometría
- Tesis IV en Cálculo
- Tesis IV en Probabilidad y Estadística

Esta selección, como se ha venido insistiendo, dependerá del área matemática en el que se encuentre enmarcado el tema matemático de la tesis. Es por ello, que, de manera natural, la ruta desde el tercero hasta el octavo semestre obliga a que no haya cambios en el área de la matemática que se había venido seleccionado. Ejemplificando para el caso de los últimos cuatro semestres, para el estudiante cuyo tema de tesis es de carácter algebraico, los cursos del cuarto al octavo semestre deben alinearse así: Tesis I en Álgebra, Tesis II en Álgebra, Tesis III en Álgebra, para cerrar con Tesis IV en Álgebra. De manera similar para el caso de las otras áreas matemáticas.

Los objetivos específicos que el alumno debe alcanzar son:

- Integrar los resultados del análisis de datos a su versión escrita de tesis.

- Determinar el logro de los objetivos específicos de la tesis y, con base en ellos, argumentar en qué grado se alcanzó el objetivo general de la tesis.
- Estructurar las conclusiones generales de la tesis.
- Elaborar la versión final de la tesis.

La integración de dichos objetivos específicos debe manifestarse en el logro del **objetivo general del semestre** que consiste en que el alumno pueda:

**Elaborar el reporte de la intervención didáctica y concluir la versión escrita de la tesis.**

Lo cual conduce al alcance de la meta del octavo semestre, que el doctorante realice la:

**Escritura del reporte de la intervención didáctica, así como la conclusión de la versión escrita de la tesis.**

Al igual que en los semestres previos, los progresos alcanzados deberán ser expuestos y retroalimentados en el Coloquio Semestral correspondiente.

Llegado a este punto, el proceso de formación del estudiante estará a punto de concluir, pues únicamente le quedarán pendientes dos actividades:

- a) La primera, es llevar a cabo la Exposición de Avances de Tesis ante un comité, cuyos integrantes deberán ser los mismos (salvo el jurado externo), que integrarán posteriormente el jurado seleccionado para llevar a cabo el examen doctoral. Esta actividad tiene carga en créditos, con los cuales se alcanzará el total de créditos del plan de estudios.
- b) La segunda es la celebración del examen doctoral, de acuerdo con los requisitos y el protocolo estipulados en el Reglamento de Estudios de Posgrado de esta Institución.

## **6. Valor en créditos**

Durante los *primeros cuatro semestres*, la cantidad de créditos normal será de 24 y no deberá exceder los 36 créditos. Esto permitirá que en la etapa formativa el estudiante tenga oportunidad de explorar las áreas de su interés al cursar posiblemente materias optativas de diferentes líneas de generación y aplicación del conocimiento.

En los semestres V al VIII, tomando en cuenta que en estos semestres se espera que los estudiantes estén implementando la parte práctica de sus proyectos de tesis y posteriormente realizar el reporte escrito de ésta, será suficiente inscribirse en los cursos obligatorios correspondientes, teniendo una carga de 20 créditos.

El plan de estudios contempla un valor total de 206 créditos distribuidos de la siguiente manera: 36 créditos corresponden al Eje Básico, 36 al Eje Especializante, 12 al Eje Matemático, 92 al Eje Integrador, y 30 a Actividades Acreditables (20 al Examen pre doctoral y 10 al Seminario de exposición de avances de tesis).

## **7. Duración del programa**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 11 del Reglamento de Estudios de Posgrado para un doctorado tradicional, el, plazo de titulación de un estudiante, a partir de su ingreso, será de 4 años y seis meses. En los casos excepcionales, en los que la comisión académica haya tomado la determinación de aceptar bajas temporales o estudios de tiempo parcial, el plazo máximo será de seis años.

## **8. Programa de cada asignatura**

Incluidos en Anexo I.

## **9. Líneas de investigación y/o de trabajo**

En concordancia con las actividades realizadas en el Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, la Academia de Matemática Educativa del Departamento de Matemáticas y el Cuerpo Académico Matemática Educativa, los académicos que conformarán la planta de profesores del doctorado, especialmente los integrantes del núcleo académico básico, desarrollarán las siguientes Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento:

- Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas
- Diseño de Proyectos de Intervención Didáctica en Matemáticas

### **a) Descripción de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento**

#### *Desarrollo Profesional Docente*

Indudablemente que el propósito de carácter social más importante y trascendente de la Matemática Educativa consiste en incidir favorablemente en el sistema educativo, en nuestro caso en el sistema educativo mexicano. Esta incidencia, para el caso de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, es posible centrarla en diferentes aspectos, pero un aspecto nodal se ubica en los procesos del Desarrollo Profesional Docente.

La formación de los futuros ciudadanos de un país, aunque depende de muchos factores, recae fundamentalmente en el sistema educativo y, de forma particular, en los profesores, quienes están cotidianamente en comunicación con sus estudiantes. Por ese motivo, en las últimas décadas es posible observar que en México y el mundo se destinan muchos esfuerzos a lograr la actualización continua de los profesores en todas las áreas del conocimiento y niveles educativos, impulsando la integración de los conocimientos disciplinares con los pedagógicos y didácticos, atendiendo a la vez el uso de las nuevas tecnologías digitales que cada vez adquieren mayor importancia en todos los órdenes de la vida social.

La actualización de los profesores permite a una nación que sus profesores contribuyan de forma más eficiente y eficaz en la formación de los ciudadanos que tendrán en sus manos el destino de la humanidad. Sin embargo, como se puede constatar en el informe

*Antecedentes y criterios para la elaboración de políticas docentes en América Latina y el Caribe* de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012), se reconoce que, en nuestro país y área geográfica, la actualización de los docentes es un rubro al que se necesita poner mayor atención.

Entre otros aspectos, se señala la necesidad de atender las necesidades específicas de los docentes con la finalidad de atender las problemáticas derivadas de los contextos escolares en que se desempeñan, promover con mayor profundidad mejoras en las prácticas docentes cotidianas y articular la oferta educativa, con mayor coordinación entre los diferentes sistemas y subsistemas escolares.

Si bien por Desarrollo Profesional Docente se pueden entender las acciones destinadas tanto a la formación inicial de profesores, como a la actualización de quienes ya laboran en las aulas, el centro de la actividad del doctorado se constituye por esta última, esto es, la actualización continua de los profesores.

En el caso de los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas los retos para la actualización de profesores son muy grandes, pues dadas las características de nuestro mundo, en el que cotidianamente se introducen cambios, es necesario modificar las prácticas docentes para que los profesores estén en condiciones de promover un mejor aprendizaje de sus estudiantes, tanto en los aspectos matemáticos como en las competencias que deben desarrollar para usar las matemáticas en la solución de problemas.

En ese sentido, y desde diferentes concepciones y paradigmas, el Desarrollo Profesional Docente en el área de las matemáticas se ha constituido en una línea de investigación para los especialistas de la disciplina y, en el caso de nuestro programa de doctorado, el propósito es que los futuros egresados estén en condiciones de establecer vínculos con los grupos de investigadores en el área y puedan llevar a la práctica los resultados obtenidos sobre las mejores estrategias para diseñar y ejecutar amplios programas de actualización dirigidos a profesores de matemáticas en activo, incorporándose o formando colectivos que trabajen colaborativamente en estos aspectos.

#### *Diseño de Proyectos de Intervención Didáctica*

Las acciones encaminadas a mejorar los procesos educativos en general y de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, para ser efectivas, deben tener propósitos claros y promover de forma intencional la modificación de las prácticas educativas, con el fin de mejorar el desarrollo de competencias por parte de los estudiantes.

Consecuentemente, es necesario contar con una formación sólida, tanto en aspectos teóricos como prácticos para diseñar, ejecutar, formar y conducir grupos que estén en posibilidades de llevar a la práctica proyectos como los siguientes:

- Diseño de nuevas propuestas curriculares y evaluación de currículos existentes.
- Elaboración y ejecución de proyectos de enseñanza de las matemáticas a distancia, así como de programas de actualización de profesores a distancia.

- Diseño de materiales de enseñanza de las matemáticas que incorporen tecnología digital y metodologías innovadoras de enseñanza.
- Diseño y ejecución de programas de desarrollo profesional docente en matemáticas.

### b) Participación de Profesores en las LGAC

En la siguiente tabla se especifican las Líneas en las que cada integrante del cuerpo de profesores del doctorado se desempeña.

Tabla 14 Profesores participantes en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento

LGAC	PARTICIPANTES
Desarrollo Profesional Docente	Ibarra Olmos Silvia Elena
	Dávila Araiza María Teresa
	Soto Munguía José Luis
	Grijalva Monteverde Agustín
	Chacara Montes María Mercedes
	Romero Félix César Fabián
	Ávila Godoy Ramiro
	Díaz Gómez José Luis
	Moreno Durazo Gloria Angélica
	Zaldívar Rojas José David
	Jiménez Rodríguez José Ramón
	Quiroz Rivera Samantha Ana Luz
Diseño de Proyectos de Intervención Didáctica	Ibarra Olmos Silvia Elena
	Dávila Araiza María Teresa
	Soto Munguía José Luis
	Grijalva Monteverde Agustín
	Chacara Montes María Mercedes
	Romero Félix César Fabián
	Ávila Godoy Ramiro

	Díaz Gómez José Luis
	Moreno Durazo Gloria Angélica
	Zaldívar Rojas José David
	Jiménez Rodríguez José Ramón
	Quiroz Rivera Samantha Ana Luz

## 10. Orientación didáctica

El Programa de Doctorado en Matemática Educativa es de modalidad presencial y la calificación mínima aprobatoria de cada curso será de 80. Para profundizar en las actividades y orientaciones didácticas del posgrado a continuación se presentan las características de los cursos, el trabajo de tesis, las publicaciones y el examen pre doctoral, que en su conjunto son las actividades que deberá satisfacer un estudiante para concluir su doctorado.

### a) Cursos

La planta académica del Programa será la responsable de la organización de los cursos, de la selección de materiales y de establecer lineamientos para la evaluación de los estudiantes, asumiéndose dicha responsabilidad de manera individual o de forma colectiva por dos o más docentes, quienes asumirán la responsabilidad del curso y acordarán las temáticas de interés común.

La organización curricular trabaja con base en cuatro ejes, en los cuales se agrupan los cursos del plan de estudios: Básico, Especializante, Matemático e Integrador. Cada uno de esos ejes tiene un propósito en la formación de los egresados, siendo descritos a continuación.

En los cursos que constituyen el Eje Básico (los dos cursos obligatorios del primer semestre y uno del segundo), podrán tratarse los elementos comunes y generales de la Matemática Educativa en sus aspectos experimental, teórico o de política curricular. Estos cursos tienen el propósito de ampliar la cultura en Matemática Educativa de los participantes, fortalecer sus conocimientos en las áreas temáticas que ellos elijan y profundizar en el análisis de los problemas epistemológicos relevantes y actuales, así como en la problemática sociocultural y en los avances en cognición y psicología de la educación matemática.

En los cursos del Eje Básico se generarán elementos de identidad distintivos de los estudiantes del Programa, profundizando en el conocimiento de los problemas de la educación matemática del país, la región, el Estado y la Universidad de Sonora; así como

discutiendo el quehacer en Matemática Educativa, para delimitar las temáticas que deberán estudiarse prioritariamente en este Programa de Doctorado.

A nivel de doctorado es necesario desarrollar el conocimiento a fondo de un tema. Esta es la razón de ser de los cursos pertenecientes al Eje Especializante, los cuales están dedicados a que los estudiantes se formen en tópicos relacionados directamente con las problemáticas actuales que se viven en la educación matemática en México y con los actores en ellas involucrados. El paso por este conjunto de cursos, permitirá que los estudiantes seleccionen todos aquellos elementos que jugarán un papel importante en el desarrollo de sus temas de tesis, y que le permitirán, de alguna forma, adquirir una preparación profunda en el tema que haya seleccionado como base para trabajar la misma.

Por ejemplo, si su interés está en los terrenos del Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas, podrá conocer las tendencias que han existido en esta Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento, su evolución, su conexión con el desarrollo de otros aspectos como las propuestas curriculares centrales vigentes, cómo se incorporan las tecnologías digitales en su enseñanza y el aprendizaje, cuáles relaciones se establecen con otras disciplinas sean o no de matemáticas, el papel que desempeñan los profesores en la concreción de los planteamientos realizados en cada uno de los tópicos de interés como los mencionados, de tal manera que el estudiante incorpore en su trabajo de tesis los aspectos que se estén desarrollando en su área de interés y en general en las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento del Programa de Doctorado.

Para la concreción de una propuesta dentro de cualquier Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento, es necesario que el estudiante que delimite el o los temas matemáticos de interés, pues las particularidades que se presentan en las diferentes ramas de la matemática conducen al establecimiento de propuestas que adquieren un sentido específico y no se ajustan necesariamente a tratamientos didácticos de validez universal. Consecuentemente, en el tercero semestre el estudiante deberá seleccionar el área del Eje Matemático en el cual desarrollará de manera fundamental su trabajo de tesis.

Para ello es necesario que seleccione una de las cuatro grandes áreas matemáticas en las que se trabajará en el Programa de Doctorado, marcadas por los cursos siguientes: Fundamentos del Proyecto de Intervención en Álgebra, Fundamentos del Proyecto de Intervención en Geometría, Fundamentos del Proyecto de Intervención en Cálculo y Fundamentos del Proyecto de Intervención en Probabilidad y Estadística. En dependencia del curso seleccionado en este Eje Matemático, los cursos restantes del Doctorado deberán continuar desarrollándose en la misma área matemática.

En el Eje Integrador deben incorporarse, entrelazándose y yuxtaponiéndose los elementos discutidos y analizados en los Ejes Básico, Especializante y Matemático, para dar pie al desarrollo de trabajos de tesis que reflejen, por una parte, la formación teórica que se espera de cada estudiante y, por otra parte, la posibilidad de incidir favorablemente en el medio educativo.

En tal sentido, en el Eje Integrador los estudiantes deberán culminar su trabajo de tesis, mostrando que tienen una sólida formación en matemática educativa, que conocen a fondo la problemática de la enseñanza y del aprendizaje de su tema de interés y que han desarrollado propuestas viables de llevarse a la práctica educativa, como el desarrollo de un software educativo, planteamientos curriculares novedosos, programas de evaluación del aprendizaje, por citar algunos ejemplos.

La estructura del Programa de Estudios tiene una característica importante: la flexibilidad, lo cual implica que pueden ajustarse fácilmente a circunstancias especiales para analizar, por ejemplo, alguna propuesta de reforma en el sistema educativo, estudiar un nuevo enfoque pedagógico, analizar la publicación de un texto, libro, memoria o artículo que demanda a la comunidad posicionarse, emitir una opinión. Cada curso puede destinarse a una temática general, pero también puede abrir espacios para analizar problemáticas específicas, abordar algún proyecto en desarrollo, tratar el diseño emergente de una intervención frente a un problema educativo; acciones éstas que favorecen el desarrollo del conocimiento práctico y también pueden reorientar los temas de tesis de los estudiantes.

### **b) Trabajo Terminal**

El Reglamento de Estudios de Posgrado (2017) señala que, para realizar el examen de grado, el estudiante debe presentar un trabajo escrito, una tesis, que se ajuste a *la metodología científica y que suponga diagnósticos y propuestas de desarrollo vinculadas al campo profesional*. Este trabajo deberá ser defendido en un examen frente a un jurado, quien primero evaluará el documento escrito y, una vez aprobado, se procederá a la fase oral del examen.

En estudios de doctorado en Matemática Educativa una tesis es un documento que resume el trabajo del estudiante, presentando un problema concreto de la educación matemática en cualquiera de los niveles del sistema educativo nacional. En la escritura y defensa de una tesis se exhibe el dominio alcanzado al concluir los estudios. Debe abordar un problema, explicarlo en un marco teórico o conceptual apropiado y presentar soluciones viables; tiene que ser inédito, aportar nuevos elementos, ya sea de diseño o de ampliación del conocimiento disciplinar, plantear nuevas preguntas, nuevos problemas o posibles extensiones a estudiar y profundizar en el futuro. En la tesis el estudiante debe mostrar coherencia entre los elementos prácticos, experimentales y teóricos, plantear con claridad los objetivos del trabajo y sus resultados.

Una tesis de doctorado en Matemática Educativa muestra la capacidad de comunicación de quien la escribe, la sensibilidad para captar un problema y habilidad y conocimientos para enfrentarlo. En el trabajo de doctorado en su modalidad profesional, es importante tener una componente experimental y evidenciar los conocimientos y habilidades adquiridos de acuerdo a este nivel de estudios. El tema de tesis seleccionado obliga a conocer ampliamente y a profundidad los trabajos alrededor de la temática, a estar enterado de las intervenciones o investigaciones similares o afines al trabajo de tesis, publicadas

como artículos en revistas o actas, memorias, de encuentros de Matemática Educativa nacionales o internacionales.

En el documento escrito, el estudiante manifiesta su actualización con respecto a diversas propuestas teórico-metodológicas del campo de la Matemática Educativa y justifica por qué adoptó una o más de tales propuestas, argumentando su coherencia y evidenciando su papel de guía e instrumento de análisis.

### **c) Publicaciones**

Para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Matemática Educativa el estudiante deberá proporcionar evidencias de que cuenta, al menos, con la aceptación para la publicación de al menos un artículo en revistas con arbitraje, en catálogos avalados por la Comisión Académica, y además con la aceptación para al menos una publicación en memorias en extenso arbitradas de un evento internacional; ambos sobre su tema de tesis. Este requisito apunta a inculcar el hábito de escribir, de desarrollar la comunicación científica en los estudiantes y al mismo tiempo relacionarlos con la comunidad internacional. Publicar puede llegar a ser una de las actividades centrales de su vida profesional y, desde luego, favorece la posibilidad de ingresar al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), permanecer y promoverse de nivel en este sistema.

### **d) Examen Pre doctoral**

En esta estructura curricular es indispensable la presentación de un examen pre doctoral que deberá realizarse antes del semestre V, para lo cual el estudiante preparará un documento en el que presente su proyecto, el cual deberá contar con el aval de su director de tesis y de su comité tutorial. Este documento será evaluado y aprobado por un jurado que nombrará la Comisión Académica. El estudiante deberá defenderlo en presentación -esis cerrada ante dicho jurado en un examen oral y aprobarlo para continuar con su trabajo. El examen pre doctoral tiene el propósito de valorar la madurez y viabilidad del proyecto y apoyar al estudiante con recomendaciones y orientaciones para la conclusión de su trabajo terminal.

Cualquier alteración en el plazo estipulado para la realización del examen pre doctoral requerirá de la aprobación de la Comisión Académica.

La estructura curricular antes expuesta está en consonancia con los objetivos del Programa, es flexible, pertinente y da la certeza a sus estudiantes de obtener una fuerte formación teórico-práctica, actualizada y que los capacita para intervenir en la variada problemática de la educación matemática.

## **11. Nivel de dominio de un segundo idioma**

Los estudiantes deberán acreditar, como requisito de ingreso la obtención de 450 puntos del TOEFL institucional.

## **12. Modalidad establecida para la obtención del grado**

La obtención del grado tiene como eje central al trabajo de tesis, el cual deberá aprobarse tanto en su fase escrita como en su fase oral. Para la obtención del grado es necesario haber aprobado un examen pre doctoral que deberá acreditarse a más tardar en el semestre V, haber publicado dos trabajos, uno en revista con arbitraje riguroso y otro en memorias en extenso de un congreso internacional y haber aprobado los créditos mínimos contemplados en el plan de estudios.

## **13. Actividades complementarias del plan de estudios**

Por la naturaleza del Programa de Doctorado, adicionalmente a las actividades contempladas en el plan de estudios, que incluye la acreditación de cursos y de dos actividades académicas con un total de 206 créditos, dos publicaciones, un examen pre doctoral, las exposiciones en los Coloquios Semestrales y la elaboración de la tesis, los estudiantes deberán participar en las actividades extracurriculares que se realicen como congresos, seminarios y talleres.

De manera obligatoria el estudiante realizará una estancia académica en algún sector de incidencia del programa, con una duración de un semestre lectivo, pudiéndose realizar en varias etapas dentro de dicho semestre lectivo y deberá realizarse antes de concluir el octavo semestre. Para la realización de la estancia, el Director de Tesis propondrá a la Comisión Académica la institución o instancia receptora del doctorante y el plan de trabajo a desarrollar durante la misma; este plan de trabajo especificará las actividades a desarrollar por el estudiante con las cuales se evaluarán las materias correspondientes al semestre en el que se realice la estancia, de conformidad con los procedimientos señalados en los lineamientos generales del posgrado.

## IV. RECURSOS HUMANOS

### 1. Núcleo académico

La comunidad de profesores del área de Matemática Educativa de la Universidad de Sonora está integrada por miembros del Cuerpo Académico Matemática Educativa, la Academia de Matemática Educativa y del Departamento de Matemáticas que participan en las actividades del PMME. Esta planta de profesores posee el perfil para formar parte del núcleo académico de un Programa de Doctorado en esta área, pues cuenta con nueve doctores especialistas en el área de Matemática Educativa y un doctor en Educación. De ellos, nueve son profesores de tiempo completo indeterminados y uno es profesor de medio tiempo determinado. Seis cuentan con perfil PRODEP y dos son candidatos a investigador nacional del SNI. Es importante resaltar que todos los grados fueron obtenidos en instituciones externas y seis de ellos en programas de posgrado de competencia internacional.

Por otro lado, y con el propósito de integrar un núcleo académico con mayor solidez, se ha invitado a dos profesores de la Universidad Autónoma de Coahuila a formar parte del núcleo académico del Programa de Doctorado. Ambos profesores son miembros del Sistema Nacional de Investigadores y cuentan con formación doctoral en el área; se agrega a lo anterior la relación que dichos profesores han venido sosteniendo con la comunidad académica local de Matemática Educativa, vía la participación en redes de colaboración.

En total se está proponiendo un núcleo académico de 12 miembros, cuatro de los cuales pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores.

El trabajo sostenido por este cuerpo de profesores se manifiesta regularmente en diferentes acciones dentro y fuera del estado de Sonora: participación como jurados en exámenes de maestría y de doctorado en varias instituciones; colaboración en varias reuniones internacionales y nacionales de Matemática Educativa, presentando ponencias, avances de investigación e intervención, ofreciendo talleres e impartiendo conferencias y cursos a profesores y estudiantes de los distintos niveles educativos. Este tipo de acciones será continuado y ampliado en el Programa de Doctorado en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa (PDME).

Las actividades del núcleo académico del Programa de Doctorado estarán distribuidas en docencia, generación y aplicación del conocimiento, además de vinculación. En la docencia está comprendida la atención a cursos regulares de licenciatura y posgrado, más labores de tutoría. Las actividades de generación y aplicación del conocimiento serán manejadas a través de direcciones de tesis, trabajos conjuntos con colegas internos y externos, y la asesoría y solución de problemas en organizaciones educativas del entorno. Por otro lado, las actividades de vinculación son manejadas a través de la colaboración en redes académicas, grupos de trabajo, etc.

Es importante resaltar que las jornadas de los profesores atienden lo estipulado en las reglamentaciones que la Universidad establece, lo que permite asegurar que se brindará la atención personalizada a los futuros estudiantes del programa de doctorado.

En la Tabla 10 se resume la información sobre el perfil de la planta docente del Programa de Doctorado, usando la siguiente nomenclatura para las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC):

- Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas (DPD)
- Diseño de Proyectos de Intervención Didáctica en Matemáticas (DPI)

Tabla 10 Perfil de la planta docente del PDME

<b>Nombre</b>	<b>Grado</b>	<b>Disciplina del grado</b>	<b>Institución donde obtuvo el grado</b>	<b>LGAC</b>	<b>PRODEP / SNI</b>	<b>Tiempo de dedicación</b>
Ávila Godoy Ramiro	Doctor en Ciencias en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	DPD, DPI	PRODEP	PTC
Díaz Gómez José Luis	Doctor en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	DPD, DPI	PRODEP	PTC
Grijalva Monteverde Agustín	Doctor en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Legaria	DPD, DPI	PRODEP	PTC
Ibarra Olmos Silvia Elena	Doctora en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Legaria	DPD, DPI	PRODEP	PTC
Jiménez Rodríguez José Ramón	Doctor en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	DPD, DPI		PTC
Romero Félix César Fabián	Doctor en Ciencias en la especialidad de Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)	DPD, DPI	PRODEP	PTC
Soto Munguía José Luis	Doctor en Ciencias en la especialidad en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)	DPD, DPI	PRODEP	PTC
Chacara Montes María Mercedes	Doctora en Educación	Matemáticas	Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)	DPD, DPI	SNI (candidata)	PTC

Dávila Araiza María Teresa	Doctora en Ciencias en la especialidad en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)	DPD, DPI		PTC
Gloria Angélica Moreno Durazo	Doctora en Ciencias en la especialidad en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)	DPD, DPI	SNI (candidata)	PMT Determinado
José David Zaldívar Rojas	Doctor en Ciencias en la especialidad en Matemática Educativa	Matemática Educativa	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)	DPD, DPI	SNI (candidato)	MHS
Samantha Ana Luz Quiroz Rivera	Doctora en Innovación Educativa	Innovación Educativa	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	DPD, DPI	SNI (Nivel 1)	MHS

## 2. Organización académica

El personal académico que atenderá el posgrado está organizado, por la naturaleza del campo de conocimiento en el cual labora, en una academia y en un cuerpo académico que llevan el mismo nombre: Matemática Educativa, como ya se ha mencionado antes. También se colabora en el Bufete de Asesoría en Educación Matemática, instancia creada para servir de enlace entre el grupo de profesores y el entorno, vía la prestación de servicios de diferente índole.

Las actividades académicas y de gestión que se desarrollan por el personal académico son las siguientes:

- a) Participaciones como jurados en exámenes de grado en programas de posgrado, tanto en la Universidad como en instituciones educativas afines.
- b) Participaciones como jurados para el ingreso de nuevo personal académico en licenciatura y en posgrado, tanto en la Universidad de Sonora, como en otras instituciones educativas de nivel superior.
- c) Participaciones como miembros de comisiones colegiadas de la Institución, como por ejemplo el Consejo Académico de la Universidad de Sonora, el Comité de Ética de la Universidad de Sonora, el Colegio Académico de la Universidad de Sonora, la Comisión Responsable para la Asignación de Premios Anuales.
- d) Participaciones como evaluadores de proyectos de investigación, de proyectos de docencia, de artículos, de ponencias en eventos nacionales e internacionales y en comités editoriales de revistas de la especialidad.
- e) Codirecciones de tesis de maestría y doctorado, en universidades nacionales y extranjeras.
- f) Afiliación a asociaciones tales como la Sociedad Matemática Mexicana, la Asociación Mexicana de Investigadores en el Uso de la Tecnología en la Educación Matemática, la National Council of Teachers of Mathematics y la American Mathematical Society.
- g) Participaciones como conferenciantes invitados en eventos de alto nivel, como el Encuentro de la Real Sociedad Matemática Española-Sociedad Matemática Mexicana, Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, el Seminario Nacional de la Asociación Mexicana de Investigadores en el Uso de la Tecnología en la Educación Matemática y el Encuentro Internacional sobre la Enseñanza del Cálculo, Ciencias y Matemática.
- h) Colaboración en la organización de eventos de la especialidad, como la Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas, el Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, el Seminario Nacional de Tecnología Computacional en la Enseñanza y el Aprendizaje de la Matemática, el Seminario de Investigación sobre Modelación, Visualización y Representaciones en el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas en Medios Tecnológicos y el *Encuentro del Proyecto México-*

*Québec: Nouvelles approches technologiques dans les processus de modélisation mathématique des phénomènes d'intérêt humain.*

### **3. Programa de superación**

La actualización continua del personal académico se promueve mediante su participación en eventos nacionales e internacionales –coloquios, seminarios, congresos, encuentros- de reconocida calidad. Para instrumentar esta iniciativa, la Universidad de Sonora cuenta con una convocatoria semestral por medio de la cual se apoya económicamente la participación señalada.

Por otro lado, la movilidad e intercambio de profesores se promueve mediante estancias cortas de colegas que nos visitan, así como por estancias cortas de miembros del personal en instituciones receptoras. El personal académico tiene la posibilidad de participar en las convocatorias que con tal fin se emiten por la Universidad de Sonora.

Otra opción para la movilidad la constituyen los periodos sabáticos, las estancias postdoctorales, las cátedras, así como las dos plazas de profesor visitante con las que cuenta el Departamento de Matemáticas.

### **4. Personal de apoyo al programa**

Actualmente, se cuenta con personal secretarial de apoyo para la operación del programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa (PMME). Sin ningún problema, este personal puede asumir también las responsabilidades de atención para el programa de Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa. Además, se cuenta con personal de conserjería asignada específicamente al área física que ocupará el programa de doctorado y que será compartida con el PMME; dicho personal asumirá las labores de limpieza y apoyo administrativo que sean necesarias.

En estas condiciones, se puede asegurar que no se demandará nuevo personal de apoyo.

## V. INFRAESTRUCTURA

### 1. Espacios

Para la impartición de los cursos del programa se cuenta con seis aulas, ubicadas en el tercer piso del edificio 3K1 (3K1-301, 3K1-302, 3K1-303, 3K1-304, 3K1-305 y 3K1-306) de la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora. Todas ellas están equipadas con proyector, pantalla, pizarrón de acrílico, mesas, sillas, así como conectividad a internet, además de ser espacios refrigerados.

Estos espacios han sido rutinariamente utilizados para la realización de cursos, seminarios, talleres de actualización, además de seminarios de tesis de los alumnos del PMME, y pueden ser compartidos sin problema con los futuros alumnos del programa de doctorado. Por otro lado, la Institución cuenta con el edificio de la Unidad Integral de Posgrado, que tiene a disposición de los posgrados de la institución 8 aulas equipadas con proyector y computadora, para la impartición de clases, seminarios, presentación de tesis, entre otras actividades académicas.

En estos términos, se considera que se cuenta con los espacios físicos equipados convenientemente para la impartición de los cursos.

En el mapa que a continuación se muestra (Figura 2), se indica la ubicación de los espacios mencionados anteriormente.



Figura 2. Ubicación de la planta física que será ocupada por el Programa de Doctorado en Ciencias en Matemática Educativa (sección amarilla)

La Figura 3 corresponde a una de las aulas con las que se cuenta en el Edificio 3K1.



Figura 3. Una de las aulas del Edificio 3K1



Figura 4. Estructura de uno de los módulos donde se encuentran los cubículos para profesores

Todos los miembros de la planta académica cuentan con un cubículo refrigerado (Figura 5). Estos cubículos están organizados en módulos (Figura 4) ubicados en el segundo piso del edificio 3K2. Están acondicionados con mobiliario de oficina, una computadora personal, computadora portátil, servicio de internet, equipo para imprimir, fotocopiar y escanear, pizarrón de acrílico y extensión de teléfono.



Figura 5. Interior de uno de los cubículos

Para la realización de juntas y/o reuniones de trabajo diversas, se dispone de una sala de juntas, situada en el tercer piso del Edificio 3K1 (Figura 6), donde podrán llevarse a cabo reuniones de trabajo de las diferentes instancias con las que debe contar el Programa de Doctorado: Comisión Académica, Núcleo Académico, planta docente, comisión de ingreso, comisión de evaluación y las reuniones de los comités tutoriales.

Existe también una oficina asignada para el trabajo administrativo, también situada en el Edificio 3K1 (Figura 7), con espacio suficiente para que albergue también la futura coordinación del PDME.



Figura 6. Sala de juntas



Figura 7. Espacio para oficinas administrativas

Además de lo ya mencionado, el Departamento de Matemáticas cuenta con un auditorio que tiene capacidad para 120 personas, equipado con pantalla, cañón de proyección, acceso a internet y equipo de sonido, al cual se tendría acceso completo, como sucede con todos los programas académicos que el Departamento oferta (Figura 8).



Figura 8. Auditorio del Dpto. de Matemáticas de la Unison

Otro espacio físico del cual se podrá hacer uso es la Sala de Videoconferencias (Figura 9), la cual está equipada con computadora, internet, cañón de proyección, pantalla para proyectar, pantalla de plasma, equipo de sonido y equipo para videoconferencias. Esta área es utilizada regularmente, para la participación de la comunidad en eventos académico en línea.



Figura 9. Toma de la Sala de Videoconferencias del Dpto. de Matemáticas de la Unison  
Se cuenta con un espacio físico en el que se realizan parte de las actividades del Bufete de Asesoría en Educación Matemática (BAEM), equipado con tres computadoras personales, internet, dos impresoras y mobiliario, así como insumos de oficina (Figura 10).



Figura 10. Instalaciones del Consejo Permanente del BAEM

Finalmente, existe un espacio disponible para que sea compartido por estudiantes de maestría y doctorado en matemática educativa (Figura 11). Se trata de un área disponible las 24 horas del día ubicado en el tercer piso del edificio 3K1. El acceso al mismo está controlado por un dispositivo lector de huella digital. Es una sala equipada con mesas de trabajo, escritorios, sillas, pizarrón electrónico, pizarrón de acrílico, lockers, 10 computadoras de escritorio nuevas, acceso a internet, dos impresoras láser, un escáner, servibar, horno de microondas y depósito para agua purificada. Para la impresión de sus trabajos la sala cuenta con los insumos necesarios como papel, tóner y tinta.



Figura 11. Una toma de la sala destinada a apoyar las actividades extra clase de los estudiantes

## 2. Laboratorios y talleres

Al igual que sucede con los espacios físicos que se reseñaron en el apartado anterior, los cuales son actualmente utilizados para el desarrollo de las actividades del Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa, y que serían compartidos con los estudiantes del PDME, en el caso de laboratorios y talleres hay una serie de instalaciones cuyo uso sería también común. Éstos se describen a continuación.

- a) Laboratorio de calculadoras “Dr. Fernando Hitt Espinoza” (Figura 12), ubicado en el tercer piso del edificio 3K1 de la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora. Está equipado con una computadora personal, calculadoras 45 Voyage 200, además de diez Tablets adquiridas con recursos propios generados por el BAEM. Este espacio está disponible para el trabajo de los cursos, tiene capacidad para 40 estudiantes con mobiliario de escritorio individual y cuenta con pantalla, cañón, conectividad a internet y pizarra electrónica.



Figura 12. Vista de la Sala de Calculadoras “Fernando Hitt Espinoza”

- b) Centros de Cómputo. - Existen dos centros de cómputo, uno ubicado en la planta baja del Edificio 3K2 y otro ubicado en el Edificio 3K1. El primero (Figura 13) cuenta con 20 computadoras y el segundo con 25 computadoras personales (Figura

14). Estos espacios regularmente se utilizarán para el desarrollo de cursos normales del programa, así como para que los estudiantes pongan en escena sus propuestas de intervención didáctica o las actividades que resultan de los proyectos que vayan a efectuar.



Figura 13. Centro de Cómputo Edificio 3K2



Figura 14. Centro de cómputo del Edificio 3K1

c) Laboratorio de prototipos didácticos. En caso de que los proyectos de los estudiantes requirieran del diseño y elaboración de prototipos, se cuenta con este laboratorio, cuyo equipamiento es el siguiente:

- ✓ Grabador y cortador Láser.
- ✓ Ploter cortador de vinil.
- ✓ Ploter de inyección térmica tamaño rotafolio.
- ✓ Laminadora de 18 pulgadas en rollo.
- ✓ Dobladora de acrílico.
- ✓ Dobladora metálica.
- ✓ Taladro de pie.
- ✓ Compresor.
- ✓ Computadora e impresora.
- ✓ Router CNC.

d) Taller editorial. - Para la edición de materiales impresos de diversa naturaleza, el Departamento de Matemáticas tiene instalado el equipo necesario. Dicho equipo está a disposición de todos los programas docentes que se ofrecen en él, por lo que también será posible su uso, en caso de que los proyectos de estudiantes y profesores así lo requieran (Figura 15).



Figura 15. Parte de las instalaciones del Taller Editorial del Dpto. de Matemáticas

### 3. Biblioteca y acervos

En este rubro el PDME, contaría con el servicio de dos fuentes importantes de recursos bibliográficos y de acervos:

- a) El Sistema Institucional Bibliotecario.
- b) La Biblioteca Divisional de Ciencias Exactas y Naturales.

El Sistema Institucional Bibliotecario (SIB) se encuentra conformado por una biblioteca digital y 20 centros de documentación, los cuales ofrecen servicios en la modalidad de estantería abierta, con acceso totalmente automatizado, a través de la red institucional bibliotecaria (RIB), permitiendo llevar a cabo diversas tareas como consulta de catálogo en línea del acervo bibliográfico, servicio de auto préstamo y consulta en línea del estado de cuenta, donde el usuario puede verificar los préstamos activos o bien, renovarlos. Así mismo, pone a su disposición los servicios de préstamo para la consulta en sala, consulta a domicilio (préstamo externo), publicaciones periódicas para consulta, préstamo de Tesis, fotocopiado, módulo de consulta INEGI con mapas, CD's y libros estadísticos, entre otros. También se cuenta con una sala de usos múltiples con capacidad para poco más de 70 personas, la cual dispone de equipo de videoconferencia, TV LCD de 51", proyector multimedia y computadora con acceso a internet.

Es importante resaltar que la Biblioteca Central cuenta con un centro de acceso a la información para discapacitados visuales (CAIDIV), que favorece la integración de las personas con discapacidad visual a la educación superior, al poner a su alcance la tecnología y la capacitación para realizar un acceso fácil a la información, mediante equipo de cómputo y accesorios de tecnología adaptada.

Además, el SIB pone a disposición del usuario una sala de auto acceso a recursos electrónicos para consultar bases de datos de la Biblioteca, la cual cuenta con 47 bases de datos, 9,373 títulos de revistas, 79,253 libros electrónicos y 5,900 tesis digitales, los cuales pueden consultarse las 24 horas los 365 días al año vía Internet, dentro y fuera del campus universitario (acceso remoto). El material bibliográfico está catalogado y clasificado con el sistema de clasificación Library Congress (Biblioteca del Congreso de los Estados

Unidos) de tal forma que los usuarios pueden buscar a través de la RIB, su bibliografía en el catálogo electrónico, donde se le indica la ubicación del acervo por biblioteca, así como por sala y estante asignado en la misma. Además, las salas de todas las bibliotecas cuentan con estantes debidamente señalizados con la clasificación correspondiente para su fácil ubicación y acceso.

Para el apoyo del PDME se cuenta con una biblioteca especializada y actualizada, la Biblioteca de la División de Ciencias Exactas y Naturales, la cual se ubica en el Edificio 3K1. Cuenta con cuatro módulos de atención para grupos pequeños, 12 módulos de estudio individual y 210 asientos en su sala de lectura. El horario de atención es de 7:00 a 21:00 horas de lunes a viernes, y de 9:00 a 16:00 los sábados. El tipo de estantería es abierta con un total de 273 estantes, con fácil localización por la base de datos electrónica.

La biblioteca divisional brinda servicio a programas educativos de: Lic. en Geología, Lic. en Matemáticas, Lic. en Ciencias de la Computación, Ing. en Tecnología Electrónica, Posgrado en Ciencias con especialidad en Matemáticas (maestría y doctorado), en Física (maestría y doctorado) y Electrónica (maestría y doctorado), Licenciatura en Física Médica, Maestría y Doctorado en Nanotecnología, así como a la Maestría en Ciencias Geología y la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa.

El material bibliográfico está catalogado y clasificado de tal forma que los usuarios pueden buscar a través de la RIB su bibliografía en el catálogo electrónico, donde se le indica la ubicación del acervo por biblioteca, así como por sala y estante asignado en la misma. Además, las salas de todas las bibliotecas cuentan con estantes debidamente señalizados con la clasificación correspondiente para su fácil ubicación y acceso. La adquisición de libros y material bibliográfico forma parte del presupuesto ordinario de la institución, así como de programas derivados del presupuesto extraordinario.

La siguiente tabla muestra la información de la Biblioteca Divisional Ciencias Exactas y Naturales<sup>4</sup>

Tabla 16 Características de la biblioteca divisional

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Extensión en metros cuadrados de biblioteca	1,236
Extensión en metros cuadrados del área ocupada por el personal	40
Área en metros cuadrados ocupada por estantería	86
Extensión en metros cuadrados asignada para lectura	1,110

<sup>4</sup> Datos oficiales de la página web de la Biblioteca Divisional de Ciencias Exactas y Naturales, actualizados al 17 de octubre de 2019, <http://www.bibliotecas.uson.mx/fichatecnica.aspx?n=15>

Número de Cubículos	4
Número de módulos para estudio individual	12
Asientos	210
Horario de atención	Lunes-Viernes 7:00 - 21:00hrs y Sábados de 9:00 - 16:00hrs
Días de servicio al año	257
Tipo de catálogo	electrónico
Tipo de estantería	abierta
Número de estantes	273
¿Cuenta con Sala de Usos Múltiples?	✓
Ubicación	Edificio 3-K Calle de la Sabiduría
<b>SERVICIOS</b>	
Total de servicios	122,124
Total de consultas electrónicas	128,491
Resumen de servicios	
Catálogo en línea, préstamo interno, préstamo externo, auto préstamo, sala general, Sala de Consulta, Tesis y Reserva, Sala de Auto Acceso a Bases Datos, Sala de Publicaciones Periódicas, Sala de Usos Múltiples, Videoteca, módulos de estudio individual, cubículos para estudio grupal, servicio de buzón para devolución de material bibliográfico, servicio de fotocopiado, servicio de GeoInfoMex.	
<b>COLECCIONES</b>	
Consulta	✓
Generales	✓
Hemerográficas	✓
Audiovisuales	✓
Electrónicas	✓
<b>ACERVO</b>	
Volúmenes	20,407
Títulos	11,824
Tesis	3,678
Mapas	0
Películas, videocasetes	8
Bases de datos	47
Publicaciones periódicas (títulos)	240

Discos compactos	53
<b>RECURSOS</b>	
Mesas	44
Sillas	210
Impresoras	4
Computadoras	26
DVD	4
Acceso a internet	✓

También se cuenta con servicio de bibliotecario digital, el cual consiste en estar en contacto con el usuario de manera permanente en un horario establecido, para apoyar en las dificultades encontradas al consultar algún sistema o en la recuperación de un documento no disponible en biblioteca digital. Al estar fuera del horario de servicio el usuario puede enviar vía correo electrónico su necesidad de información.

#### **4. Redes y bases de datos**

La Universidad de Sonora cuenta con la disponibilidad de acervos electrónicos mediante las facilidades que ha establecido la Dirección de Bibliotecas de la Dirección de Servicios Universitarios, mediante la Red Institucional Bibliotecaria.

En cuanto a bases de datos, actualmente el SIB tiene bajo su resguardo un total de 302,319 títulos de libros con 472,392 volúmenes, distribuidos en las diferentes bibliotecas que lo constituyen. En particular, la Biblioteca Divisional de Ciencias Exactas y Naturales cuenta con un acervo básico, especializado y de consulta, con 11,824 títulos de libros y 20,407 volúmenes respectivamente.

Además, a través de Biblioteca Digital se tiene acceso a una colección de libros electrónicos constituida por 79,253 803 títulos, de los cuales 803 son afines a Matemática Educativa. Estos títulos incluyen temas como: aprendizaje de matemáticas, enseñanza en matemáticas, diseño de tecnología en matemática educativa, modelos matemáticos para la enseñanza, entre otros. La fecha de edición de títulos fluctúa entre 2005 y 2018, contando con una colección actualizada (ver Anexo 4 - Libros electrónicos).

La colección de bases de datos de la Biblioteca Digital está integrada por 47 títulos con información referencial y a texto completo, que incluyen las revistas más prestigiosas de las diferentes áreas del conocimiento. Del total de bases de datos, 12 de ellas contienen información acorde a al área de Matemática Educativa como lo son: Academic Search Complete, Conference Proceedings Citation Index, ERIC, Fuente Académica, MathScinet, Science Citation Index, Scopus, entre otras.

De las 29 colecciones de revistas electrónicas de la Biblioteca Digital, que cubren en su totalidad 9,373 títulos, para la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa se cuenta con 70 títulos de revistas especializadas para el programa, que incluye

editores prestigiados como: Educational Studies in Mathematics (Springer), International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education (Springer), International Journal of Science and Mathematics Education (Springer), Journal of Applied Research in Higher Education (Emerald Group Publishing Limited), Journal of Mathematics Teacher Education (Springer), Learning and Instruction (Elsevier), Mathematics Education Research Journal (Springer), Revista Mexicana de Investigación Educativa (Prisma), Teaching and Teacher Education (Elsevier), The Mathematics Teacher (NCTM), ZDM Mathematics Education (Springer), entre otras (ver anexo 4 – Revistas).

## 5. Equipamiento

- a) Laboratorio Central de Informática
- b) Área de cómputo de alto rendimiento (ACARUS)

Además de los espacios y equipamiento ya mencionado en la sección anterior, la Universidad cuenta con un Laboratorio Central de Informática<sup>5</sup> (LCI) que ofrece servicios a estudiantes, académicos e investigadores activos de los distintos programas educativos que ofrece la Universidad. El laboratorio se encuentra ubicado en el edificio 12-F, en la plana alta de la Biblioteca Central Universitaria y tiene un horario ordinario de servicio es de lunes a viernes de 7:00 a 20:00 horas y sábados de 9:00 a 13:00 horas

El Laboratorio Central de Informática ofrece servicios a estudiantes académicos e investigadores activos en la Institución, dentro de los que se incluye utilización de equipo de cómputo, préstamo de equipos para eventos institucionales y externos, registro de cuenta de correo electrónico y servicios complementarios tales como diversos tipos de impresión láser, color, tamaño carta, doble carta, plóter, digitalización de imágenes, servicio de papelería (consumibles), enmicado, engargolado, venta de artículos promocionales con logotipo UNISON, resello de credenciales y entrega de nips para portal de alumnos.

Actualmente, el LCI tiene instalados 272 equipos de última generación distribuidos de la siguiente manera: 7 se destinan para la revisión de archivos, uno para el Aula Polivalente Universitaria y el resto de los equipos se ubican en nueve salas donde se ponen a disposición de los usuarios para realizar actividades académicas en forma individual o para trabajo en grupo, como se muestra en la Tabla .

Tabla 17. Distribución de equipos de cómputo en cada sala del LCI

Sala	Cantidad de equipos	Tipo
Sala A	38	Equipos Individuales
Sala B	38	Equipos Individuales
Sala C	38	Equipos Individuales
Sala D	34	Equipos Individuales

<sup>5</sup> <http://www.lci.uson.mx/index.php?lci>

Sala E	34	Equipos Individuales
Sala F	16	Trabajo en Grupo
Sala G	31	Sala de Capacitación
Sala H	18	Trabajo en Grupo
Sala I	17	Trabajo en Grupo

Todas las computadoras del LCI se encuentran conectadas a la red universitaria, además cuentan con conexión a Internet disponen de todos los servicios digitales con que cuenta la universidad, como revistas electrónicas, libros, tesis digitales, tutoriales, bancos de información, bases de datos, metabuscadores y portales académicos. Además, todos los equipos están protegidos con licencia de antivirus Microsoft System Center, Endpoint Protection. También se cuenta con acceso a internet inalámbrico.

Los equipos de cómputo del LCI disponen de licencias para los siguientes programas, para su uso *in situ* o en red (Tabla 11):

Tabla 11. Software disponible en el LCI

<b>Programa</b>	<b>No. de licencias</b>
Fathom	ilimitado
Solidworks	200
MatLab	90
AutoCAD “Autodesk Master Suite”	75
MathCAD	70
Adobe Creative Suite 6 Design & Web Premium	60
SPSS	60
Microsoft Visio	55
ContPAQi	50
Corel Draw X6	30
Grapher	30
Microsoft Visual Studio Professional	30
Surfer	30
SigmaPlot	20
Adobe Creative Suite 6 Master Collection	17
Photoshop	15
Vegas Pro	4
Statgrafics	1

Además, los equipos cuentan con Microsoft Windows 10, Microsoft Office, Acrobat Reader X, LibreOffice, 7-Zip, IrfanView, Mozilla Firefox, Google Chrome, Google Earth, SketchUp, Gimp, Inkscape, Netbeans, Java y Movie Maker.

También se dispone del Aula Polivalente Universia acondicionada con mobiliario, pizarrón interactivo, equipo de proyección y cómputo para recibir, producir o reproducir clases a distancia y videoconferencias.

Adicionalmente, el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora cuenta con un área de cómputo de alto rendimiento (ACARUS) para el apoyo a las actividades de los cuerpos académicos, con las siguientes características<sup>6</sup>:

- Hardware. *Ocotillo*: 1 Cluster de 1248 Cores de CPU'S, 15 tarjetas GPGPU y dos nodos de visualización. *Choya*: 1 Cluster de 14 nodos.
- Conectividad: El ACARUS está interconectado a través del backbone de fibra óptica de la Unison, por lo que desde cualquier departamento o laboratorio los usuarios pueden acceder a alta velocidad a los equipos disponibles en el área. Hacia el exterior el ACARUS cuenta con un enlace de fibra óptica tipo E3 (de hasta 34 Mbps) para acceder a Internet (10 M) e Internet 2 (5M). Esto garantiza el acceso a alta velocidad a los recursos de cómputo de alto rendimiento que provee el área a sus usuarios.
- Software:

Tabla 19. Software en Ocotillo

Aplicaciones	Versiones Instaladas	Categoría
Centos	6.2 y 7.2	Sistema Operativo
Ganglea	3.7	Monitor de recursos
Limpack	2.0	Benchmark
Gaussian	09	Química Cuántica
Gromacs	5.0.4 y 5.1.2	Dinámica Molecular
Quantum Espresso	5.0.2 y 5.0.3	Cálculos Estructuras Electrónicas
NAMD	2.11	Dinámica Molecular
NWChem	6.1, 6.5 y 6.6	Química Computacional
Ansys	V17	Aplicación
MATLAB	R2011b	Aplicación
Aplvoro	3.0-28.1	Aplicación
Intel Parallel Studio XE	2011, 2013, 2015 y 2017	Compilador

<sup>6</sup> Información tomada de [http://acarus.uson.mx/infra\\_introduccion.htm](http://acarus.uson.mx/infra_introduccion.htm) el 5 de noviembre de 2019.

Devtoolset	1, 2, 3	Herramientas de Desarrollo
x86_Open64	4.5	Compilador
ACML	5.2.0, 5.3.1, 6.1.0	Librería Matemática
Cuda	5.5, 6.0, 6.5, 7.0	Compilador
OpenMPI	1.4.3, 1.8.3	Librería
Intel MPI	5.1.1	Librería
Mvapich2	1.0a2	Librería
TurboVNC	2.3	Escritorio Remoto
VNC viewer	6.1.0	Escritorio Remoto

Tabla 12. Software en Choya

<b>Aplicaciones</b>	<b>Versiones Instaladas</b>	<b>Categoría</b>
Centos	6.2	Sistema Operativo
Intel Parallel Studio XE	2013	Compilador
MPICH	3.1.2	Librería Matemática
OpenMPI	1.8.3	Librería paso de Mensajes
Enthought Canopy	1.4.1	Aplicación
Geany	1.2.4	Editor
NumPy	1.3	Librería Cómputo Científico
Matplotlib	0.99	Librería de Graficación
TurboVNC	2.3	Escritorio Remoto
NoMachine	5.1.26	Escritorio Remoto

El Departamento de Matemáticas también se cuenta con licencias del siguiente software:

- Matlab versión R2010b, 20 licencias en red.
- Maple versión 12, 20 licencias en red.
- SPSS versión 16, 20 licencias en red.
- Mathematica versión 7, 20 licencias en red.
- Scientific Workplace versión 5.5, 16 licencias en red.
- Cinderella versión 2, 30 licencias en red.
- Geometer's Sketchpad, 50 licencias individuales.
- Cabri II Plus 1.43, licencias ilimitadas para el campus.
- WinEdt versión 5.5, 25 licencias en red.
- Maple TA, 1000 licencias para uso simultáneo.

También se cuenta con licencias administradas por la Dirección de Informática para:

- Fathom versión 2.4, **licencias** ilimitadas para el campus.
- Sistema operativo Microsoft Windows versión 7, 8, 10.
- Microsoft Office versión 2016.
- Microsoft Office versión 365.
- Antivirus Microsoft EndPoint 2012.

En el caso de software libre y/o gratuito

- MiKTeX
- GsView
- Ghostscript
- TeXnicCenter
- Geogebra
- Maxima
- R project
- Python
- Winplot
- Graphmatica
- Dev-C++
- GnuFortran
- WinDjView
- CodeBlocks
- Texmaker
- Textstudio
- R Studio

La Universidad de Sonora cuenta con el Área de Soporte Técnico de la Dirección de Informática, la cual ofrece los servicios de mantenimiento a los equipos de cómputo y a la red institucional con personal altamente capacitado. Los principales servicios atendidos por esta área son: mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, implementación y control de antivirus para todas las computadoras personales, actualizaciones y asesorías personalizadas a personal administrativo y académico. Se apoya la conectividad en eventos académicos donde se requiera personal especializado.

La atención a profesores y estudiantes del posgrado cuando requieren usar las tecnologías de información y comunicación se ofrece por profesionales en informática y el servicio es oportuno.



## VI. VINCULACIÓN

### 1. Convenios

La Matemática Educativa es una disciplina que tiene como uno de sus objetivos más nobles y trascendentes la incidencia en el medio educativo mediante acciones concretas que contribuyan a mejorar el aprovechamiento de los estudiantes y el desempeño de los profesores en cualquier nivel escolar.

La planta de profesores que labora en el área de Matemática Educativa ha orientado sus esfuerzos hacia este objetivo, teniendo un impacto notable en diversas instituciones públicas y privadas a través del Bufete de Asesoría en Educación Matemática (BAEM). El Programa de Doctorado dará continuidad y profundidad a esta línea de trabajo, incorporando a los estudiantes del programa en diversos proyectos que beneficien a las instituciones educativas y a su vez contribuyan a la formación integral de los estudiantes.

Los vínculos académicos del grupo de profesores del Cuerpo Académico de Matemática Educativa y de la Academia de Matemática Educativa, vía el BAEM, han producido beneficios tangibles en diversas instituciones públicas y privadas de diferentes niveles educativos a través del establecimiento y ejecución de convenios, contratos y distintas solicitudes de colaboración interinstitucional; algunos de ellos son los siguientes:

- Diseño de Libros de texto de las asignaturas de matemáticas para el *Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora*.
- Impartición de curso de actualización docente para profesores de matemáticas en carreras de ingeniería para el Instituto Tecnológico de La Paz.
- Impartición de cursos sobre diseño de secuencias didácticas y evaluación de competencias matemáticas para el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.
- Impartición de diplomado “La enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria” para profesores del Colegio Thezia.
- Elaboración de plan de estudios y textos de la Especialidad “Uso de tecnología digital en la enseñanza de las matemáticas”, para el Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora (CRFDIEES).
- Impartición del curso-taller de capacitación de profesores en uso del software dinámico GeoGebra en la Universidad Tecnológica de Hermosillo.
- Participación como jurados en exámenes de maestría y doctorado en instituciones como Cinvestav-IPN, Universidad de Quebec en Montreal y la Universidad Autónoma de Zacatecas.

Estos ejemplos sientan la base para establecer el impacto que un programa de doctorado en Matemática Educativa tendrá sobre diversos sectores de interés, así como para mostrar distintas actividades en que pueden ser incorporados los estudiantes del programa. Este tipo de acciones permiten, por un lado, trasladar los beneficios de los avances generados en la disciplina a otros sectores y comunidades del entorno y, por otro lado, la

incorporación de estudiantes en la ejecución de acciones concretas que contribuyan en su formación profesional, pues se constituyen en un espacio de aplicación de los conocimientos construidos en su paso por el posgrado.

- Los convenios del Programa de Doctorado con organizaciones del ámbito profesional, instituciones de educación superior y centros de investigación se construirán sobre la base aquellos establecidos por la planta de profesores del Cuerpo Académico de Matemática Educativa, de la Academia de Matemática Educativa, así como de profesores del Departamento de Matemáticas que colaboran en las actividades del área de Matemática Educativa. Aunado a estos convenios, el programa de doctorado ampliará su diversidad considerando a las siguientes instituciones educativas con las cuales la comunidad de Matemática Educativa ha tenido acercamientos académicos que sientan la base para la formalización de futuros convenios de colaboración, en beneficio mutuo de los estudiantes del PDME y las instituciones involucradas:
  - Escuela Normal Superior de Hermosillo
  - Universidad Autónoma de Coahuila
  - Universidad de Colima
  - Universidad Autónoma de Nuevo León
  - Universidad de Guadalajara
  - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
  - Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
  - Universidad Autónoma de Zacatecas
  - Universidad de Los Lagos, en Chile
  - Asociación de Escuelas Particulares de Hermosillo
  - Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora
  - Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Sonora (CECYTES)
  - Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS)
  - Dirección de Escuelas Secundarias de la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Sonora.

Por la naturaleza profesional del Programa de Doctorado, se considera adecuado que las instituciones y organizaciones con las cuales se establezcan convenios sean, en su mayoría, instituciones donde los estudiantes del programa puedan realizar estancias académicas dirigidas a la realización de las intervenciones educativas correspondientes a sus trabajos terminales y al enriquecimiento de su formación durante los estudios de doctorado.

## **2. Intercambio y movilidad**

La planta de profesores del área de Matemática Educativa ha realizado diversas acciones de intercambio académico, las cuales han abierto las puertas para continuar estos tipos de colaboración con el programa de doctorado.

Por ejemplo, los vínculos académicos con investigadores destacados adscritos a instituciones de educación superior han permitido que estos últimos funjan como jurados en exámenes de grado del PMME. Se ha contado con la participación de integrantes de IES de al menos nueve estados del país, integrantes de Centros de investigación como Cinvestav-IPN y CICATA-IPN y de universidades extranjeras como la Universidad de Los Lagos (República de Chile) y la Universidad de Barcelona, (España).

Estos vínculos profesionales establecidos por los profesores del área de Matemática Educativa con diversas instituciones y sus comunidades garantizan el apoyo para poner en marcha el Programa de Doctorado, con colaboraciones como la impartición de cursos semestrales, seminarios, talleres, conferencias y estancias cortas. Asimismo, abren la puerta a diversas acciones de movilidad para los estudiantes del Programa de Doctorado como: estancias académicas en centros de investigación e instituciones de educación superior nacionales y extranjeras, así como la participación en congresos académicos nacionales e internacionales y la integración a grupos de trabajo y organizaciones nacionales e internacionales como la Asociación Mexicana de Investigadores del uso de Tecnología en Educación Matemática (AMIUTEM) y el Comité Latinoamericano de Matemática Educativa (CLAME).

Los profesores del Cuerpo Académico de Matemática Educativa y de la Academia de Matemática educativa han gestionado 24 estancias académicas para estudiantes del PMME desde 2014, involucrando a diversas instituciones nacionales y extranjeras de educación superior y centros de investigación. Además, han impulsado la participación de sus estudiantes en eventos académicos, teniendo en promedio 41 participaciones de estudiantes por año en congresos nacionales e internacionales desde 2013, las cuales han fructificado en un aproximado de 90 artículos publicados en memorias, actas y revistas nacionales e internacionales.

### **3. Difusión del programa**

El Programa de Doctorado contará con un sitio web que brindará la información más relevante del posgrado, el cual será accesible directamente y también desde las páginas web de la Universidad de Sonora y de la Dirección de Investigación y Posgrado, las cuales concentran los enlaces a los programas de posgrado que forman parte de la oferta educativa de esta institución.

Al pertenecer al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad, el programa de doctorado será difundido en los medios que para ello destina el Conacyt.

El programa de doctorado participará activamente en eventos de difusión de posgrados de calidad como la Feria de Posgrados de Conacyt. También se participará anualmente en la Feria de Posgrados del Encuentro para Jóvenes Investigadores (as) de RELME, que se lleva a cabo en el marco del congreso de matemática educativa con más asistentes en América Latina, y que vuelve a este congreso un espacio perfecto para dar a conocer el programa de doctorado a profesores y estudiantes de programas de maestría de instituciones diversas de Latinoamérica.

Aunado a esto, la página web del programa de doctorado será difundida directamente por académicos de los diversos programas de maestría, con quienes la planta de profesores del PMME ha establecido vínculos académicos y quienes reconocen la calidad del trabajo que se realiza en el programa.

## **VII. RECURSOS FINANCIEROS**

### **1. Recursos financieros para la operación del programa**

Se cuenta con los recursos financieros suficientes para el funcionamiento adecuado del Programa de Doctorado. Los recursos esenciales están cubiertos con la infraestructura actual, pudiendo compartir aulas y centros de cómputo, con otros programas que se asientan físicamente en el Departamento de Matemáticas.

Por otra parte, siguiendo los lineamientos administrativos de la Universidad, el Programa de Doctorado sólo abrirá una generación de estudiantes en caso de contar con un mínimo de 5 estudiantes, cuyas aportaciones de colegiatura e inscripción a cada materia, aportaría recursos al posgrado de acuerdo a las cantidades establecidas por la institución para tales efectos.

La planta docente cuenta con 8 doctores con nombramiento definitivo como PTC y dos más que con nombramiento de MHS que colaboran activamente en el Programa de Maestría, quienes tienen completa disposición de incorporarse a este proyecto. Asimismo, se cuenta con la participación de dos doctores externos, ambos del posgrado en Matemática Educativa de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Los recursos computacionales y bibliográficos son adecuados y suficientes, tanto la bibliografía que se encuentra físicamente en la Biblioteca de la División de Ciencias Exactas y Naturales, como las bases de datos a las que se tiene acceso en la institución.

De este rubro se hizo una descripción amplia y detallada en el apartado correspondiente a la infraestructura, presentando el acervo de la Biblioteca de la División de Ciencias Exactas y Naturales, ubicada en el Edificio 3K1.

Por otra parte, es posible hacer readecuaciones al cubículo de estudiantes del PMME para que los alumnos de doctorado cuenten con espacio.

En lo que respecta a la parte operativa, se cuenta con el presupuesto de recuperación de cuotas de inscripción.

### **2. Fuentes alternativas de financiamiento**

Dado que este Programa de Doctorado está dirigido para atender la problemática educativa fundamentalmente del sector público, es necesario contar con fuentes de financiamiento alternos a los referentes al gasto operativo, de tal manera que se puedan apoyar las actividades de los estudiantes como la asistencia a eventos académicos, el equipamiento necesario para sus estudios, invitación de profesores externos para participar en actividades extracurriculares y, en general, para las actividades académicas que complementan la formación recibida en sus cursos escolares.

En ese sentido, adicional a lo ya señalado, el Programa de Doctorado podrá hacer uso de los recursos que se generen por las acciones de vinculación del Bufete de Asesoría en Educación Matemática (BAEM).

Los recursos que genera el BAEM no se pueden cuantificar porque dependen de la cantidad y el tipo de convenios que se establezcan con instituciones educativas externas, pero como ejemplo de su importancia es pertinente decir que en los últimos seis años, adicionalmente al 20% que ha entrado a la Universidad de Sonora por el cobro de los servicios ofrecidos (en concordancia con el Reglamento de Ingresos Propios), en promedio al fondo de recursos propios de la Maestría en Matemática Educativa han ingresado \$100,000.00 anuales.

Por otra parte, es posible apoyar las actividades de los estudiantes por medio de los proyectos de investigación y docencia de los profesores del posgrado, tanto los de financiamiento interno como externo, así como de los proyectos de apoyo federal. En el caso de los proyectos de apoyo federal, tanto el Departamento de Matemáticas como la División de Ciencias Exactas y Naturales han sometido apoyos para estudiantes y profesores del posgrado, tanto para asistencia a eventos académicos como para la realización de estancias cortas en otras instituciones. Asimismo, se contemplan proyectos para fortalecer la infraestructura y la invitación de académicos distinguidos en la especialidad, de otras partes del país y del extranjero.

Debe resaltarse, por otra parte, que la asistencia a eventos académicos nacionales e internacionales es apoyada, para el caso de los profesores, con recursos de la Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad de Sonora.

Los elementos anteriores fueron seleccionados de los siguientes documentos: Criterios para la Formulación y Aprobación de Planes y Programas de Estudio (UNISON, 2002), Reglamento de Estudios de Posgrado (UNISON, 2013), Marco de Referencia para la Evaluación y Seguimiento de Programas de Posgrado Presenciales (CONACYT, versión 6), Guía metodológica para elaborar la fundamentación de un plan de estudios (UNAM, 2017), así como la Guía para el Diseño de Nuevos Planes de Estudio y Reestructuración de Programas de Posgrado, (Dirección de Investigación y Posgrado de la Universidad de Sonora, 2018).

## VIII. ANEXOS

ANEXO I. Programas de Asignatura

ANEXO II. CVU actualizado de CONACyT, del personal académico.

ANEXO III. Dictámenes de expertos.

ANEXO IV. Acervo bibliográfico.

ANEXO V. Convenios con IES o los sectores.

ANEXO VI. Lineamientos específicos de operación del programa.



El saber de mis hijos  
herá mi grandeza  
**DEPARTAMENTO  
DE MATEMÁTICAS**