UAGro

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

Facultad de Matemáticas

PLAN DE ESTUDIOS
DOCTORADO EN MATEMÁTICAS

Chilpancingo, Guerrero a mayo de 2020

DIRECTORIO GENERAL

Dra. Berenice Illades Aguiar
Directora General de Posgrado e Investigación

Dr. Crisólogo Dolores Flores
Director de Posgrado

Dr. Armando Morales Carballo
Director de la Facultad de Matemáticas

Dr. Ramón Reyes Carreto
Coordinador de Doctorado en Matemáticas

Elaboración del Plan:

1. Dr. Ramón Reyes Carreto
2. Dr. Juan Carlos Hernández Gómez
3. Dr. Francisco Julián Ariza Hernández
4. Dr. José María Sigarreta Almira
5. Dr. Marco Antonio Taneco Hernández
6. Dr. Flaviano Godínez Jaimes
7. Dr. Martín Patricio Árciga Alejandre
8. Dr. Ricardo Abreu Blaya
9. Dr. Jorge Sánchez Ortiz

Asesores Académicos:

1. Dr. Crisólogo Dolores Flores.
2. Dr. Antonio Zavaleta Bautista.

Asesores Técnicos:

1. MC. Gerardo Ibáñez Dolores.
2. MC. Cynthia África Casiano Aguirre.

ÍNDICE

NOMBRE DEL PROGRAMA

DOCTORADO EN MATEMÁTICAS

GRADO QUE SE OTORGA

DOCTOR EN MATEMÁTICAS

UNIDAD ACADÉMICAS QUE LO IMPARTE

FACULTAD DE MATEMÁTICAS

1. JUSTIFICACIÓN

1.1 Pertinencia del Posgrado

En la Universidad Autónoma de Guerrero estamos conscientes de que la nueva oferta educativa institucional debe estar regida por dos grandes directrices. En primer lugar, debe estar en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, en el cual se establece el derecho a la educación como una de sus prioridades (Secretaría de Gobernación, 2019), además de tomar en cuenta las áreas prioritarias definidas por el Gobierno Federal. En segundo lugar, la nueva oferta educativa debe corresponder con las tendencias teóricas-metodológicas a nivel nacional y mundial, y las nuevas necesidades de aplicación del conocimiento para garantizar la formación de profesionistas poseedores de los conocimientos necesarios y vigentes que les permitan en primer lugar, insertarse en el mercado laboral; y, en segundo lugar, realizar investigación de punta en las áreas de desarrollo de la matemática. De esta manera, se podrá garantizar la formación de investigadores capacitados y comprometidos con el desarrollo nacional, regional y estatal.

1.1.1 En lo Nacional y Regional

En los países más desarrollados se han estado realizando esfuerzos para impulsar la matemática y su investigación, tanto pura como aplicada, como un factor determinante en el desarrollo científico-tecnológico de sus sociedades. Como ejemplos está la creación del Consorcio Europeo para las Matemáticas de la Comunidad Económica Europea, los proyectos de creación de Programas Universitarios de Matemática promovidos por la Sociedad Industrial de Matemática Aplicada (SIAM). Los campos de trabajo para los profesionales de las matemáticas en estos países abarcan la industria aeronáutica, manufacturera, farmacéutica, de comunicaciones, petroquímica, el sector financiero, el sector gubernamental y de servicios, entre otros.
SIAM ha realizado varios estudios sobre el papel de los matemáticos en el ámbito no académico y ha hecho algunas propuestas sobre los conocimientos y habilidades que se requieren (ver Tabla 1 y Tabla 2)

Tabla 1 Papel de los matemáticos según empleadores (SIAM)

Desarrollo de algoritmos y métodos	27%
Modelación y simulación	23%
Análisis estadístico	15%
Otros	35%

Tabla 2 Áreas de conocimiento requeridas para el trabajo "no académico" (SIAM)

Modelación y simulación	Análisis/ecuaciones diferenciales
Métodos y análisis numérico	Investigación de operaciones/optimización
Estadística	Matemáticas discretas
Probabilidad	

Lo anterior pone manifiesto la pertinencia y necesidad de crear posgrados en matemáticas, en lo fundamental, que tributen a las áreas de las matemáticas anteriormente mencionadas. Actualmente, diversos posgrados en el mundo y, en particular, en México ofrecen grados de doctorado enfocados en dichas áreas. Además, cabe destacar que mucho de los avances y crecimiento científico-tecnológico, en general, de la sociedad se sustenta y/o genera en las Universidades, Centros de investigación o Institutos especializados.

Guerrero es un estado que apuesta a la educación como un medio de desarrollo, esto queda de manifiesto al observar que dentro de las estrategias transversales del Plan Estatal de Desarrollo 2016-2020 reconoce en la educación de calidad una estrategia para lograr el desarrollo sostenido del estado. Así mismo, se reconoce la importancia estratégica de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico y social y que en Guerrero se requiere de un esfuerzo importante para contar con un programa de investigación y desarrollo en ciencia tecnología e investigación de gran visión y largo plazo. Además de reconocer que el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en Guerrero ha sido escasa, su infraestructura científico-tecnológica relativamente joven y de contar con pocas instituciones con tradición y experiencia en investigación y de ocupar el último lugar nacional de entidades en el RENIECYT (Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas), con apenas 26. Aunado a esto, la inversión estatal en ciencia y tecnología es cercana al 0.02% de su presupuesto anual, ocupando el lugar 22 nacional (Gobierno del Estado de Guerrero, 2020).

Es por esto, que este programa de Doctorado en Matemáticas a desarrollarse en la Universidad Autónoma de Guerrero, está pensado para la formación de capital humano con arraigo en el estado que conozca de cerca la problemática local y socialmente comprometido para brindar solución a los problemas estatales, regionales y nacionales desde la matemática.

El Doctorado en Matemáticas, tiene como finalidad la formación integral de investigadores de alto nivel, capaces de generar conocimiento de frontera, identificar y proponer problemas de investigación original básica y aplicada, plantear estrategias de solución y capacidad de comunicar en forma oral y escrita los resultados de sus investigaciones.

Es innegable que el estado de Guerrero ha realizado numerosos esfuerzos por incrementar y acelerar el proceso de desarrollo de su capital humano en ciencia y tecnología. A manera de ejemplo, hasta 2019 el estado cuenta con 139 miembros del Sistema Nacional de Investigadores (96% laboran en la UAGro); cuenta con 32 programas educativos de posgrado en PNPC (31 de ellos pertenecientes a la UAGro), esto sin contar que el estado cuenta investigadores provenientes del Programa de Repatriaciones y, en los últimos años, de las Cátedras CONACyT para Jóvenes Investigadores.

Sin embargo, la heterogeneidad en el territorio mexicano es más marcada cuando observamos que las regiones con menor desarrollo económico e industrial, también son las regiones con menor número de investigadores per cápita, ocasionando la centralización de la investigación en México y provocando un mayor rezago en aquellas entidades que tradicionalmente no han sido privilegiadas. El número total de investigadores pertenecientes al SNI en 2019 fue de 28,578 y la población en el mismo año fue estimada en 126,577,691 personas, esto da índice de 22.5 investigadores en el SNI por cada 100,000 habitantes en México. Sin embargo, en el Estado de Guerrero, con una población estimada de 3,658,731 habitantes, al 2019 sólo tiene a 139 investigadores en el SNI, es decir, 3.7 investigadores pertenecientes al SNI por cada 100,000 habitantes, casi la sexta parte a nivel nacional.

Al tercer trimestre de 2019 México contaba con un estimado de 57,349,577 Personas Económicamente Activas (PEA), haciendo el cálculo de la proporción de investigadores por cada mil habitantes Económicamente Activos se tiene un índice de 0.49. Comparando esta cifra no con países avanzados, como Alemania, con 7.9, o el Reino Unido, con 8.2, sino con algunos países de América Latina se tiene que México tiene uno de los índices más bajos de la región, por ejemplo, Argentina cuenta con cerca de 2.5 investigadores por cada mil PEA. (INEGI, 2020), (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2020).

Lo anterior evidencia la imperiosa necesidad de la formación de capital humano en México, pero puntualmente en Guerrero, que debe ser una prioridad impostergable. En este contexto, el Doctorado en Matemáticas es congruente al contribuir directamente en esta dirección, y en correspondencia con las áreas prioritarias de desarrollo establecidas.

En el año el 2001 nuestro país estaba invirtiendo el 0.40% del PIB en actividades de investigación y desarrollo experimental, durante el periodo 2001-2006 se pretendió aumentar este financiamiento, de manera que para el año 2006 se invirtiera el 1% del PIB en este rubro; situación que no se ha materializado en la actualidad (2020). La formación de investigadores de alto nivel, doctores, como renglones prioritarios para el desarrollo de la ciencia y la técnica; está en las bases de la política científicas del país y seguirá siendo una prioridad para México, en particular para el Estado de Guerrero, mientras el crecimiento económico, el bienestar social y el desarrollo cultural dependan de la capacidad que se tenga para generar, transferir y aplicar el conocimiento en forma responsable, pertinente e innovadora.

En la misma dirección, somos del criterio, que este es momento histórico-concreto para que la Universidad Autónoma de Guerrero aporte a la sociedad del conocimiento y, en lo particular, al Estado de Guerrero se hace necesario e imprescindible la creación de su Doctorado en Matemáticas.

Otro elemento importante a resaltar dentro de la fundamentación del proyecto, está en relación a la cantidad y calidad de las investigaciones científicas realizadas en nuestro país. Aunque, bien es cierto que la producción científica en México ha crecido en todos los órdenes, de forma sostenida, en los últimos años; los números siguen siendo muy bajo en comparación con la mayoría de los países miembros de la OCDE. A título de ejemplo, cabe mencionar que en 2006 los artículos publicados por científicos mexicanos fueron 7,249 y en 2019 se estima en 11,810. No obstante, el indiscutible crecimiento, México contribuye entorno al 0.8% de la producción mundial de conocimiento, menos de una tercera parte que Brasil, (Leyva, 2018) y (Reyes Ruiz & Suriñachi Caralt, 2012).

La puesta en marcha del Doctorado en Matemáticas, en la Universidad Autónoma de Guerrero; viene a concretar las estrategias básicas propuestas por el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2014-2018):

a) Estrategia 3.5.2. Contribuir a la formación y fortalecimiento del capital humano de alto nivel.

b) Estrategia 3.5.3. Impulsar el desarrollo de las vocaciones y capacidades científicas, tecnológicas y de innovación locales, para fortalecer el desarrollo regional sustentable e incluyente.

c) Estrategia 3.5.5. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.

Desde el punto de vista regional, nuestro estado presenta, en la mayoría de los aspectos y parámetros considerados por el SECYT, un marcado rezago. Peor aún, si dicho análisis se realiza cuando nos restringimos a comparar a Guerrero con sus estados vecinos, tal rezago se percibe claramente, tan solo mencionaremos dos ejemplos:

1. El estado vecino Puebla, tiene actualmente 6 veces más académicos que son miembros del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT;

2. El estado de Guerrero fue el último estado de la federación, en promulgar una ley en materia de ciencia y tecnología. La Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero fue promulgada en febrero del 2009.

En relación a la creación de programas de posgrado de alto nivel del estado de Guerrero, en la aprobada Ley de Ciencia y Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero, en el punto V del Artículo 27 del Capítulo VI, de los Recursos Humanos Para La Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Sección I se establece: “Promover la creación y consolidación de programas de posgrado de alto nivel”. En el capítulo X, de las Relaciones entre la Investigación y la Educación, artículos 44, 45, 46, 47 y 48 de la misma ley, se establece, esencialmente, que el Consejo de Ciencia Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero, tiene la encomienda, por un lado, de promover la formación de recursos humanos de alta calidad en áreas de ciencia y tecnología en el estado de Guerrero y, por otro lado, proponer: Al Gobierno del Estado, a través de la Secretaría de Educación de Guerrero, a que promueva el diseño, aplicación de métodos, programas para la enseñanza y fomento de la ciencia, la tecnología e innovación en todos los niveles educativos (Gobierno del Estado de Guerrero, 2020).

La ley, nos indica que el Estado de Guerrero reconoce la importancia de la creación de centros y programas educativos que cultiven la interacción entre la docencia y la investigación, en particular, en matemáticas. En Guerrero, al menos hay tres sectores que demandan la incorporación de cuadros de alto nivel en el área de la matemática: El sector educativo, dedicado a la enseñanza y a la formación de recursos humanos en el área de las ciencias. El sector productivo, que igualmente demanda de los resultados en distintas áreas de la matemática discreta, en la optimización de insumos, la generación de empleos y mejores condiciones económicas de sus trabajadores. El **sector turístico,** en la optimización y prestación de servicios de mayor calidad, a mayor cantidad de paseantes, etc.

También es importante resaltar que a nivel nacional hay 18 entidades federativas que cuentan con programas de maestría en Matemáticas (básicas o aplicadas), y 14 de doctorado, que pertenecen al PNPC, las cuales se presentan en la *Tabla 3*.

Tabla 3 Entidades Federativas con programas educativos de posgrado en matemáticas en PNPC

No.	Entidad Federativa	Maestría	Doctorado
1	Aguascalientes	**x**	
2	Baja California		
3	Baja California Sur		
4	Campeche		
5	Chiapas	x	
6	Chihuahua	x	
7	Coahuila de Zaragoza		
8	Colima		
9	Ciudad de México	x	x
10	Durango		
11	Guanajuato	x	x
12	Guerrero	x	
13	Hidalgo	x	
14	Jalisco	x	x
15	México	x	x
16	Michoacán de Ocampo	x	x
17	Morelos	x	x
18	Nayarit		
19	Nuevo León	x	x
20	Oaxaca		x
21	Puebla	x	x
22	Querétaro		
23	Quintana Roo		
24	San Luis Potosí	x	x
25	Sinaloa		
26	Sonora	x	x
27	Tabasco	x	x
28	Tamaulipas		
29	Tlaxcala		
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	x	x
31	Yucatán	x	
32	Zacatecas	x	x
	Total	**19**	**14**

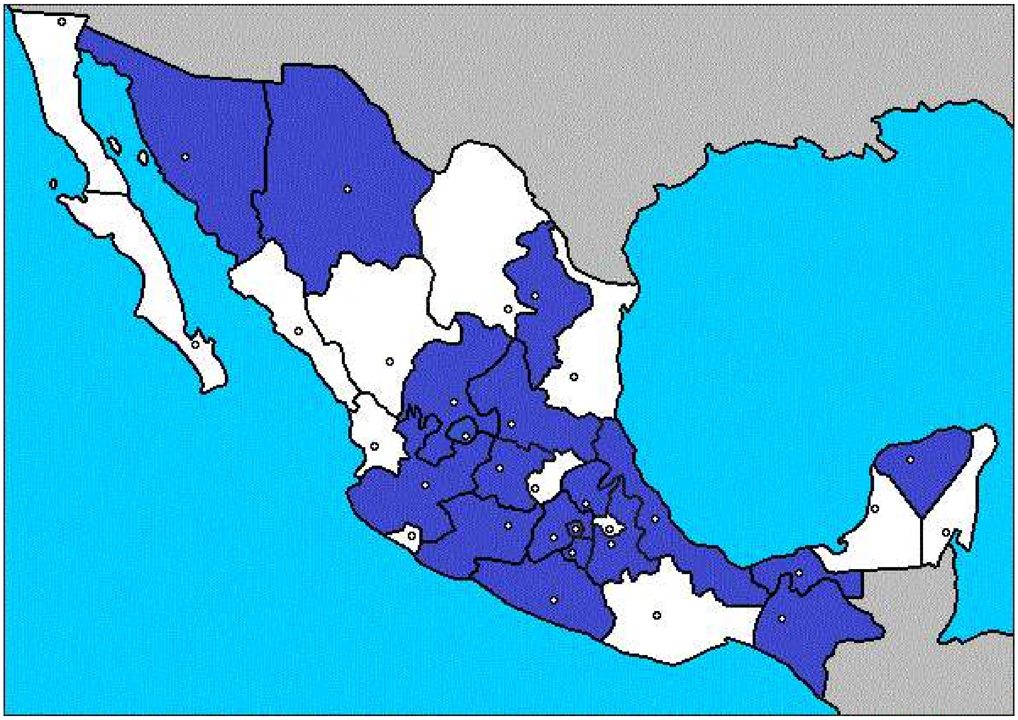

Figura 1 Distribución geográfica de programas de maestría en matemáticas en el territorio nacional.

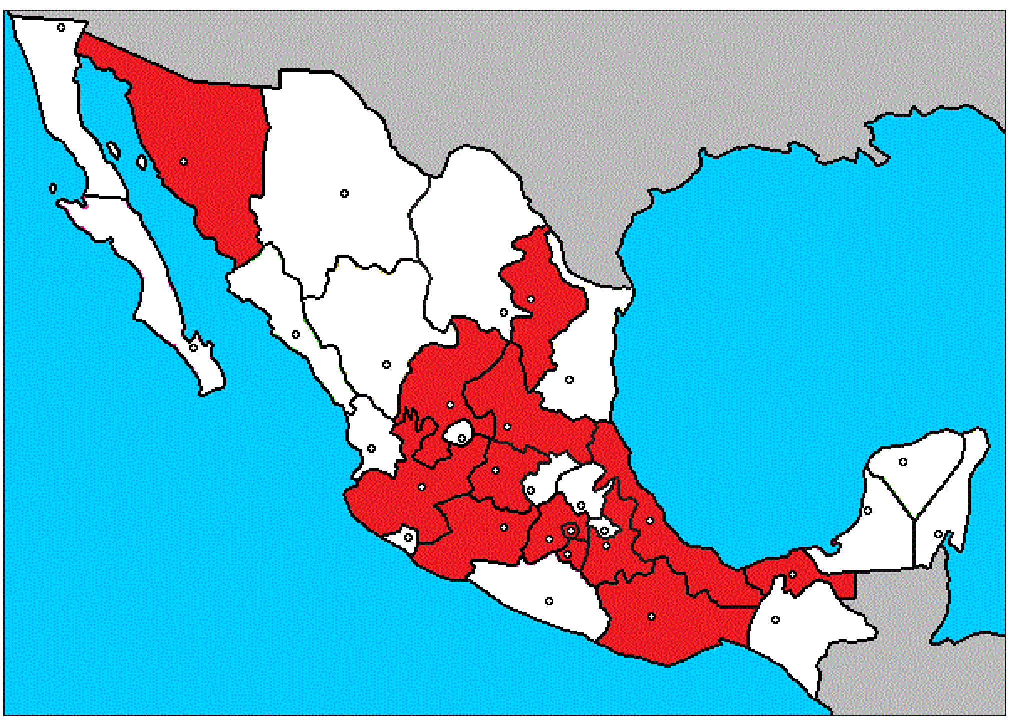

Figura 2 Distribución geográfica de programas de doctorado en matemáticas en el territorio nacional

Las Figura 1 y Figura 2 muestran la distribución por estados de los programas de maestría y doctorado en Matemáticas en el país. Esto apoya una vez más que el Doctorado en Matemáticas de la UAGro puede dar cabida a estudiantes que están egresando en 19 Estados de la República Mexicana. En particular, entre los estados que componen la región V de ANUIES, Guerrero, Morelos, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala, Querétaro y Estado de México, solo se ofrecen 1 programa de doctorado en ciencias con orientación en Matemáticas y afines en el estado de Puebla.
Resulta atinado plantear que mantenemos estrecha colaboración con investigadores de doctorados consolidados de diferentes partes del país. En particular, cabe destacar que el Doctorado en Ciencias Matemática que se desarrolla en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, es uno de los más importantes del país y con el cual mantenemos una estrecha relación de colaboración. Además, profesores de dicho doctorado especializados en nuestras líneas de generación y aplicación del conocimiento, formarán parte del Cuerpo Académico del Doctorado en Matemáticas que se desarrollará en la Universidad Autónoma de Guerrero.

1.1.2 En lo Institucional

Para la Universidad Autónoma de Guerrero la calidad y pertinencia de sus programas educativos es un compromiso, ya que atendiendo estos principios es que puede garantizar la formación integral del estudiante y la calidad en la generación y aplicación del conocimiento. Aunado a esto, dentro de la misión de la UAGro se establece realizar investigación, fomentar el desarrollo tecnológico, contribuir al desarrollo del entorno, responder a las necesidades y demandas de la sociedad dando prioridad a la problemática estatal.

Adicionalmente, la Universidad Autónoma de Guerrero está inmersa en un proceso de transición dirigiendo sus esfuerzos para lograr ser una institución de educación superior de calidad, obligada, por un lado, por las circunstancias actuales de desarrollo científico-técnico y por el otro, por las exigencias planteadas por la política educativa actual. Los principales elementos del nuevo modelo educativo de la UAGro, son planteados en la visión y la misión institucional. Respecto a la visión se plantea, para el año 2021, la creación, aplicación y transferencia del conocimiento en armonía con el paradigma de calidad internacional e impacto local, (Universidad Autónoma de Guerrero, 2017-2021).

En cuanto a la oferta educativa cabe mencionar que la Universidad Autónoma de Guerrero, cuenta con el mayor número de licenciaturas acreditadas por organismos nacionales y programas de posgrado en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad PNPC del CONACYT. Lo cual sitúa a la UAGro como la institución educativa líder en el Estado de Guerrero y como tal, marca la pauta en el desarrollo de actividades académicas y científicas en la entidad en esa dirección.

En el artículo 5, capítulo I de la Ley de la Universidad Autónoma de Guerrero, señala que son fines de la Universidad: formar y actualizar de manera integral, con elevado compromiso social en sus diversas modalidades educativas, a los bachilleres, técnicos, profesionales, posgraduados, profesores universitarios e investigadores; en función de sus necesidades académicas y de los requerimientos de la entidad y la nación. Generar mediante la investigación y la creación cultural nuevos conocimientos, innovaciones tecnológicas y obras culturales que prioritariamente requiera el desarrollo de la Entidad y la Nación. El artículo 37 de la Ley de la Universidad Autónoma de

Guerrero y los artículos 79 a 84 del Estatuto señalan, que el modelo educativo y académico de la UAGro y la docencia que se imparta en ella será integral, centrada en el estudiante y en el aprendizaje, holística, flexible, pertinente y socialmente comprometida, (Universidad Autónoma de Guerrero, 2016), (Universidad Autónoma de Guerrero, 2019).

El Estado de Guerrero, cuenta con una posición geográfica estratégica, que le permite ser un potencial punto de desarrollo de la matemática en todo el pacífico mexicano. El tipo de actividades económicas y la gran variedad de problemas educativos, que se presentan en la región hacen del Doctorado en Matemáticas, un programa educativo pertinente que coadyuvará al desarrollo en materia educativa, científica y económica del Estado. Lo anterior es posible debido a que los matemáticos, además de contribuir al desarrollo de la matemática teórica, cada vez más sirve de base para enfrentar problemas de diversas áreas del conocimiento.

La formación de grupos multidisciplinarios para la solución de los problemas que aquejan a la sociedad, ha hecho que los matemáticos jueguen un papel importante en el planteamiento, análisis, solución y toma de decisiones con respecto a estos problemas. Por esta razón, el doctorado propuesto, está pensado como un programa de posgrado cuyo propósito es formar investigadores capaces de trabajar de manera individual y en grupos multidisciplinarios, para desarrollar productos científicos originales de alta calidad, que impacten a la ciencia misma y a la sociedad. El eje central del programa son las actividades de investigación, mediante las cuales el alumno adquirirá destreza para delimitar, plantear, analizar y resolver los problemas matemáticos que se les presenten, así mismo será capaz de presentar los resultados de su investigación en diversas actividades científicas, tales como, publicación de artículos, presentación de trabajos en congresos o eventos científicos.

Las características del Estado, hacen del programa de Doctorado, un programa socialmente pertinente, ya que el Estado de Guerrero requiere la formación de científicos y académicos altamente calificados y comprometidos para desarrollar el potencial humano de la región y de esta manera mejorar el nivel socio-económico del estado. El posgrado, es institucionalmente factible, ya que está contemplado en los programas institucionales de desarrollo del posgrado, congruente con la reforma académica de la Universidad, con capacidad para potenciar los recursos humanos y materiales existentes, de enriquecer académicamente a la Unidad Académica de Matemáticas y a la universidad.

La Facultad de Matemáticas de la UAGro cuenta con cuatro programas de maestría en el área de matemáticas, a saber, las maestrías en Ciencias Matemáticas, Matemáticas Aplicadas, Matemática Educativa y Métodos Estadísticos aplicados. De forma natural, sus egresados son potenciales aspirantes a ingresar al programa de Doctorado en Matemáticas. Además, de los graduados de maestrías, con una base sólida en Matemáticas, en lo fundamental, en áreas afines como ingeniería, economía y ciencias naturales, lo que mantendrá una demanda continua del programa de posgrado. En estos momentos, podemos aseverar que la mayoría de los estudiantes graduados de estas maestrías han continuado o mostrado interés en realizar estudios de doctorado.

El Doctorado en Matemáticas de la UAGro, tiene como antecedente institucional general, el Doctorado en Ciencias Biomédicas y el Doctorado en Ciencias Ambientales, ambos pertenecientes al PNPC, y fundamentalmente el Doctorado en Ciencias con Especialidad en

Matemática Educativa adscrito a la Facultad de Matemáticas que también pertenece al PNPC desde el 2014 e ingresó en 2010 al Programa Integral de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP). Contar con un doctorado en el área de la Matemática Educativa en nuestra facultad, representa un estímulo, un modelo a seguir, aprovechar la experiencia ganada en los procesos de desarrollo y un potencial aprovechable, nuestras interacciones, para lograr la incorporación de este nuevo programa educativo al Programa Nacional de Posgrados de Calidad del país. En el diseño de este plan de estudios se han considerado:

1. Las recomendaciones del comité evaluador de la Facultad de Matemáticas;

2. El "Marco de referencia para la evaluación y seguimiento de programas de posgrado" del CONACYT y la SEP;

3. El nuevo modelo educativo y académico de la Universidad Autónoma de Guerrero;

4. La opinión de los egresados de las maestrías afines;

5. La opinión de sus empleadores.

Los profesores del Doctorado en Matemáticas, son profesores, esencialmente, de la Facultad de Matemáticas. Todos han realizado investigación básica y/o aplicadas en diferentes áreas de las Matemáticas, tales como Análisis, Topología, Matemáticas Discreta, Teoría de Gráficas, Teoría Geométrica de Funciones, Biomatemática, Combinatoria, Ecuaciones Diferenciales y Modelación Estadística. Toda la planta de profesores realizó sus estudios de posgrado en instituciones con reconocido prestigio nacional e internacional. La capacidad académica y el compromiso con la calidad demostrado, a lo largo de más de 10 años de trabajo conjunto, por la planta docente garantiza la calidad del programa de Doctorado y su permanencia y evolución dentro del PNPC.

Otro análisis que nos permite mostrar la pertinencia del posgrado es el referente al estado de la planta docente en la Facultad de Matemáticas de la UAGro, en este sentido en las tablas se presenta la antigüedad (en años) de la planta docente y la edad de la misma.

Tabla 4 Antigüedad de la Planta Docente

Antigüedad de la Planta Docente							
0 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 o más	Total
11	12	21	12	3	2	13	74

Tabla 5 Profesores por Rango de Edades

Número de Profesores por Rango de Edades									
menos de 25	25 a 29	30 a 34	35 a 39	40 a 44	45 a 49	50 a 54	55 a 59	60 a 64	65 o más
0	1	8	15	16	10	5	3	12	4

La Tabla 4 muestra que más del 40 % de la planta docente cuenta con 15 o más años de antigüedad, la Tabla 5 muestra que más del 67 % % de los profesores tienen 40 años o más, tomando en cuenta que el Contrato Colectivo de Trabajo contempla la jubilación a partir de los 15 años de servicio, hace que más del 40% de la población de profesores esté en condiciones de jubilarse. Situación que hace apremiante la formación de capital social altamente calificado que tenga formación como investigador, arraigo en el Estado de Guerrero y que pueda incorporarse a la Facultad de Matemáticas.

1.1.3 Pertinencia social y educativa

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 que establece el derecho a la educación de calidad como una de sus prioridades, la Universidad Autónoma de Guerrero consciente de la necesidad y en concordancia con las nuevas disposiciones del Gobierno Federal en materia de educación propone y oferta nuevos programas educativos siguiendo las tendencias teóricas-metodológicas a nivel nacional y mundial, formando nuevos profesionistas e investigadores con conocimientos suficientes que le permitan insertarse al sector laboral y realizar investigación de frontera en las áreas de desarrollo y aplicación de la Matemática, siempre comprometidos socialmente con el desarrollo regional, estatal y nacional.

La Matemática es un instrumento imprescindible para el conocimiento y transformación de la realidad objetiva, que caracteriza el pensamiento humano y por ende elemento esencial de su actividad; en términos generales, constituye un conjunto de modelos y procedimientos de análisis, de cálculos, medidas y estimaciones, acerca de las relaciones necesarias, entre diversos aspectos de la realidad. Hoy en día, existen retos muy complejos que solo se resuelven con la participación de varias ciencias, la Matemática juega un papel esencial, pues su interacción con otras áreas del conocimiento y su gran poder de aplicación han permitido resolver diversos desafíos en beneficio del desarrollo y bienestar humano. Por ende, en la mayor parte del mundo se realizan esfuerzos para impulsar el desarrollo, la promoción y la enseñanza de la Matemática, no existe duda que formar profesionales en esta ciencia e insertarlos en el sector laboral determina el desarrollo científico-tecnológico de las sociedades que lo implementan.

En general, un gran porcentaje del avance y crecimiento científico en Matemáticas se genera en las Universidades, Centros de investigación o Institutos especializados. En México se ofrecen programas de posgrado, tanto en nivel maestría y doctorado, enfocados al área de la Matemática; sin embargo, la distribución geográfica de estos programas no se presenta de manera homogénea a lo largo del territorio nacional, como se puede ver en la Figura 2, para el caso de programas de doctorado en Matemáticas en México.

Guerrero es un estado que apuesta a la educación como un medio de desarrollo, esto queda de manifiesto al observar que dentro de las estrategias transversales del Plan Estatal de Desarrollo 2016-2020 reconoce en la educación de calidad una estrategia para lograr el desarrollo sostenido del estado.

Es innegable que el estado de Guerrero ha realizado numerosos esfuerzos por incrementar y acelerar el proceso de desarrollo de su capital humano en ciencia y tecnología. Sin embargo, se reconoce el escaso número de programas a nivel posgrado y en específico de doctorado de investigación que contribuyan al desarrollo de la ciencia y tecnología en la entidad. En Guerrero, podemos vislumbrar que al menos existen tres sectores que demandan la incorporación de cuadros de alto nivel en el área de la matemática: El sector educativo, el sector productivo y el sector turístico. El primero, dedicado a la enseñanza y a la formación de recursos humanos en el área de las ciencias. En el sector productivo, demandando los resultados en distintas áreas de la matemática discreta y de la Estadística. Finalmente, en el sector turístico, en la optimización y prestación de servicios de mayor calidad, de satisfacción de usuarios y búsqueda de área de mejora a partir de información disponible.

Lo anterior pone manifiesto la pertinencia social del programa y que a acuerdo a las necesidades y demandas de aperturar nuevas opciones educativas congruentes con el desarrollo de la región y del estado, la Universidad Autónoma de Guerrero crea el Programa de Doctorado en Matemáticas, cuya finalidad sea la formación integral de investigadores de alto nivel, capaces de generar conocimiento de frontera, identificar, analizar y resolver problemas de investigación original básica y aplicada, plantear estrategias novedosas de solución y capacidad de comunicar en forma oral y escrita los resultados de sus investigaciones.

En términos más específicos, la pertinencia educativa del programa de Doctorado en Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero puede ponerse de manifiesto al analizar las LGAC de la misma. El Doctorado en Matemáticas contempla tres LGAC, a saber, Análisis y aplicaciones, Matemática discreta y aplicaciones y Estadística y aplicaciones, con respecto a la LGAC de Análisis y aplicaciones podemos decir que esta LGAC se comparte con 5 de los 14 programas de doctorado que existen en México, es decir, cerca del 30% de los programas de doctorado contemplan esa LGAC. Sin embargo, de estos, dos están en Cuidad de México, uno en Guanajuato, uno en Guadalajara y uno en Veracruz, ninguno colindante con en estado de Guerrero, por lo que consideramos que esta LGAC es pertinente para la región. En cuanto a la LGAC de Matemática Discreta y aplicaciones, podemos notar que sólo el Doctorado de la UNAM en Ciudad de México la contempla, por lo que consideramos que esta LGAC es pertinente, no sólo a nivel local, sino nacional. Finalmente, en cuanto a la LGAC de Estadística y aplicaciones observamos que en cuatro programas de doctorado en México se cultiva, a saber, uno en Ciudad de México, uno en Nuevo León, uno en Puebla y uno en Tabasco, de ellos sólo el programa de doctorado de la BUAP es colindante con el estado de Guerrero, por lo que consideramos que es pertinente local y regionalmente. De esta manera, podemos afirmar que las LGAC del doctorado de matemáticas de la UAGro tiene pertinencia social de la educación a nivel local, regional y nacional.

1.2 Estudio de Demanda Laboral

Para conocer las tendencias del mercado laboral del Doctorado en Matemáticas de la UAGro, se realizó un estudio de mercado en el mes de agosto de 2019. Este estudio se centró básicamente en dos categorías fundamentales:

a) Principales necesidades de empleadores;
b) Expectativas de futuros egresados.

Para tal efecto, se tomó una muestra aleatoria de tamaño 52 de un universo de potenciales empleadores. Cabe señalar que existen empleadores con la capacidad de dar empleo en diversas áreas de las matemáticas, que van desde la modelación matemática en distintos sectores tales como en ciencias biomédicas y finanzas, así como también en la docencia y la investigación. Se incluyeron instituciones como las siguientes:

a) Universidades Públicas y Privadas;
b) Institutos Tecnológicos;
c) Centros de investigación;
d) Áreas de investigación de instituciones públicas y privadas.

De las instituciones que se muestrearon, el 85% fueron de carácter público y el 15% de ellas fueron instituciones privadas.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

1.2.1 Principales necesidades de empleadores

La mayoría de los empleadores comenta que la edad es fundamental a la hora de contratación pues el 63% de ellos prefieren contratar a personas preferentemente en edades de entre 35 y 45 años (ver Figura 3), el 21% prefiere contratar personal de entre 28 y 35 años y solo el 16% a personas mayores de 45 años.

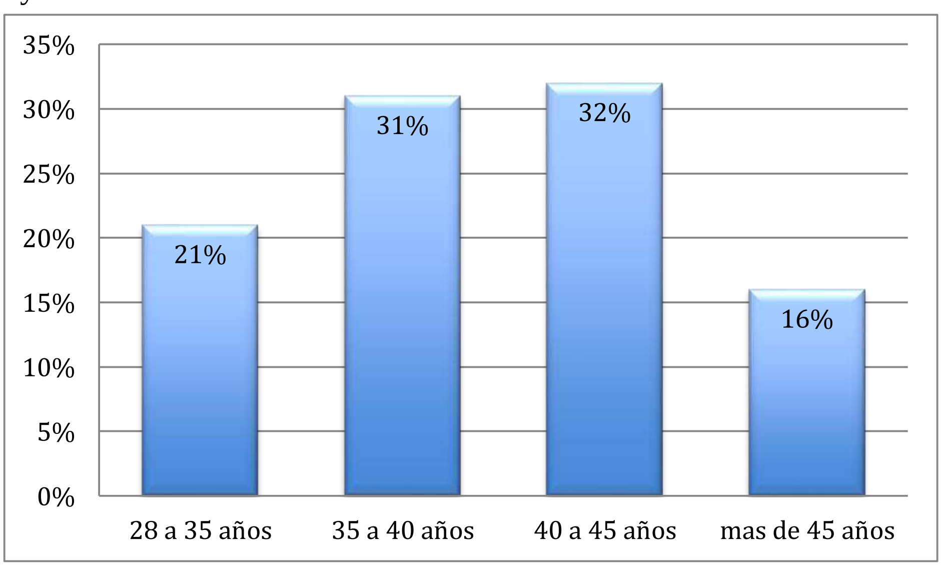

Figura 3. ¿Cuál es la edad preferente para contratación de personal en su Institución?

Respecto al género de las personas contratadas (hombre o mujer) los empleadores respondieron el 93% dijo no ser de importancia el sexo de las personas (Figura 3a). La variable estado civil, presenta un comportamiento similar al género de las personas; es decir, el 84% de los empleadores mencionan que no les importan si sus "empleados" están casados o no (ver Figura 3b).

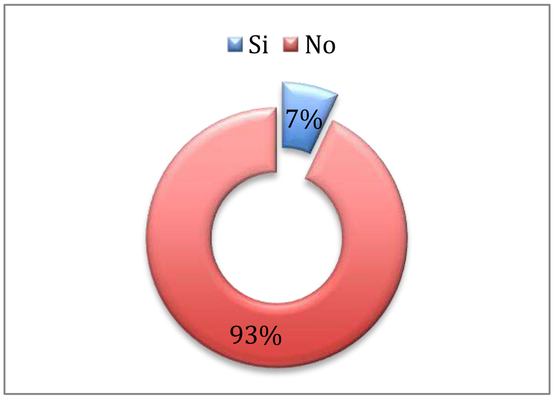

Figura 3a. ¿Es de importante para la Institución el género del personal que contrata?

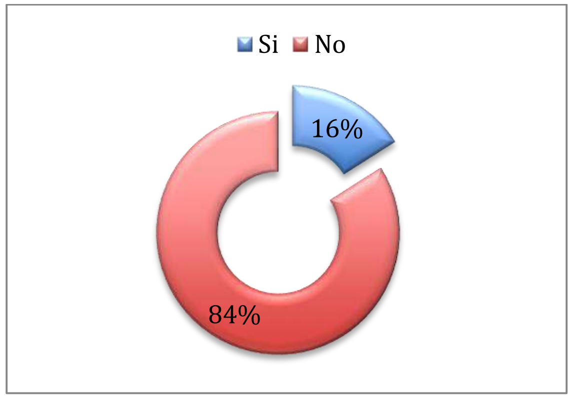

Figura 3b. ¿Es de importante para la Institución el Estado Civil del personal que contrata?

A la pregunta si, ¿La Institución cuenta con algún especialista en Matemáticas?, el 78% menciona que Si contra un 22% que No (Figura 3c). Los mismos empleadores manifiestan importante contar dentro su personal con especialistas en el área de Matemáticas (con un 90%) (Figura 3d). Así mismo, 90% de los empleadores dicen que estarían de acuerdo en contratar personas con conocimientos en las Matemáticas (Ver Figura 3e)

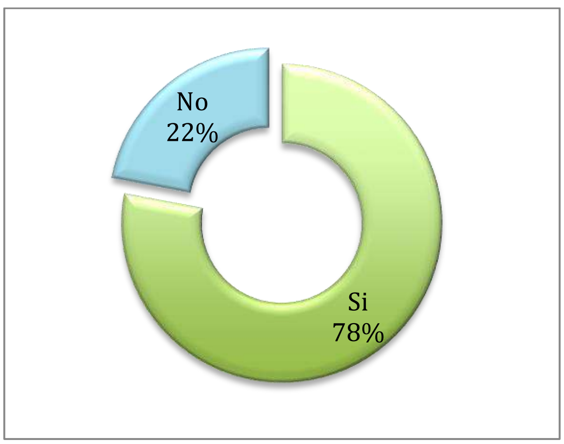

Figura 3c. ¿Su Institución cuenta con algún especialista en Matemáticas Aplicadas?

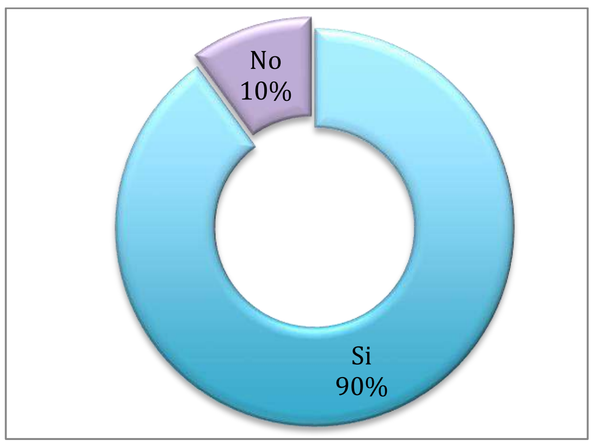

Figura 3d. ¿Considera importante contar con personal con conocimientos en Matemáticas Aplicadas?

Figura 3e. ¿Contrataría su Institución personal con conocimientos en Matemáticas Aplicadas?

La mayoría de las instituciones entrevistadas manifiestan que, si tuvieran que contratar a profesionales en Matemáticas le darían mayor prioridad a personal con nivel académico de Doctorado, con 43%, seguido de personal con nivel de Maestría, con un 37% y un 20% a personas con nivel de Licenciatura (Figura 4)

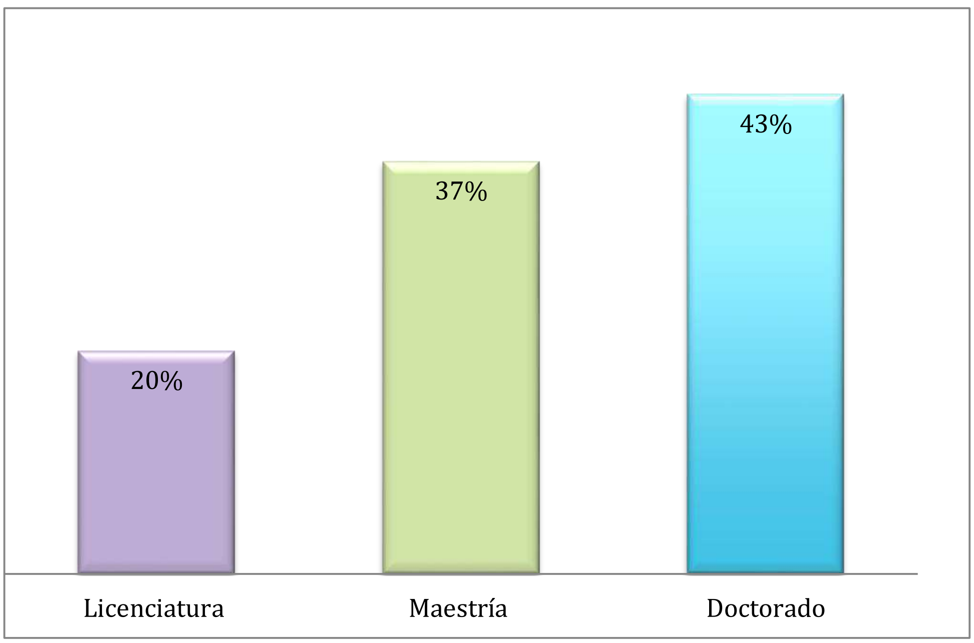

Figura 4 Si tuviera que contratar a un profesional de las Matemáticas Aplicadas, ¿a quién, que cuente con nivel académico, le daría mayor prioridad?

Las tres principales competencias que las instituciones consideran más importantes de acuerdo a sus necesidades particulares son: Poder proponer soluciones a problemas relativos a las Matemáticas, diseñar, ejecutar y evaluar proyectos de investigación y tener conocimiento y dominio de las matemáticas (ver Figura 5)

Figura 5. ¿Qué competencias considera más importantes de un profesional de las Matemáticas, que corresponda a necesidades de su institución?

1.2.2 Expectativas de futuros egresados

Las características que nuestros empleadores esperarían que tuvieran principalmente nuestros egresados de matemáticas son: Poder proponer soluciones a problemas relativos al proceso de la matemática, disposición para trabajar en equipo y compartir sus conocimientos y conocimiento y dominio de las matemáticas, aunque cabe señalar que el resto de las competencias no están muy alejadas unas de las otras (ver Figura 6).

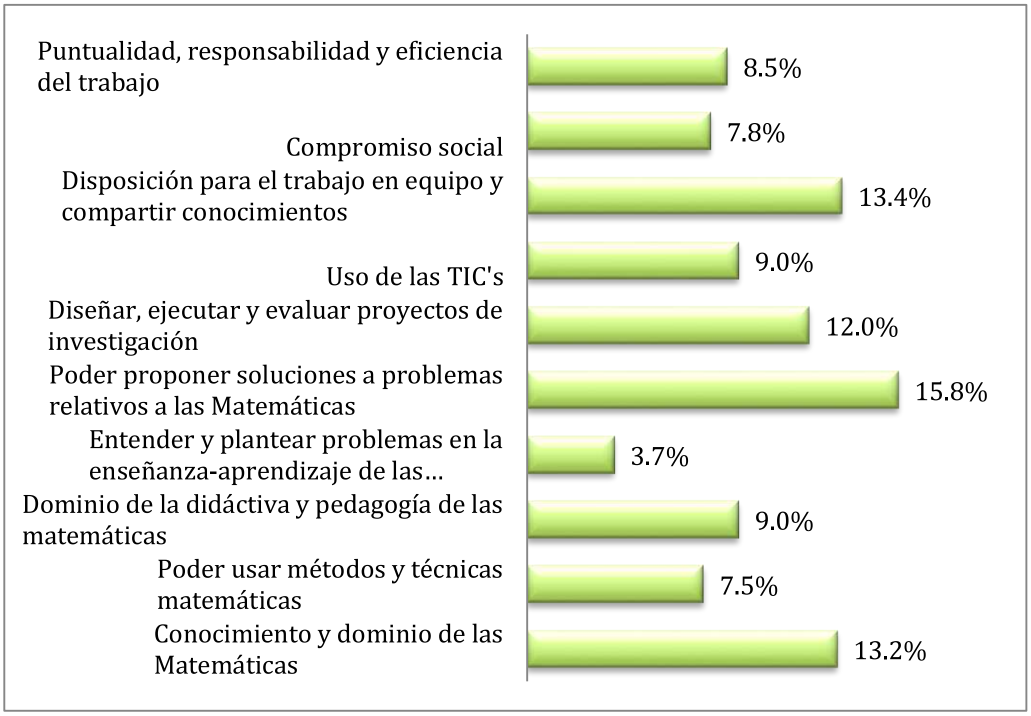

Figura 6. ¿Qué características esperaría que posea un profesional de las Matemáticas?

Conclusión

La pertinencia social y educativa del programa de Doctorado en Matemáticas de la UAGro es congruente con las demandas y necesidades sociales de la región a fin de satisfacer con un nuevo programa educativo a nivel posgrado que refleja el grado de compromiso con la sociedad y la educación del estado de Guerrero. De acuerdo con el estudio del mercado laboral, las principales necesidades de los empleadores es contar con especialistas con amplios conocimientos en Matemáticas y con el grado de doctor preferentemente, con competencias para proponer soluciones a problemas relativos a las Matemáticas, diseñar, ejecutar y evaluar proyectos de investigación. Las expectativas de los empleadores de nuestros futuros egresados muestran que ellos deben tener capacidad de proponer soluciones a problemas relativos al proceso de la matemática, disposición para trabajar en equipo y, compartir y comunicar sus conocimientos de la matemática.

1.3 Estado del arte de las LGAC

La Matemática, sus métodos y modelos juegan un rol fundamental en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. En la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero las diferentes maestrías han cultivado áreas de matemáticas con reales posibilidades de aplicación entre las que destacan:

1. Inferencia estadística y modelación estadística;

2. Análisis Bayesiano de datos;

3. Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales;
4. Cálculo de orden fraccionario;
5. Modelación determinística y/o estocástica;
6. Problemas inversos;
7. Índices Topológicos;
8. Teoría Geométrica (Funciones y Medida);
9. Matemáticas discretas y Combinatoria;
10. Cálculo Discreto (q-Cálculo).

En el Doctorado en Matemáticas cultivaremos las líneas de investigación:

1. Análisis y aplicaciones;
2. Matemática Discreta y aplicaciones;
3. Estadística y aplicaciones.

1.3.1 Tendencias y Desafíos del campo de Análisis y Aplicaciones

El Análisis Matemático es una de las ramas más antiguas y clásicas de las matemáticas. Sus orígenes se pierden en el tiempo, pero por lo general se considera que su desarrollo comienza a partir de la noción de límite. A decir de muchos hombres de ciencia, el análisis matemático introduce el movimiento en Matemáticas. El análisis matemático incluye varios campos dentro de los que clásicamente destacan el análisis real y complejo.

El Análisis Complejo (también denominado Teoría de Funciones) es una de las disciplinas más interesantes y fructíferas dentro y fuera de la matemática. Los métodos del Análisis Complejo han demostrado ser muy útiles para el tratamiento de problemas planos dentro de la Física, como la teoría de la elasticidad, dinámica de fluidos, teoría del campo electromagnético y procesamiento de señales, entre otros. Esto, sin olvidar el amplio uso de esta disciplina en muchas otras áreas de la propia matemática, particularmente en ecuaciones diferenciales, teoría de números, geometría diferencial y análisis global.

Las muchas bondades y aplicabilidad del Análisis Complejo han incentivado la búsqueda de teorías similares en dimensiones mayor que 2, búsqueda que tiene una larga historia y se remonta a la famosa invención del irlandés William Rowan Hamilton, de una estructura numérica tetra-dimensional que generaliza la noción de número complejo, los hoy conocidos cuaterniones. Estas estructuras algebraicas son en nuestros días muy explotadas en varios ámbitos del conocimiento y la ingeniería, lo que incluyen Robótica, Redes Neuronales y Learning Maching. Una generalización de los cuaterniones a dimensión arbitraria fue desarrollada a fines del siglo XIX por el matemático inglés William Clifford, dando origen a las hoy llamadas álgebras geométricas o álgebras de Clifford. Estas estructuras han significado un tremendo impulso a la Teoría de Funciones, abriendo muchas nuevas líneas de investigación que abarcan temas de matemáticas puras y aplicadas.

El hoy llamado Análisis de Clifford es una de las disciplinas más activa dentro del Análisis Matemático, y su surgimiento como disciplina independiente se sitúa en 1982 con la aparición de la primera monografía sobre el tema "Clifford Analysis" de tres matemáticos de la Universidad de Ghent, Bélgica. En la actualidad, son cada vez más los científicos que consideran a dicha teoría como la vía más natural e inteligente de enfocar problemas en dimensiones superiores.

Las posibilidades que brinda el análisis de Clifford, también llamado Análisis Hipercomplejo, han sido puestas de manifiesto en varios libros y artículos donde sus métodos encuentran importantes aplicaciones en problemas de la física, ya no solo limitados al mundo plano, sino también a espacios físicos de tres o cuatro dimensiones:

a) Teoría del Campo electromagnético: Ecuaciones de Maxwell

b) Potencial Gravitacional: Ecuación de Poisson

c) Teoría tridimensional de la Elasticidad Lineal: Ecuaciones de Lamé-Navier

d) Teoría de Fluidos: Ecuaciones de Navier-Stokes

e) Medios porosos: Ecuación de Darcy

Además, debe resaltarse que los métodos del análisis de Clifford han penetrado fuertemente a disciplinas matemáticas mucho más tradicionales como el Análisis Armónico y las Ecuaciones en Derivadas Parciales.

Las investigaciones actuales en esta disciplina van en dos direcciones fundamentales, aplicaciones a la física y la ingeniería y aplicaciones y búsqueda de nuevos conocimientos dentro de la propia matemática.

La línea de investigación propuesta se centra en la aplicación de los métodos complejos (en el caso plano) y los métodos del análisis de Clifford (en el espacio o hiperespacio) en la solución de problemas de frontera para EDPs que aparecen en varias áreas de las ciencias físicas y la ingeniería. Es de remarcar que el escenario en que estos problemas propuestos serán considerados es bajo condiciones geométricas muy generales para las fronteras, que incluyen el caso fractal.

Entre otros se prevé abordar los siguientes problemas:

a) Fórmulas de representación y problemas de frontera para la ecuación de Dirac de primer orden y de orden superior: funciones armónicas, biarmónicas, poliarmónicas, inframonogénicas;

b) Problemas de frontera para los campos electromagnéticos tiempo-armónicos (Ecuaciones de Maxwell);

c) Problemas de frontera en Teoría de Fluidos, para los campos vectoriales armónicos y biarmónicos.

Estructura de las soluciones del sistema de Lamé-Navier en la teoría de la Elasticidad Lineal plana y tridimensional.

El cálculo Fraccionario es un tan antiguo como el cálculo ordinario. No obstante, en la actualidad, se ha convertido en un tema de gran interés tanto teórico como práctico. Las investigaciones actuales, en el campo fraccionario, abordan problemas asociados al estudio de nuevos operadores diferenciales e integrales, Ecuaciones en Diferencias y Ecuaciones Diferenciales e integrales de orden fraccionario y sus aplicaciones. Los problemas particulares que enfrentaremos, en lo fundamental, se enfocan a:

Proponer un operador derivada generalizado fraccional (conformable y no conformable) y estudiar sus propiedades básicas.

Extender y/o generalizar el estudio de las desigualdades matemáticas desde el punto de vista del cálculo fraccional.

Proponer un operador de Dirac fraccionario que permita factorizar el operador fraccionario de la Laplace para estudiar desde un enfoque fraccionario las ecuaciones de Maxwell, Lamé, Helmholtz, etc.

Incorporar métodos matemáticos, del cálculo fraccional (conformable y no conformable), y computacionales para resolver problemas que se presentan en la Física, Química, Biología, Ingeniería y Medio Ambiente.

1.3.2 Tendencias y desafíos del campo de la Matemática Discreta y Aplicaciones

La Matemática Discreta y sus Aplicaciones, tiene trascendencia tanto nacional como internacional; situación que se pone de manifiesto, en las colaboraciones realizadas con investigadores de México, España, Alemania, Francia, Portugal, Argentina, Finlandia, Cuba, entre otros y con la producción científica asociada a ellas. Entre los grupos internacionales de mayor relevancia, que trabajan en dichos temas están el dirigido por H. Fernau de la Universidad de Trier, en Alemania, el grupo de España que involucra a cuatro universidades, representado por J. M. Rodríguez de la Universidad Carlos III de Madrid y el grupo multinacional cuyo líder es S. T. Hedetniemi de la Universidad de Clemson en Estados Unidos. Queremos destacar, que mantenemos una estrecha colaboración entre dichos grupos internacionales a través de colaboraciones científicas y estancias de investigación.

A nivel nacional existen grupos, muy fuertes, dedicados al estudio de la Matemática Discreta y sus Aplicaciones, encargados de investigar temas que desde el punto de vista metodológico-conceptual, están relacionados con nuestras líneas de investigación; liderados por científicos de primer nivel, sólo a título de ejemplo cabe mencionar, el grupo de Dr. L. Montejano en la Universidad Nacional Autónoma de México, el Grupo liderado por el Dr. Gelasio Salazar del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y el grupo coordinado por el Dr. José A. Méndez de la BUAP.

Hemos sido testigos, en las dos últimas décadas, del incremento acelerado de las investigaciones, sobre las propiedades básicas y estructurales de sistemas complejos. En tal dirección, en la literatura científica aparecen múltiples artículos sobre el estudio de dichas propiedades en sistemas físicos, biológicos, sociológicos, económicos, entre otros. Por lógica sabemos, que el aumento de dichas investigaciones no es casual, ya que el hombre investiga para conocer y adaptar su entorno sociocultural y los sistemas complejos, están presente en procesos de la naturaleza, de la sociedad y el pensamiento.

El análisis teórico asociado a las llamadas Redes Complejas, por ejemplo, para estudiar el flujo de la información y en particular, por internet; ha permitido una conceptualización matemática de múltiples tipos de redes complejas. En la actualidad mucho de estos trabajos, pretenden encontrar un conjunto mínimo o máximo, perteneciente a dicha red (en su gran mayoría el problema es NP completo) que sea capaz de poder dar información topológica y/o estructural sobre la red en general. El estudio de las propiedades matemáticas de dichos conjuntos, léase dominantes, k-dominantes, transversales, b-diferenciales, cohesivos, efectivos, capacitados, entre otros; forman parte de la conocida Teoría de Dominación. Dicha teoría ha sido aplicada con éxito a la transmisión segura de la información, en la bioinformática, en la estructuración óptima de datos y sistemas de defensa, ver en los trabajos de (Hedetniemi, 1990), (T. Haynes, 2006) y (Liu, 2005). Razón por la cual, nos proponemos utilizar sus alcances teóricos y apoyados en la Teoría analítico-espectral de Gráficas, estudiar nuevas propiedades de redes complejas (ordenadas, desordenadas y fractales).

Los índices topológicos, desde el punto de vista matemático son analizados como parámetros numéricos relacionados con invariantes de una gráfica. Su mayor impacto científico está centrado en sus alcances prácticos. En Química-Física, por ejemplo, los índices topológicos, son analizados como valores numéricos asociados con compuestos, para la correlación de la estructura química con diferentes propiedades físicas, reactividad química y actividad biológica. Hasta ahora hemos estudiado, con éxito, algunos índices topológicos, en función de sus propiedades matemáticas básicas, tales como el índice de Randic, el índice Geométrico-Aritmético y el índice. El estudio de las propiedades tanto espectrales como analíticas de dichos índices, nos ha permitido conjeturar, que existen relaciones matemáticas entre ellos y que los mismos, pueden ser estudiados a partir de estructuras más simples (estructuras primarias). Por lo tanto, pretendemos estudiar otros índices (Simétrico, Armónico, etc.) asociados a diferentes estructuras reales conocidas.

En esencia dentro del área de Matemática Discreta y sus Aplicaciones, nos proponemos obtener nueva información sobre estructuras discretas y sus relaciones a partir de caracterizar conjuntos propios y/o estudiar desigualdades matemáticas a través del Cálculo Discreto. Integrando la

Teoría de Grupos y la Teoría Espectral asociado a una determinada gráfica, pretendemos estudiar las propiedades de dichas estructuras, en lo fundamental, a partir de sus representaciones matriciales (adyacencia, incidencia, la placiana, etc.) o de grupo. En la misma dirección, concretar las posibles aplicaciones de dichos resultados, en principio teóricos, a problemas concretos.

Otra línea de investigación está relacionada con el estudio de las propiedades matemáticas de la hiperbolicidad en estructuras discretas, misma que tiene sus bases en resolver el problema de decidir, en principio, si un espacio es o no hiperbólico. Resulta atinado plantear que es un problema realmente complicado: pues, ante todo, tenemos que considerar un triángulo T arbitrario geodésico, y calcular la distancia mínima de un punto arbitrario P de T a la unión de otros dos lados del triángulo al cual P no pertenece. Y luego tenemos que tomar supremos sobre todas las opciones posibles para P y luego sobre todas las opciones posibles para T. Por ejemplo, en una variedad 2n- dimensional; seleccionamos dos puntos P y Q sobre los lados diferentes de un triángulo T, la función F que mide la distancia entre P y Q es una función de 3n + 2 variables. Para demostrar que nuestro espacio es hiperbólico debemos tomar el mínimo de F sobre la variable que describe Q, y luego el supremo sobre el restante 3n + 1 variables, o al menos demostrar que es finito. Sin desatender la dificultad de solucionar un problema de minimax de 3n + 2 variables, note que un obstáculo adicional es que aún no se tiene un modo de ubicar de manera precisa las geodésicas en el espacio.

Así, nos proponemos continuar desarrollando dicha línea a través de:

1. Caracterizar la Hiperbolicidad en clases importantes de gráficas.

El problema de caracterizar las gráficas hiperbólicas; es uno de los problemas abiertos más importante y difícil de la teoría. A partir de nuestra experiencia en esta línea de investigación, resulta lógico plantear dicho problema por etapas, en principio sin perder el objetivo teórico general, trabajar clases especiales de gráficas que posean ciertas propiedades básicas y permitan dichos resultados ir conformando un cuerpo estructurado de conocimiento. En función de caracterizar las hiperbolicidad de clases especiales de gráficas; consideraremos las diversas operaciones y productos de gráfica.

2. Relacionar la constante de hiperbolicidad con parámetros e índices de una gráfica.

En función de conocer el comportamiento de las gráficas hiperbólicas y explicitar sus propiedades estructurales, pretendemos encontrar relaciones entre la constante de hiperbolicidad de una gráfica y parámetros e índices topológicos estudiados en la misma tales como: los autovalores de cualquiera de las matrices asociadas a la gráfica (como la matriz de adyacencia o la del operador de Laplace discreto), la constante isoperimétrica, número de alianza, número de dominación, número de independencia, índice de Wiener, índice de Randic y el diferencial de un gráfica.

3. Estudio Computacional de la constante de hiperbolicidad.

Estudiar la complejidad computacional del cálculo de la constante de hiperbolicidad y diseñar algoritmos que la calculen de manera precisa y eficiente. Desde el punto de vista de las aplicaciones, una parte fundamental en el estudio de la hiperbolicidad son los algoritmos de cálculo de la constante de hiperbolicidad. Ya se ha probado en un teorema que permite transformar el problema continuo de calcular la constante de hiperbolicidad en un problema discreto. Esto es el punto de partida para encontrar un algoritmo de cálculo para grafos finitos. También estamos muy interesados en el estudio del coste computacional del cálculo de la constante de hiperbolicidad en función del tamaño del grafo. Por ejemplo, nos gustaría estudiar si el problema puede tener o no una solución en tiempo polinómico.

1.3.3 Tendencias y desafíos del campo de la Estadística y Aplicaciones

La Estadística desde sus orígenes ha sido un instrumento que busca ayudar a tomar las mejores decisiones basadas en evidencias. Por su utilidad tiene una larga historia; por ejemplo, con los censos de población, los cuales se han llevado a cabo desde hace cientos de años en casi todos los países y regiones del mundo. Después de la Primera Guerra Mundial, el trabajo estadístico en la sociedad tomó un gran impulso de manera significativa, principalmente en el gobierno y los negocios. La era de la información comenzó a florecer, y de ahí la necesidad de contar con profesionales y organizaciones dedicadas a promover su práctica, desarrollo y profesión de la Estadística. Uno de los desarrolladores más importantes de esta disciplina fue el matemático Ronald Fisher a partir de su trabajo en la estación experimental agrícola Rothamsted en 1919, posteriormente publicó sus clásicos *The Arrangement of Field Experiments* en 1926 y *The Design of Experiments* en 1935.

Para satisfacer la sed de conocimiento organizaciones como Asociación Americana de Estadística (ASA, por sus siglas en inglés) fundada en 1839, fue creada para apoyar la excelencia en el desarrollo, la aplicación y la difusión de la ciencia estadística a través de reuniones y publicaciones. En la actualidad esta organización sigue vigente, siendo la organización de estadísticos más grande del mundo con más de 19,000 miembros. Aunado a esto, se crearon programas educativos para la enseñanza formal de la estadística, iniciándose el primer programa de bioestadística en la Universidad Johns Hopkins en 1918 y, en 1927, se estableció un laboratorio de estadística en la Universidad Estatal de Iowa, USA.

Hoy en día, la Estadística ha tomado gran relevancia e interés en distintos sectores de nuestra sociedad, se cuenta con estadísticos que trabajan en áreas cómo atención médica, manufactura, agronomía, medio ambiente, tecnología, psicología, negocios, política, por mencionar algunos. En cada una de estas áreas se puede hacer uso de diferentes metodologías y aplicaciones. Precisamente, todas estas interacciones de la Estadística han permitido crear, formar y fortalecer esta disciplina con fundamentos filosóficos y de teoría matemática, desde la recolección y organización de datos, inferencia, construcción de modelos, algoritmos computacionales, software, hasta el manejo y análisis grandes volúmenes de datos (Big Data), aprendizaje de máquina, inteligencia artificial, entre otros.

Uno de los grandes progresos de la Estadística se debe en parte a la evolución en el desarrollo del campo de la computación, desarrollando software especializado que ha facilitado la implementación de técnicas y métodos estadísticos a profesionales y usuarios de esta disciplina.

El desarrollo de computadoras más rápidas y de mayor poder de almacenamiento y ejecución junto con diseño de algoritmos computaciones han dado vida a la Inferencia y al Análisis de Datos desde una perspectiva Bayesiana y Clásica, tales como los algoritmos Monte Carlo y Monte Carlo vía Cadenas de Markov (MCMC), bootstrap, Algoritmo Esperanza-Maximización (EM), entre otros.

En los próximos años, se espera que a nivel internacional entre el 50 y 70% de empleadores demandarán para sus empresas especialistas en datos, en México se prevé que la demanda de este tipo de profesionales crecerá en un 20%. Hoy existen nuevas oportunidades para analizar y generar nuevos conocimientos acerca de fenómenos naturales y sociales que ayuden a combatir aspectos muy específicos, como la detección temprana de enfermedades, la clasificación de nuevas especies, el diseño de nuevos materiales, predicciones de riesgo financiero, estimaciones de crecimiento económico. Por estos motivos, el Doctorado en Matemática de la UAGro, plantea la necesidad de formar investigadores que atiendan de manera adecuada estos retos del presente y del futuro, creando y cultivando para ello una Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento en Estadística y sus Aplicaciones. Para el manejo actual y futuro de la información esta LGAC plantea seguir trabajando en los siguientes aspectos:

a) Realizar estudios de temas teóricos y/o aplicados relacionados con muestreo estadístico de poblaciones finitas para respuestas sensibles, de satisfacción de usuarios, medio ambiente, tecnología y educación;

b) Resolver problemas de inferencia estadística desde la perspectiva clásica o Bayesiana, implementando y/o diseñando novedosos algoritmos computaciones que permitan trabajar con distribuciones de probabilidad complejas y de altas dimensiones cuyos resultados numéricos sean precisos. Desarrollando trabajos sobre modelos lineales mixtos, modelos espaciales, modelos de ecuaciones estructurales y técnicas meta-análisis en red, modelos de respuesta al ítem, modelos estadísticos predictivos en salud y educación.

c) Resolver problemas inversos en ecuaciones diferenciales desde la perspectiva Bayesiana que abona en el conocimiento de la Cuantificación de la Incertidumbre. Desde el punto de vista de la inversión estadística, la solución a tales problemas se entiende como la distribución de probabilidad final de los parámetros de interés que identifican el modelo matemático. Se abordan problemas teóricos y de aplicaciones adaptando modelos matemáticos existentes que presentan comportamiento de dinámica caótica, problemas de valor inicial, valores límite o mixtos, mal condicionados o de retardo no lineal.

El programa de Doctorado de la UAGro, cuenta con el personal académico y la infraestructura para dar cumplimiento en la preparación de investigadores en esta disciplina.

2. OBJETIVOS Y METAS

Objetivo General

Formar doctores en matemáticas con conocimientos sólidos, alta capacidad crítica y analítica y con las competencias y habilidades para realizar investigación original, relevante y de frontera en matemática teórica o aplicada; para transmitir conocimientos; y para resolver problemas en diversos contextos de aplicación de la matemática.

Objetivos particulares

1. Formar investigadores con conocimientos sólidos y habilidades para abordar problemas de frontera en matemáticas, generar nuevos conocimientos y aplicarlos, con énfasis en matemática básica, matemática aplicada o estadística;

2. Formular, proponer e implementar alternativas de solución innovadora a problemas que requieren de la modelación matemática y/o estadística;

3. Introducir al estudiante al trabajo en grupos inter y multidisciplinarios, así como en redes, para generar técnicas que sirvan para resolver problemas reales en las diferentes áreas del conocimiento;

4. Contar con capacidades suficientes para transmitir los resultados de sus investigaciones;

5. Contribuir al incremento y la mejora de la investigación matemática en los ámbitos estatal y regional.

Metas

1. A partir del 2021, al menos el 60% de estudiantes del doctorado realizarán movilidad académica nacional y/o internacional en centros de investigación o instituciones de educación superior de prestigio nacional e internacional;

2. A partir del 2021, todos los estudiantes del doctorado participarán, con carácter de ponentes, en eventos académicos nacionales o internacionales;

3. En 2021, los Cuerpos Académicos o grupos de investigación relacionados con el programa de Doctorado en Matemáticas, mantendrán el estatus de En Consolidación o Consolidados;

4. Para el 2021, al menos el 80% de los profesores integrantes del NA serán miembros del Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT;

5. En 2024, el Doctorado en Matemáticas tendrá la primera actualización de su Plan de Estudios;

6. Para 2025, el posgrado habrá logrado al menos el 80% de eficiencia terminal de sus egresados;

7. Para 2025, el posgrado habrá aportado al menos 10 doctores en matemáticas al estado de Guerrero y al país;

8. A partir del 2025, al menos el 80% de los estudiantes junto con sus profesores del Doctorado en Matemáticas tendrán aportaciones científicas conjuntas, publicadas en revistas internacionales indizadas;

9. En 2025, el programa de Doctorado en Matemáticas pertenecerá al PNPC como programa En Desarrollo;

10. Para 2025 se espera fortalecer el NA con al menos 2 nuevos PTC.

11. Para 2025, el posgrado tendrá impacto educativo y social por el trabajo colaborativo de su NA con otros posgrados afines, por su contribución en la atención de problemas de Guerrero, la región o el país, y por la calidad de sus egresados.

3. PERFILES

3.1. Perfil de Ingreso

El aspirante al Doctorado en Matemáticas deberá contar con el grado de maestría en ciencias matemáticas, matemáticas aplicadas, estadística o en un área afín. Además, el aspirante deberá mostrar:

a) Conocimientos sobre:

1. Conceptos fundamentales de Análisis Matemático, Álgebra, Geometría, Estadística y Probabilidad;

2. Manejo de software matemático y programación;

3. Manejo de las TIC’s;

4. Compresión de textos en inglés;

5. Metodologías de investigación orientadas a un campo específico de la matemática.

b) Habilidades para:

1. Abordar adecuadamente un trabajo de investigación doctoral en el campo de conocimiento de la matemática, matemática aplicada o estadística;

2. Generar procesos de investigación, trabajo autogestivo e interdisciplinario;

3. Aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y uso en el manejo de software matemático o estadístico y/o elementos de programación en lenguaje de alto nivel;

4. Comprender y escribir textos científicos especializados en inglés y español, para comunicar ideas de manera clara.

c) Valores y actitudes:

1. Apego por la investigación en matemáticas;
2. Respeto hacia las personas y sus opiniones;
3. Disciplina y perseverancia en la solución de problemas;
4. Motivación para profundizar y ampliar conocimientos científicos y superación personal;
5. Puntualidad, responsabilidad y eficiencia en su trabajo;
6. Disposición para trabajar en equipo y compartir sus conocimientos.

3.2. Perfil de Egreso

El egresado será un investigador con conocimientos sólidos, con las competencias y habilidades para realizar investigación original, relevante y de frontera en matemática teórica o aplicada; para transmitir conocimientos; y para resolver problemas y realizar aplicaciones en diversos contextos. Para ello, debe contar con las siguientes características:

a) Conocimientos:

1. Matemáticos amplios y profundos en el campo del Análisis, Matemáticas Discretas o Estadística;

2. Para abordar, resolver problemas y realizar aplicaciones en el campo del Análisis, Matemáticas Discreta o Estadística;

3. Sobre el proceso para dirigir, plantear y desarrollar, de manera independiente, trabajos de investigación en matemáticas.

b) Habilidades para:

1. Realizar investigación de punta en cualquiera de las LGAC del posgrado, de manera individual o colaborativa.

2. Elaborar artículos científicos y que sean publicados en revistas indexadas;

3. Participar y trabajar en equipo, en grupos de investigación inter y multidisciplinarios;

4. Transferir conocimientos matemáticos en cualquier de sus campos;

5. Manejar las tecnologías de información y comunicación para la realización de investigación científica de su campo;

c) Valores:

1. Convicción científica;

2. Integridad, perseverancia, responsabilidad y eficiencia en su trabajo;

3. Aprendizaje autogestivo, colaborativo y liderazgo en la toma de decisiones;

4. Respeto hacia las personas y sus opiniones

4. LÍNEAS DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO

La organización de la investigación en el programa de Doctorado en Matemáticas está dada en torno a sus Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), y estas a su vez con base en las tendencias internacionales de investigación de frontera, en las líneas prioritarias nacionales, así como en la factibilidad del programa y del personal científico adscrito. Todos los profesores-investigadores del Doctorado colaboran en al menos una de las dos líneas de investigación que sustenta el programa. Los proyectos de investigación que desarrollan los estudiantes de doctorado se incluyen en las líneas de investigación que enseguida se describen:

LGAC 1. Análisis y Aplicaciones

Se estudian temas del Análisis, tanto desde el punto de vista teórico como el de sus aplicaciones. Se abordan problemas típicos de análisis real, análisis complejo y sus generalizaciones, análisis funcional, y ecuaciones diferenciales. Para tal efecto, se incorporan enfoques novedosos basados en métodos matemáticos, estadísticos y computacionales para proponer soluciones a problemas que se presentan en los diferentes campos del conocimiento humano, tales como la Física, Biología, Ciencias de la Salud, Ingeniería, Medio ambiente, Economía, Ciencias Sociales, entre otros. Los problemas generales que enfrentamos, en lo fundamental, se enfocan a:

a) Problemas de valor inicial y/o de frontera, asociados a ecuaciones diferenciales de orden entero o fraccionario, deterministas o estocásticas. Se estudia la existencia y unicidad de soluciones, la dependencia continua con respecto a las condiciones iniciales, la estabilidad y el comportamiento asintótico.

b) Problemas de la teoría analítica de los números. Se estudia el comportamiento de funciones aritméticas y de congruencias aditivas o multiplicativas.

c) Problemas en Biología matemática planteados en términos de sistemas de ecuaciones diferenciales o en diferencias, cuya finalidad radica en capturar la dinámica del proceso biológico en cuestión y realizar predicciones sobre su comportamiento futuro. Se implementan métodos novedosos de análisis cualitativo en modelos biomatemáticos, y se integran datos de diseños de experimentos o de registros longitudinales de población.

d) Problemas inversos en ecuaciones diferenciales desde la perspectiva Bayesiana, en donde la solución a tales problemas se entiende como la distribución de probabilidad final de los parámetros de interés, que identifican al modelo determinista. Se abordan problemas teóricos y de aplicaciones adaptando modelos matemáticos para estudiar problemas mal condicionados, en donde el interés es estimar los parámetros del modelo.

e) Problemas de frontera para ecuaciones y sistemas de ecuaciones en derivadas parciales, donde se utilizan técnicas del análisis complejo, cuaterniónico y de Clifford. Se abordan problemas propios de la teoría de fluidos, teoría de elasticidad y teoría del campo electromagnético.

LGAC 2. Matemáticas Discreta y Aplicaciones

En la línea Matemáticas Discreta se estudia el cálculo discreto, la teoría topológica de gráficas, teoría de matrices, polinomios asociados a estructuras discretas, teoría espectral en gráficas, teoría de dominación (aplicada con éxito en la Matemáticas Computacionales y, en la solución de problemas reales), sistemas complejos, índices topológicos y sus aplicaciones. En la práctica, los índices topológicos, permiten proponer modelos matemáticos de compuestos para analizar sus propiedades físico-químicas, reactividad y actividad biológica.
Así, los problemas generales que enfrentamos, en lo fundamental, están asociado con:

a) El comportamiento asintótico de polinomios asociados a índices topológicos y gráficas, en particular sus polinomios extrémales;

b) Propiedades matemáticas del Diferencial y de los conjuntos dominantes (globales, totales, etc.), en gráficas y sus aplicaciones;

c) Estudio de propiedades topológicas y computacionales asociadas a sistemas complejos;

d) Estudio de la dimensión k-métrica y de métodos geométricos para la caracterización de estructuras discretas y sus aplicaciones;

e) Estudio de la Hiperbolicidad en superficies y gráficas; caracterizando la constante de hiperbolicidad en operaciones, operadores y gráficas geométricas; mostrando sus alcances tanto teóricos como prácticos;

f) Estudio de las propiedades de la Ecuaciones en diferencia y los Sistemas Dinámicos Discretos y sus aplicaciones;

g) Propiedades matemáticas del Cálculo Discreto (q-cálculo) y sus implicaciones teórico-prácticas;

h) Propiedades analíticas y espectrales de los índices topológicos y sus aplicaciones teórico-prácticas.

LGCA 3: Estadística y Aplicaciones

Esta línea de investigación tiene como propósito el estudio de fenómenos aleatorios o problemas que presentan elementos de incertidumbre, con el fin de describir, explicar y/o predecir su comportamiento para tomar las mejores decisiones basadas en evidencias. Se estudian, plantean y desarrollan estrategias novedosas relacionadas con los métodos estadísticos, teorías, metodologías computacionales y programas o algoritmos que resuelvan problemas propios de la estadística, así como el manejo y construcción de modelos estadísticos que ayuden a hacer contribuciones en las áreas de la Biología, Ciencias de la Salud, Ingeniería, Medio Ambiente y Educación, entre otras áreas de la ciencia.

Los problemas generales que estudiamos se enfocan principalmente a:

a) Realizar estudios de temas teóricos y/o aplicados relacionados con muestreo estadístico para respuestas sensibles, de satisfacción de usuarios y de medio ambiente;

b) Resolver problemas de inferencia estadística desde la perspectiva clásica o Bayesiana. La estimación puede considerar solo la información en los datos mediante su distribución de probabilidad conjunta, o bien incorporando información de los parámetros de interés a través de distribuciones de probabilidad a priori. Se desarrollan trabajos sobre muestreo, modelos lineales mixtos, modelos espaciales, modelos de ecuaciones estructurales y técnicas meta-análisis en red, entre otros;

c) Resolver problemas inversos en ecuaciones diferenciales desde la perspectiva Bayesiana, en donde la solución a tales problemas se entiende como la distribución de probabilidad final de los parámetros de interés que identifican el modelo matemático. Se abordan problemas teóricos y de aplicaciones adaptando modelos matemáticos existentes que presentan comportamiento de dinámica caótica, problemas de valor inicial, valores límite o mixtos, mal condicionados o de retardo no lineal, en donde el interés es estimar parámetros del modelo y/o hacer predicciones.

5. DURACIÓN

Los estudiantes serán de tiempo completo y para obtener el grado de doctor tendrán un plazo de cuatro años (8 semestres). La selección y admisión de estudiantes al Doctorado será en cada semestre escolar.

6. ESTRUCTURA CURRICULAR

6.1. Estructura general

Acorde a los objetivos del Doctorado en Matemáticas, la formación integral planteada en el Modelo Educativo vigente de la Universidad Autónoma de Guerrero, la estructura curricular presenta tres fases de formación (Fase Predoctoral, Fase de Ejecución del Proyecto, Fase de Evaluación y Defensa de Tesis) y cuatro ejes transversales (Heurístico, Epistemológico, Metodológico, Axiológico) de acuerdo a la Figura 7.

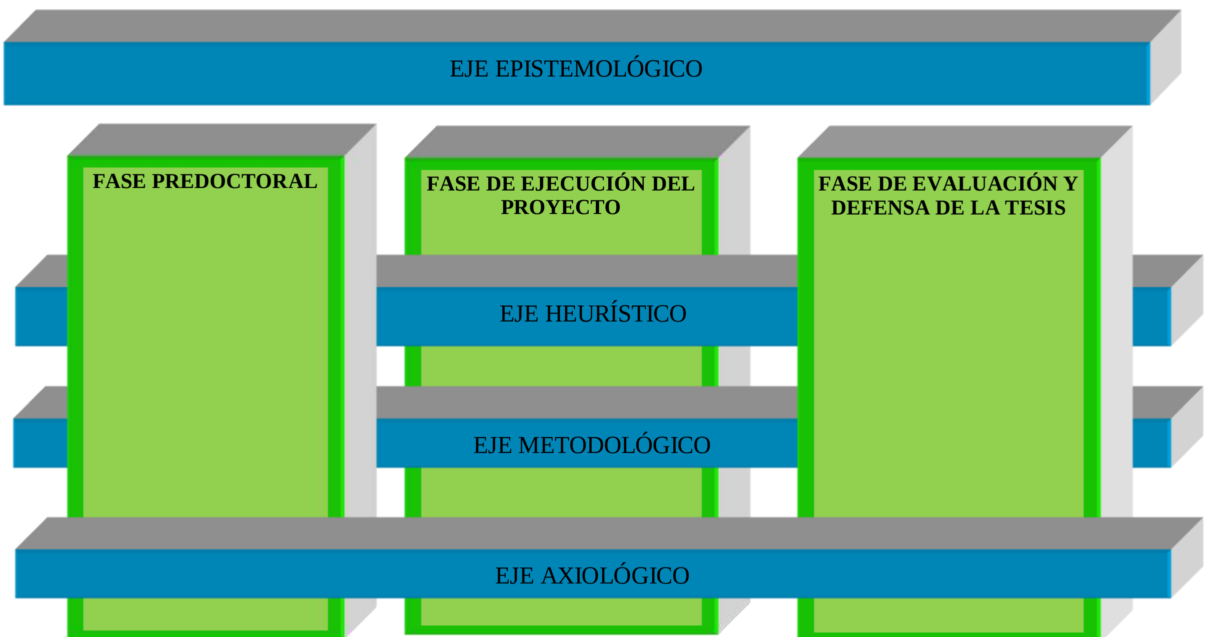

Figura 7. Estructura general

Fase Predoctoral. Se trata de un proceso de orientación que tiene como objetivo crear las condiciones para realizar las acciones de investigación y orientación al logro del objetivo final mediante el perfeccionamiento del proyecto de investigación doctoral. Esta fase durará hasta tres semestres como máximo, y se requiere a haber cubierto como mínimo 78 créditos, en ella los posgraduados deben adquirir los conocimientos y desarrollar las habilidades necesarias que los coloquen en condiciones óptimas para hacer investigación científica y ejecutar su Proyecto de Investigación. Para la creación de las condiciones iniciales y el perfeccionamiento del proyecto se requieren de conocimientos y habilidades relativas al campo teórico, metodológico y práctico correspondiente al tema del proyecto de investigación. Este proceso culmina con la presentación y aprobación del examen general de conocimientos ante el Comité Tutoral.

Fase de Ejecución del Proyecto. Esta fase se refiere a la puesta en marcha de las actividades científicas planificadas y jerarquizadas, se concreta con la ejecución del proyecto de investigación. En esta fase el posgraduado deberá haber elaborado y concluido resultados de su investigación y estar en proceso de publicación o aceptado su trabajo en alguna revista indizada. El número total de créditos a cubrir en esta fase es de 52. Esta fase debe cubrirse en un plazo no mayor de cuatro semestres, posteriores a la fase Predoctoral.

Fase de Evaluación y Defensa de la Tesis. Se trata de la fase de evaluación y control y se refiere a la evaluación y seguimiento de la Tesis Doctoral, se complementan con la aprobación de las publicaciones y participaciones en congresos nacionales o internacionales especializados. La defensa de la tesis y la publicación de al menos un artículo de investigación en una revista indizada, son los dos elementos principales de evaluación y control que se les confiere en la formación doctoral y tienen lugar generalmente al finalizar este proceso. Esta fase se cubre en el último semestre y corresponden 13 créditos.

Ejes. Los ejes integradores se caracterizan por su transversalidad. Se articulan, incorporan y desarrollan en todas las actividades previstas en el Plan de Estudios. Constituyen una propuesta amalgamadora que orienta hacia una formación integral de los estudiantes, que comprende la enseñanza, el aprendizaje de saberes científicos, tecnológicos y la aplicación de éstos, y una educación interdisciplinaria, humanística, que trascienda a la sociedad, e implique una preparación para la vida.

Eje Heurístico. Este eje basa su pertinencia en razón de que, la ciencia en general y la Matemática en particular, ha sido desarrollada en buena parte debido a la necesidad de resolver problemas a través de la creatividad. El Doctorado en Matemáticas tiene delimitada su problemática de estudio centrada en los procesos de producción, difusión y asimilación del conocimiento matemático. Este eje incorpora el desarrollo de habilidades y capacidades para resolver problemas asociados a la investigación científica en el campo de las matemáticas, matemáticas aplicadas o estadística. Se asume que el aprendizaje se construye cuando el alumno se enfrenta a la realidad, maneja información a través del análisis, el debate y la investigación. Como estrategia para el tratamiento de este eje, los contenidos curriculares no deberán abordarse como elementos abstractos y descontextualizados sino desarrollar una orientación hacia la búsqueda de la solución de problemas que requieren del uso de las matemáticas de manera creativa.

Eje Epistemológico. Este eje se refiere a las formas de aproximarse al conocimiento. Se sustenta en el estudio de la construcción, sistematización y formalización del conocimiento relativo a la matemática con la finalidad de presentarlo en su génesis histórica y científica y no como producto acabado e inamovible. La dimensión epistemológica, implica la discusión de las teorías y el establecimiento de las condiciones propicias en la producción, desarrollo y la validez del conocimiento en el campo propio de las matemáticas.

Eje Metodológico. Este eje se refiere a las formas de organización del pensamiento para incidir en la transformación de la realidad. Se sustenta en el principio de que la realidad puede ser transformada racionalmente a través de la formación de un pensamiento científico. Este se forma a través de la detección de problemas, el planteo de hipótesis, el diseño de métodos y técnicas para resolver el problema y la elaboración de explicaciones generales acerca de los problemas y fenómenos estudiados. Mediante este eje se pretende desarrollar formas de pensamiento y acción de carácter científico que ubiquen al método científico como una de las formas sistemáticas y ventajosas para la generación y transmisión de saberes matemáticos.

Eje Axiológico. Se busca que la formación del posgraduado en matemáticas esté centrada en los valores humanos y sociales adicionales al conocimiento científico. Se refiere a fomentar en los estudiantes del doctorado el compromiso social, la conservación y respeto de la diversidad cultural y del ambiente, la superación personal y social mediante el autoaprendizaje, la honestidad y solidaridad, el trabajo en equipo, el fortalecimiento de la autoestima y el desarrollo de la apreciación por la ciencia y arte en todas sus manifestaciones.

6.2. Mapa curricular

La estructura y organización curricular del Doctorado en Matemáticas de la UAGro se compone de 3 Unidades de Aprendizaje Optativas y 8 de Trabajos de Investigación. El estudiante requiere acreditar un total de 143 créditos.

El estudiante del doctorado elaborará, en acuerdo con el director de tesis y Comité Tutoral respectivo, un plan de trabajo que considere, entre otros aspectos: las unidades de aprendizaje, los Trabajos de Investigación, el Examen de Candidatura que deberá presentarse a más tardar al término del quinto semestre, estancias académicas, mecanismos de flexibilidad para que puedan cursar unidades de aprendizaje optativas en otras Instituciones de Educación Superior u otros posgrados similares, el Trabajo de Tesis, así como aquellas otras actividades académicas que contribuyan a proporcionar un sólida formación académica en el campo disciplinar de interés del estudiante.

El Doctorado en Matemáticas se desarrolla bajo la modalidad presencial y semestral. Por cuanto al sistema de créditos, se adopta el Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos (ANUIES-SEP, 2006) y lo establecido en el Reglamento de Posgrado e Investigación de la UAGro.

En cada semestre escolar, el estudiante debe acreditar un Trabajo de Investigación, hasta completar 8 obligatorios. Las tres Unidades de Aprendizaje Optativas deben ser acreditadas a lo más en los 3 primeros semestres; y finalmente, en los últimos cinco semestres tendrán que acreditar los Trabajos de Investigación, como se establece en el mapa curricular de la *Tabla* .

Tabla 6. Mapa curricular

Semestre	Unidades de Aprendizaje	HD		HI	OH	Total	H	Total
		HT	HP			Horas	Sem.	Créditos
I	Trabajo de Investigación 1	3	3	4	3	13	208	13
	Optativa 1	3	3	4	3	13	208	13
II	Trabajo de Investigación 2	3	3	4	3	13	208	13
	Optativa 2	3	3	4	3	13	208	13
III	Trabajo de Investigación 3	3	3	4	3	13	208	13
	Optativa 3	3	3	4	3	13	208	13
IV	Trabajo de Investigación 4	3	3	4	3	13	208	13
V	Trabajo de Investigación 5	3	3	4	3	13	208	13
VI	Trabajo de Investigación 6	3	3	4	3	13	208	13
VII	Trabajo de Investigación 7	3	3	4	3	13	208	13
VIII	Trabajo de Investigación 8	3	3	4	3	13	208	13
	TOTAL	33	33	44	33	143	2288	143

Las Unidades de Aprendizaje Optativas serán seleccionadas, de acuerdo al interés del estudiante, al tema de investigación, en conjunto con el Director de tesis y el Comité Tutoral respectivo, de la Tabla .

Tabla 7 Unidades de aprendizaje optativas

UNIDAD DE APRENDIZAJE	HD		HI	OH	CRED	H/	TOTAL/
	HT	HP			OH	SEM	CRÉD
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Análisis Matemático	3	3	4	3	13	208	13
Solución Numérica de Ecuaciones Diferenciales	3	3	4	3	13	208	13
Ecuaciones Diferenciales con Retardo	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Teoría de Control	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Teoría de Funciones	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales de Orden Fraccionario	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Dinámica no lineal y no local	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Análisis Asintótico	3	3	4	3	13	208	13

Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales Estocásticas	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Teoría de Operadores	3	3	4	3	13	208	13
Transformadas Integrales y Funciones Especiales	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos sobre autómatas celulares y sus aplicaciones	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Análisis Numérico y Computo Científico	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Modelos Lineales Mixtos	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Análisis de Supervivencia	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Series de Tiempo	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Modelación Bayesiana	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Procesos Estocásticos	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Análisis de Datos Funcionales	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Modelación de Grandes Bases de Datos	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Modelación de Datos de Respuesta a Ítem	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Modelos de Ecuaciones Estructurales	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Análisis Multivariado	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Simulación Estadística	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Modelos Lineales Generalizados	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Estadística Espacial	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de modelos biomatemáticos discretos y continuos	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Simulación y Análisis de Sistemas Complejos	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos sobre Redes Complejas y sus Aplicaciones	3	3	4	3	13	208	13
Temas Avanzados de Matemáticas Discretas I	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Matemáticas Discretas II	3	3	4	3	13	208	13
Teoría de las Gráficas I	3	3	4	3	13	208	13
Teoría de las Gráficas II	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Topología I	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Topología II	3	3	4	3	13	208	13

Temas Selectos de Álgebra Abstracta.	3	3	4	3	13	208	13
Tomografía Geométrica	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Teoría Geométrica de Funciones	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Teoría de Dominación y sus aplicaciones	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Ecuaciones en Diferencias	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Geometría Convexa y Discreta	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Teoría Matricial y sus aplicaciones	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Optimización	3	3	4	3	13	208	13
Temas Selectos de Métodos Geométricos de Optimización	3	3	4	3	13	208	13

6.3. Seguimiento de trayectoria escolar

El estudiante, desde su ingreso al Doctorado, contará con un Comité Tutoral para el seguimiento de su trayectoria escolar y durante el desarrollo de la tesis. La selección del trabajo de tesis será de manera colegiada por el Comité Tutoral en acuerdo con el estudiante. El Comité Tutoral se compone de cinco integrantes: El director de tesis, el co-director de tesis y tres asesores, de los cuales uno será externo a la Universidad. Los requisitos para ser parte del Comité Tutoral se establecen en los artículos 26, 106 y 107 del Reglamento de Estudios de Posgrado e Investigación de la UAGro. Las funciones del Comité Tutoral están establecidas en el artículo 109 del mismo Reglamento. El Comité Tutoral será designado por el pleno de los integrantes del Núcleo Académico del Doctorado. El Coordinador del posgrado otorgará por escrito el nombramiento. El Núcleo Académico será la instancia colegiada responsable de la supervisión y un seguimiento periódico y eficaz del trabajo de los estudiantes y tutores.

El seguimiento de la trayectoria de los estudiantes tendrá entre sus objetivos identificar los niveles de riesgo escolar, la evolución y el porcentaje de estudiantes en los diferentes niveles de riesgo en el período escolar. Todo ello para asegurar el mejoramiento educativo permanente, la eficiencia terminal y la tasa de graduación.

El proceso de seguimiento de la trayectoria escolar se inicia con el procedimiento de selección rigurosa de aspirantes, que de oportunidad y acceso a aquellos alumnos con mayor potencialidad para culminar sus estudios oportunamente.

El procedimiento de permanencia incluirá la asignación de un director de tesis y del Comité Tutoral para cada estudiante aceptado en el programa; la oferta y accesos desde el primer semestre a proyectos de investigación acorde con la Línea de Generación y Aplicación de Conocimiento en la que se puedan insertar los trabajos de tesis de los estudiantes; la participación periódica en los seminarios permanentes con fines de evaluación y seguimiento de su trabajo de investigación; la participación obligada en eventos académicos nacionales o internacionales; la vigilancia permanente del Comité Tutoral sobre el avance y desarrollo de los trabajo de tesis, además de la estrecha vinculación con el director de tesis.

El procedimiento de egreso incluye la realización y presentación del trabajo de tesis, la pre defensa de tesis, la revisión del trabajo de tesis incluyendo revisores externos; o en su caso, cuando se opta por la publicación de artículos o de aceptación de los mismo, la presentación y defensa de estos ante un jurado.

La eficiencia terminal será parte estratégica del Doctorado en Matemáticas. Se medirá individualmente y por cohorte generacional en términos de la relación graduados-ingreso. La obtención del grado de doctor tendrá como máximo 4 años.

Entre los indicadores básicos que se implementarán para el seguimiento de la trayectoria escolar están:

a) Desempeño académico: promedio por semestre escolar y promedio final;

b) El indicador obtenido mediante el número de créditos promovidos entre el número de créditos del programa;

c) Participación como ponentes en congresos o foros nacionales e internacionales;

d) Movilidad o estancias de investigación en instituciones nacionales o internacionales

e) Presentación de avances del trabajo de tesis mediante los Trabajos de Investigación obligatorios en cada semestre escolar;

Entre las estrategias que se pondrán en práctica para garantizar el seguimiento de trayectoria escolar destacan las siguientes:

a) La utilización de la base de datos del CONACyT;

b) El uso de la base de datos del Sistema Institucional de Seguimiento al Posgrado e Investigación de la UAGro;

c) El análisis de información y resultados del Sistema de Administración y Seguimiento Escolar (SASE) de la UAGro;

d) Análisis y discusión de rendimiento de estudiantes mediante reuniones periódicas de trabajo con director de tesis y Comité Tutoral;

e) Reuniones sistemáticas de profesores del Núcleo Académico para analizar las diversas problemáticas y tomar decisiones para mejorar los índices de trayectoria escolar.

En suma, el seguimiento de la trayectoria escolar en el Doctorado en Matemáticas de la UAGro, es una de las principales estrategias de evaluación, retroalimentación y mejoramiento de la calidad y pertinencia de dicho programa. Tendrá, entre otros propósitos, disponer de información relevante de los graduados que puedan ser útiles para ponderar si los egresados del posgrado están contribuyendo a la resolución de la problemática para lo cual fueron formados, o bien que ayuden a implementar acciones y políticas para asegurar el mejoramiento del programa y con ello que dichos egresados cumplan su rol social y científico.

6.4. Seguimiento de egresados

El seguimiento de egresados se vincula directamente con el impacto social del programa. Por tanto, en el Doctorado en Matemáticas se prevé el seguimiento y estudio permanente de los egresados, dónde laboran y qué hacen profesionalmente. Para ello el programa implementará acciones y estrategias que aseguren contar con una vinculación con los empleadores.

Existen diversos indicadores para el seguimiento de egresados, en el Doctorado en Matemáticas se implementará el seguimiento de egresados mediante los siguientes indicadores básicos:

a) Destino principal de los egresados graduados;

b) Porcentaje de graduados incorporados al mercado de trabajo;

c) Porcentaje de graduados que se desempeñan en el área laboral, afín o similar al campo de conocimiento del programa que egresa;

d) Índice de satisfacción de los egresados;

e) Índice de satisfacción de empleadores sobre el desempeño de los egresados;

f) Aportaciones de los egresados en el desarrollo del campo profesional;

g) Estudio de Opinión -mediante una muestra representativa- del mercado laboral sobre el desempeño de los egresados;

h) Porcentaje de egresados graduados que cuenten con el reconocimiento y membresía del Sistema Nacional de Investigadores; y

i) Formación de una Red de Egresados para que participen en la mejora continua del programa.

El seguimiento de egresados será desarrollado permanentemente y se realizará bajo los siguientes lineamientos:

a) Revisión sistemática del marco de referencia que da sustento al proyecto curricular;

b) Estudio sistemático de las necesidades del entorno asociadas a las matemáticas y/o línea de investigación del Doctorado que abordará el egresado, en el contexto de su práctica profesional y su especialización;

c) Estudio permanente del mercado de trabajo, particularmente sobre la ubicación de los egresados, la demanda laboral, el subempleo y el desempleo de egresados;

d) Estudiar los alcances, limitaciones e impacto de la labor profesional del egresado.

6.5. Modalidades para obtener el grado de doctor

La modalidad para obtener el Grado de Doctor en Matemáticas, está establecida en el Reglamento General de Estudios de Posgrado e Investigación de la UAGro, que señala:

Para la obtención del Grado de Doctor se requiere cubrir los siguientes requisitos:

I. Haber cubierto los créditos correspondientes y todos los requisitos previstos en el plan de estudios;

II. Haber obtenido la candidatura al Doctorado, para obtenerla se realiza un examen pre doctoral ante un sínodo que puede ser su comité tutoral o uno propuesto por el NAB y nombrado por el Coordinador del Programa. Cada programa de doctorado establecerá las características del examen que le permitan evaluar a los doctorandos bajo los siguientes lineamientos:
   a) Para los doctorados profesionales: Los doctorandos deberán demostrar comprensión sistemática de su campo profesional, dominio de las habilidades y métodos de análisis relacionados con dicho campo; capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso trascendente de la práctica relacionada con el campo profesional;
   b) Para los doctorados orientados a la investigación: Los doctorandos deberán demostrar una formación académica sólida y capacidad para desarrollar investigación en su área.

III. Elaborar una tesis original con las modalidades especificadas en la reglamentación de cada programa de doctorado considerando lo siguiente:
   a) La tesis de los doctorados profesionalizantes debe estar asociada a un proyecto de investigación enfocado al usuario, que contribuya a ampliar las fronteras del conocimiento del campo profesional;
   b) La tesis de los doctorados orientados a la investigación debe ser un trabajo que dé una solución original a un problema de investigación que demuestre el conocimiento profundo sobre el tema y la capacidad de desarrollar investigación independiente;

IV. Contar con al menos una publicación aceptada o publicada como primer autor o autor de correspondencia, derivada del trabajo de tesis en una revista internacional indexada, o con un libro como primer autor publicado por una editorial reconocida o con una patente;

V. Haber obtenido la aprobación de la tesis con al menos cuatro votos favorables de los cinco votos emitidos por el Comité Tutorial;

VI. Presentar por escrito la tesis, en papel y en formato digital. El formato de la tesis debe cumplir con los requisitos siguientes: tamaño carta, pasta dura, colores y logos institucionales; y

VII. Defensa de la tesis doctoral y aprobación del examen de grado ante el sínodo.

7. REQUISITOS DE INGRESO, PERMANENCIA, EGRESO Y OBTENCIÓN DEL GRADO

7.1. Requisitos de ingreso

Los aspirantes a cursar el Doctorado en Matemáticas de la UAGro deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Presentar documentos originales del título y cédula del grado de maestría en matemáticas, matemáticas aplicadas, Estadística o maestría afín; así como el certificado de estudios correspondiente;

b) Acreditar un promedio mínimo de 7.8 en la maestría correspondiente;

c) Aprobar los exámenes de admisión: examen de conocimientos y habilidades en matemáticas;

d) Para aspirantes egresados de las Maestrías en Ciencias Matemáticas y Matemáticas Aplicadas de la UAGro, podrán exentar el requisito del inciso c) siempre que el Comité de Admisión lo apruebe;

e) Presentar evidencia del nivel de dominio del idioma inglés acreditado por examen TOEFL ITP con al menos 400 puntos, su equivalente por una prueba internacional certificada o su certificación equivalente por la UAGro;

f) Presentar currículum vitae en extenso, dos cartas de recomendación académica, carta de exposición de motivos y el Anteproyecto de trabajo de investigación de interés claro y detallado, avalado por un investigador miembro del NA y activo en SNI;

g) Presentarse a entrevista personal;

h) En caso de estudiantes extranjeros, además de cubrir los anteriores requisitos, deben exhibir el documento migratorio que compruebe su estancia legal en el país, así como la autorización para la realización de estudios en México;

i) Para el caso de los aspirantes que hayan realizado en el extranjero sus estudios inmediatos anteriores al programa de posgrado que desee cursar, deberán presentar debidamente legalizados el título o grado que los certifique, conforme a lo que establece la Ley General de Educación, por la Secretaría de Relaciones Exteriores y la Secretaría de Educación Pública, así como el documento probatorio de su estancia legal en el país;

j) Cumplir con los trámites y requisitos administrativos, contar con la carta de aceptación, el pago de inscripción, así como lo que se establece en el Reglamento General de Estudios de Posgrado e Investigación de la UAGro.

7.2. Requisitos de Permanencia

a) Dedicarse tiempo completo y dedicación exclusiva a sus actividades académicas,

b) Realizar las actividades académicas que indica el Plan de Estudios y aquellas otras que sean establecidas por su director de tesis avaladas por el Comité Tutoral;

c) Tener semestralmente un promedio mínimo de ocho;

d) Aprobar el examen general de conocimientos antes de concluir el tercer semestre, elaborado y aplicado por el Comité Tutoral;

e) Obtener la Candidatura a Doctor antes de concluir el quinto semestre y después de haber aprobado el examen general de conocimientos. La Candidatura a Doctor consiste en un examen ante el Comité Tutoral para acreditar el dominio sobre el trabajo de investigación asociado a la tesis de doctor;

f) Cuando un estudiante interrumpa sus estudios de doctorado, el Comité Tutoral determinará en qué términos podrá reincorporarse al Programa;

g) Concluidos los plazos para permanecer inscrito en el Programa de Doctorado en Matemáticas de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Posgrado e Investigación, y sólo con el fin de presentar el examen de grado, se podrá autorizar una prórroga, previa opinión favorable del director de tesis y del Comité Tutoral respectivo.

7.3. Requisitos de Egreso

El estudiante de Doctorado en Matemáticas para su egreso deberá haber:

a) Acreditado la totalidad de créditos del programa con un promedio mínimo de ocho;

b) Haber obtenido la Candidatura de Doctor;

c) Acreditar 450 puntos en examen TOEFL ITP o su equivalente en otra prueba o certificación internacional;

d) Acreditar al menos dos ponencias en congresos o foros nacionales o internacionales;

e) Acreditar la publicación o aceptación de al menos un artículo en revista indizada según los lineamientos de CONACyT;

f) Presentar Carta de Declaración de Autenticidad y No Plagio del trabajo de tesis, firmada por el coordinador del doctorado;

g) Presentar y aprobar la defensa del trabajo de tesis.

7.4. Requisitos para obtener la Candidatura al grado de Doctor

La Candidatura al grado de Doctor se obtiene cumpliendo los siguientes requisitos:

a) Someterse al proceso de evaluación y defensa de los avances de su investigación con respecto al cronograma y objetivos de su proyecto de investigación doctoral y mostrar una sólida formación académica ante el Comité Tutoral, el cual estará compuesto por 5 integrantes del NA.

b) Haber acreditado la evaluación del Comité Tutoral con al menos 4 de los 5 votos;

c) En caso de que no haya acreditado el examen de Candidatura se podrá autorizar una segunda oportunidad.

7.5. Requisitos para obtener el grado de Doctor

a) Ser Candidato a Doctor;

b) Haber cumplido los requisitos de egreso establecidos en el Reglamento de Posgrado e Investigación;

c) Presentar, defender y aprobar la tesis doctoral ante el Sínodo;

d) Obtener al menos 4 de los 5 votos del jurado.

8. PROCEDIMIENTO Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ASPIRANTES

8.1. Procedimiento de selección

El procedimiento de selección de aspirantes a ingresar al Doctorado en Matemáticas de la UAGro es el mecanismo oficial por el cual el Núcleo Académico, previo dictamen del Comité de Admisión de dicho programa de posgrado, decide aceptar o rechazar a los aspirantes a ingresar. Tal procedimiento será como sigue:

1. El Comité de Admisión, integrado por miembros del Núcleo Académico del Doctorado, nombrados por el pleno de dicho Núcleo, realizará las entrevistas personales y aplicará los exámenes a los aspirantes a ingresar, acorde con la convocatoria y el Calendario Escolar de la UAGro;

2. Después de la presentación de exámenes el Comité de Admisión evaluará cada candidato con base en los criterios de selección establecidos;

3. Para la admisión al Doctorado, los integrantes del Comité de Admisión analizarán los resultados de la entrevista, de los exámenes, del Currículum Vitae y del Ante proyecto de investigación como elementos principales. Para estudiantes extranjeros la entrevista podrá realizar por Internet;

4. La evaluación de cada aspirante a ingresar se realizará con base en los criterios de selección establecidos;

5. Los resultados de la selección de aspirantes serán a través de acta de dictamen respectiva y serán dados a conocer por el Comité de Admisión de acuerdo a las fechas establecidas en la Convocatoria de admisión. El Comité de Admisión entregará a la Coordinación del Doctorado, por escrito el acta de dictamen;

6. El Coordinador del programa convocará a reunión del Núcleo Académico para la discusión y dictamen final;

7. El aspirante aceptado deberá ser notificado oficialmente por el Coordinador del programa y deberá inscribirse en el Doctorado para adquirir la calidad de estudiante.

8.2. Criterios de selección de aspirantes

El Comité de Admisión del Doctorado en Matemáticas, considerará los siguientes criterios para la selección de aspirantes a ingresar:

1. Los resultados de los exámenes de admisión (30%);

2. Los resultados de la entrevista personal (15%);

3. El Anteproyecto de investigación presentado (45%);

4. El Currículum Vitae (10%).

9. NÚCLEO ACADÉMICO

9.1 Idoneidad del Núcleo Académico

La idoneidad del Núcleo Académico (NA) del Doctorado en Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), la hacemos patente a partir de mostrar suficiencia en la cantidad y calidad del mismo, poniendo de manifiesto lo siguiente:

Primero. En términos de cantidad, el Núcleo Académico del Doctorado en Matemáticas está conformado por 16 Profesores-Investigadores adscritos a la Universidad, número por arriba del mínimo requerido por CONACyT. De ellos, 14 son profesores de tiempo completo (PTC) y dos se desempeñan en el posgrado de tiempo parcial. De los 14 profesores de tiempo completo la distribución por Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC), es como sigue: 7 PTC en Análisis y aplicaciones; 6 PTC en profesores en Matemáticas Discretas y aplicaciones; y 5 PTC en Estadística y aplicaciones, observe que hay profesores que impactan en dos líneas. En suma, el número integrantes por LGCA se satisface, de acuerdo a los criterios de CONACyT, ver Tabla y

Tabla .

Segundo. En consideración a la calidad académica, todos los integrantes del NA cuentan con la más alta habilitación académica y como evidencia de su alta capacidad en la investigación científica se tiene su productividad académica, la cual se manifiesta en el número de publicaciones en revistas indizadas nacionales e internacionales y la calidad de estas. Para mayor detalle, los integrantes del NA presentan las siguientes características:

1. Todos los miembros del NA de tiempo completo tienen el grado de doctor.

2. Todos obtuvieron su último grado (doctorado), en instituciones de prestigio nacionales y extranjeras, distintas a la UAGro.

3. La formación y la productividad académica de los miembros del NA es acorde con las LGCA del doctorado, por lo que están capacitados para impartir docencia, investigación y vinculación en el posgrado. Para ello, se puede observar la Relación de productos de investigación de las LGCA a lo largo de los últimos 5 años (Punto 5.2 de los Medios de Verificación).

4. De los 14 profesores de tiempo completo en el posgrado, 11 son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), cantidad que representan más del 78% del número de miembros de tiempo completo del NA, valor superior al requisito del CONACyT. Cabe mencionar que los 3 profesores restantes del NA de tiempo completo que a la fecha no pertenecen al SNI, están en proceso de evaluación para su ingreso, ver Tabla 8.

5. Participación de los miembros del NA de tiempo completo, por LGCA:

a) Análisis y Aplicaciones. Cuatro son miembros del SNI con nivel 1, uno nivel 2, uno con nivel Candidato y uno en proceso de evaluación por el SNI;

b) En Matemáticas Discretas y Aplicaciones. Tres son miembros del SNI con nivel Candidato, uno con nivel 2, uno con nivel 1 y uno en proceso de evaluación por el SNI;

c) En Estadística y Aplicaciones. Dos son miembros del SNI con nivel 1, uno con nivel Candidato y dos en proceso de evaluación por el SNI.

6. La productividad académica de cada uno de los PTC integrantes del NA en las respectivas LGCA, se evidencia en los Medios de Verificación: Tabla 8 y Tabla 9; la Relación de productos de investigación de las LGCA (Punto 5.2 de Medios de verificación); y los Ejemplos de productos de investigación obtenidos de las LGAC (Punto 5.3 de Medios de Verificación). En los 3 casos, se manifiesta la pertinencia y calidad de los integrantes del NA.

En resumen, las características arriba descritas de los integrantes del NA, muestran su idoneidad con las LGCA, con los objetivos y los perfiles de egreso contenidos en el Plan de Estudios del Doctorado en Matemáticas de la UAGro. Los detalles sobre sus estudios realizados, y su productividad académica se encuentran en los CVU respectivos.

Tabla 8 Integrantes del NA de Tiempo Completo por LGAC

LGAC	Nombre	Doctorado	Año de Obtención del Grado	Nivel SNI	Perfil PRODEP	Cuerpo Académico	No. de artículos (*)
Análisis y Aplicaciones	Taneco Hernández, Marco Antonio	Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, México	2012	1	SI	UAGRO-CA-119 Consolidado	20
	Abreu Blaya, Ricardo	Comisión de Grados Científicos, Cuba	2013	EPE	NO	NO	36
	Hernández Gómez, Juan Carlos	CIMAT, México	2008	1	SI	UAGRO-CA-19 En Consolidación	18
	Sigarreta Almira, José María	Universidad Carlos III de Madrid, España	2007	2	SI	UAGRO-CA-21 Consolidado	51
	Árciga Alejandre, Martín Patricio	Universidad Michoacana San	2011	1	SI	UAGRO-CA-161	12

		Nicolas de Hidalgo, México				Consolidado	
	Sánchez Ortiz, Jorge	Universidad Michoacana San Nicolas de Hidalgo, México	2008	1	SI	UAGRO-CA-161 Consolidado	8
	Castillo Medina, Jorge Antonio	UNAM, México	2014	C	SI	UAGRO-CA-203 En Consolidación	12
Matemáticas Discretas y Aplicaciones	Sigarreta Almira, José María	Universidad Carlos III de Madrid, España	2007	2	SI	UAGRO-CA-21 Consolidado	51
	Hernández Gómez, Juan Carlos	CIMAT, México	2008	1	SI	UAGRO-CA-19 En Consolidación	18
	Rosario Cayetano, Omar	Universidad Carlos III de Madrid, España	2017	C	SI	NO	9
	Romero Valencia, Jesús	CIMAT, México	2007	C	SI	UAGRO-CA-154 En Consolidación	7
	Abreu Blaya, Ricardo	Comisión de Grados Científicos, Cuba	2013	EPE	NO	NO	36
	Reyna Hernández, Gerardo	UNAM, México	2018	C	NO	NO	3
Estadística y Aplicaciones	Ariza Hernández, Francisco Julián	Colegio de Postgraduados, México	2010	1	SI	UAGRO-CA-161 Consolidado	9
	Sánchez Ortiz, Jorge	Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, México	2008	1	SI	UAGRO-CA-161 Consolidado	8
	Godínez Jaimes, Flaviano	Colegio de Postgraduados, México	2005	EPE	SI	UAGRO-CA-119 Consolidado	10

Reyes Carreto, Ramón	Colegio de Postgraduados, México	2005	EPE	SI	UAGRO-CA-119 Consolidado	8
Guzmán Martínez, María	Colegio de Postgraduados, México	2015	C	SI	UAGRO-CA-119 Consolidado	7

EPE: En proceso de evaluación por pares del SNI; (*) según CVU de los PTC

Tabla 9 Integrantes del NA de Tiempo Parcial por LGAC

LGAC	Nombre	Doctorado	Año de Obtención del Grado	Nivel SNI	Perfil PRODEP	Cuerpo Académico	No. de artículos (*)
Análisis y sus Aplicaciones	Vargas De León, Cruz	Universidad Autónoma de la CDMX, México	Candidato a Doctor	1	NO	UAGRO-CA-119 Consolidado	23
Estadística y sus Aplicaciones	Santiago Moreno, Agustín	Universidad de Granada, España	2011	NO	SI		12

(*) Número de artículos en revistas indizadas, según los CVU actualizados a abril de 2020, de cada uno de los miembros del NA.

9.2 Fortalecimiento del Núcleo Académico

El fortalecimiento científico del NA del Doctorado en Matemáticas de la UAGro, está proyectado a través de la colaboración de al menos 5 profesores investigadores del NA del Doctorado en Ciencias Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), todos ellos miembros del SNI. ver *Tabla* . El Doctorado de la BUAP es un programa de posgrado reconocido por el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT, como Posgrado Consolidado. **Para ello, se gestiona el Convenio de Intercambio y colaboración entre los dos programas de doctorado**. **En los Medios de Verificación se muestra la evidencia de la Carta de Intención de Colaboración** entre UAGro-BUAP.

Tabla 10 Investigadores Externos Invitados como Colaboradores del NA

Nombre	NIVEL SNI	LGAC Cultivada	Especialidad	LGAC que fortalece a la UAGro
Dr. Andrés Fraguela Collar	2	Análisis y Análisis Funcional	Ecuaciones Diferenciales Parciales	Análisis y aplicaciones
Dra. Patricia Domínguez Soto	2	Sistemas Dinámicos	Sistemas Dinámicos	
Dr. Carlos Guillen Gálvan	1	Matemáticas Discretas	Matemáticas Discretas	Matemáticas Discretas y aplicaciones
Dr. Hugo Adán Cruz Suárez	1	Probabilidad y Matemáticas Discretas	Procesos de Markov	Estadística y aplicaciones
Dra. Hortensia Josefina Reyes Cervantes	1	Estadística	Estadística	

10. VINCULACIÓN

10.1 Vinculación para el fortalecimiento del Doctorado en Matemáticas de la UAGro

La vinculación con instituciones y dependencias públicas y privadas, es una prioridad para el Doctorado en Matemáticas de la UAGro, ya que, por la experiencia ganada, en las maestrías (Ciencias Matemáticas y Matemática Aplicada) que sirven de base a este doctorado, los convenios de colaboración han permitido la participación en proyectos (nacionales e internacionales), la realización de estancias (científicas y académicas) y han generado condiciones de cooperación entre la UAGro y otras instituciones.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Se mantiene una estrecha colaboración científica e intercambio académico, con investigadores adscritos al Doctorado de Ciencias Matemáticas de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, tales como: Dr. Carlos Guillen Galván, Dr. Hugo Adán Cruz Suárez, Dra. Patricia Domínguez Soto, Andrés Fraguela Collar, Hortensia Reyes Cervantes, que en función de sus especializaciones aportarán al fortalecimiento de nuestras líneas de generación y aplicación del conocimiento. En la misma dirección se colabora con el Doctorado en Física de la BUAP, en particular con el grupo de investigación de Sistemas Complejos y sus Aplicaciones, cuyo líder científico el Dr. José Antonio Méndez Bermúdez; aportará sus conocimientos en las líneas de Matemática Discreta y Aplicaciones y Estadística y Aplicaciones. Para formalizar dicho intercambio y colaboración académica se gestiona el Convenio de Intercambio y Colaboración entre el Doctorado en Ciencias Matemáticas de la BUAP y el Doctorado en Matemáticas de la UAGro. En los Medios de Verificación se muestra la evidencia de la Carta de Intención de Colaboración entre UAGro-BUAP.

10.2 Vinculación con otras instituciones

Actualmente se cuenta con más de 20 convenios de colaboración activos, algunos de los cuales son Convenios Marco entre instituciones externas y la UAGro, mediante los cuales se suscriben, de manera oficial o haciendo válidos los acuerdos Marco, proyectos de investigación o colaboración para la realización de actividades conjuntas con nuestros posgrados.

A continuación, se muestran algunas instituciones con las cuales la UAGro ha celebrado Convenio de Colaboración (Marco o Específico).

1. Universidad Carlos III de Madrid, España;
2. Universidad del Desarrollo, Chile;
3. Secretaría de Educación de Guerrero, México;
4. Universidad Católica Raúl Silva Henríquez, Chile;
5. ISA Universidad de las Artes, Cuba;
6. Arizona University, EEUU;
7. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México;
8. Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, México;
9. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia;
10. Universidad Nacional de Colombia, Colombia;
11. Universidad de Granada, España;
12. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México;
13. Universidad Español, México;
14. Universidad Popular del Estado de Puebla, México;
15. Centro de Investigación Científica y Tecnológica de Guerrero, México;
16. Thompson Rivers University, Canadá;
17. Maytreya Buddhist University, Argentina;
18. Instituto Nacional Electoral, México;

19. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú;

20. Universidad Antonio Nariño, Colombia;

21. Université Paris-Saclay, Francia;

22. Universidad Nacional del Nordeste, Argentin.

El Doctorado en Matemáticas de la UAGro, es un programa de posgrado recientemente creado, tiene previsto iniciar sus actividades académicas una vez que haya sido aprobado su ingreso al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT; sin embargo, por la propia naturaleza de ser un programa integrado con las maestrías de Matemáticas Aplicadas y Ciencias Matemáticas, mantiene colaboración e intercambio directamente, con instituciones, centros de investigación e investigadores prestigiados nacionales e internacionales, entre los que destacan los siguientes:

1. **Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico** (**CENIDET**). Desde hace poco más de tres años, se mantiene colaboración y trabajo de intercambio e investigación, con el Dr. José Francisco Gómez Aguilar, profesor adscrito al Doctorado en Ciencias en Ingeniería Electrónica, en la línea de Análisis y sus aplicaciones, específicamente sobre Ecuaciones Diferenciales de orden fraccionario.

2. **Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial** (**CIDESI**). Como centro de investigación del Sistema CONACYT. Se mantiene colaboración e intercambio con el Dr. José Alfredo González Calderón, en la línea de Análisis y sus aplicaciones, particularmente sobre Ecuaciones Diferenciales.

3. **Colegio de Postgraduados** (**COLPOS**). En estos momentos, se realizan gestiones para actualizar la colaboración, particularmente para concretar la colaboración en la línea Estadística y sus aplicaciones, con los siguientes investigadores: Dr. José Aurelio Villaseñor Alba, Dr. Sergio Pérez Elizalde y Dr. Paulino Pérez Rodríguez. Los tres adscritos al Doctorado en Estadística.

4. **Instituto Politécnico Nacional** (**IPN**). Se mantienen trabajos de investigación del área de Ciencias de la Salud, con investigadores adscritos a la Maestría en Ciencias de la Salud del IPN, sobre las líneas de Análisis y sus aplicaciones y Estadística y sus aplicaciones. Por otra parte, se han realizado trabajos conjuntos con el Dr. Juan Bory Reyes, adscrito a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica (ESIME) con el que existe una estrecha colaboración que tributa a la línea de Análisis y sus Aplicaciones.

5. **Universidad Carlos III de Madrid**. Se mantiene una estrecha colaboración e intercambio científico-académico con el Departamento de Matemática, la Maestría en Ingeniería Matemática y el Doctorado en Ingeniería matemática de dicha Universidad, tanto en la formación conjunta de alumnos de doctorado como en el desarrollo de actividades científicas. Cabe señalar que se trabaja de manera directa, con el Grupo de Investigación de Análisis Matemático Aplicado; en particular con los investigadores Dr. José Manuel

Rodríguez García (Director de la Maestría y el Doctorado en Ingeniería Matemática), Dr. Domingo Pestana y Dr. Héctor Pijeira. Dichos investigadores participan y colaboran en las líneas de Análisis y sus Aplicaciones y Matemática Discreta y sus Aplicaciones.

6. **Centro de Investigación en Matemáticas** (**CIMAT**). Existe intercambio y colaboración académica continuo con dicho centro, en particular, con los investigadores Dr. José Andrés Christen Gracia del Doctorado en Probabilidad y Estadística, Dr. Marcos Aurelio Capistrán Ocampo del Doctorado en Matemáticas Aplicadas. Mismos que apoyarán en nuestro doctorado la línea Estadística y sus Aplicaciones.

7. **Universidad Juárez Autónoma de Tabasco** (**UJAT**). Se mantiene la colaboración e intercambio académico, con la Maestría en Ciencias en Matemáticas Aplicadas de la UJAT, a través de los investigadores Dr. Gamaliel Blé González y Justino Alavez Ramírez, en la línea de Análisis y sus aplicaciones.

8. **Centro de Investigación en Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos**. Mantenemos una colaboración científico-académica, alumnos de nuestras maestrías se incorporan al Doctorado en Ciencias de dicha entidad. Además, desde el punto de vista científico tenemos un intercambio y colaboración directa, con el grupo de investigación en Matemática Computacional, en lo particular, con su líder el Dr. Nodari Vakhania, el que reforzará nuestra línea de generación y aplicación del conocimiento Matemática Discreta y Aplicaciones.

9. **Universitat Roviri i Virgili**, se mantiene una estrecha colaboración e intercambio científico-académico, con el Departamento de Matemática e Informática y el Doctorado de dicha Universidad, tanto en la formación conjunta de alumnos de doctorado, como en el desarrollo de actividades científicas. Cabe señalar que se trabaja de manera directa con el Grupo de Investigación de Matemática Discreta y sus Aplicaciones; en particular con su líder el Dr. Juan Alberto Rodríguez Velázquez, quien aportará sus conocimientos y experiencias, dentro de nuestra línea de generación y aplicación del conocimiento Matemática Discreta y Aplicaciones**.**

10. **Universidad del Desarrollo de Chile**, existe intercambio y colaboración académica continua en dicho centro, con los investigadores del grupo de investigación sobre Optimización, en particular con su líder el Dr. Paul Bosch. Dichos doctores apoyarán en nuestro doctorado las líneas Estadística y Aplicaciones y Matemática Discreta y Aplicaciones.

11. **Universidad Nacional del Nordeste de Argentina**, existe intercambio y colaboración académica continua con dicha universidad, en particular, con los investigadores del grupo de investigación sobre Análisis no lineal. En particular con su líder el Dr. Juan Eduardo Nápoles Valdés. Dichos investigadores serán un elemento importante, en el desarrollo de nuestro doctorado poniendo sus conocimientos en función de la línea Análisis y Aplicaciones.

12. **Tecnológico de Monterrey, Nuevo León. México**. Existe intercambio científico sostenido con publicación de varios artículos conjuntos, especialmente con el Dr. Ramón Martín Rodríguez Dagnino, adscrito a la Escuela de Ingeniería y Ciencias de dicha institución. Esta colaboración puede fortalecer la línea de Análisis y Aplicaciones.

13. **Universidad Federal de Kazán, Federación Rusa**. Existe colaboración científica con el Dr. Boris Aleksandrovich Kats de esta institución y son varios los artículos de investigación conjuntos con dicho autor en temas de Análisis y aplicaciones.

14. **Universidad de Holguín, Holguín, Cuba**. Existe colaboración directa con esta universidad donde varios profesores y estudiantes de la UAGro han realizado estancias de investigación. Se mantiene estrecha vinculación con el grupo de Análisis Complejo, actualmente dirigido por el Dr. Rafael Ávila Ávila y otros investigadores como tales como: Dr. Arsenio Moreno García, Dra. Tania Moreno García y Dra. Lianet De la Cruz Toranzo. Todos con una formación importante en la línea de Análisis y Aplicaciones.

15. **Universidad de las Américas (UDLA), Cholula, Puebla**. Existe una colaboración sostenida especialmente con el Dr. Marco Antonio Pérez, del Departamento de Actuaría, Física y Matemáticas de esta Universidad. Son varios los trabajos publicados y en vía de publicación elaborados conjuntamente con este profesor que tributan al área de Análisis y Aplicaciones.

11. INFRAESTRUCTURA

El programa de Doctorado en Matemáticas adscrito a la Facultad de Matemáticas de la UAGro dispone de la infraestructura física y de equipamiento necesarios para atender a los estudiantes que se inscriban en el programa. En la Ciudad de Chilpancingo se cuenta con un edificio de dos plantas, y un nuevo edificio de dos plantas en Tierras Prietas, Chilpancingo. En el Puerto de Acapulco cuenta con un edificio de dos plantas. Enseguida se describe, de manera breve, los principales rubros de la infraestructura disponible.

Cubículos para profesores. Cada uno de los profesores adscrito al NAB del Doctorado en Matemáticas dispone de un cubículo, una computadora Laptop y otra de escritorio, con acceso a Internet y a bases de datos, escritorio, silla ejecutiva, pintarrón y proyector; es decir, los elementos básicos y necesarios para un profesor investigador de tiempo completo dedicado al programa de Doctorado. En Chilpancingo, se dispone del nuevo edificio que contiene otros 15 cubículos para profesores y estudiantes de tiempo completo.

Biblioteca. El Doctorado en Matemáticas dispone de biblioteca destinada a estudiantes y profesores de dicho programa en Chilpancingo y Acapulco. Entre otros aspectos, dichas bibliotecas cuentan con libros impresos, mismos que se comparten con estudiantes de la Maestría en Matemáticas Aplicadas y Maestría en Ciencias Matemáticas, y acceso a libros electrónicos y/o revistas digitales a través de CONRICYT.

Auditorio. El Doctorado en Matemáticas dispone de dos Auditorios, uno ubicado en Chilpancingo, con capacidad para 100 personas, que se comparte con estudiantes de licenciatura y maestría, y otro auditorio en Acapulco, con capacidad para 200 personas, mismo que se comparte con estudiantes de maestría y licenciatura. Ambos auditorios son útiles para la realización de conferencias sistemáticas, seminarios mensuales con ponentes del mismo NA y/o profesores invitados, así como para los estudiantes adscritos al Doctorado.

Aulas. El Doctorado en Matemáticas dispone en Chilpancingo de tres aulas destinadas estudiantes del programa de manera permanente, cada una con capacidad para al menos 20 estudiantes, dotadas de pintarrones, proyector, sillas, mesas y acceso a Internet, también se dispone de una sala de usos múltiples en el nuevo edificio. En Acapulco, dispone de tres aulas y una sala de usos múltiples, todas ellas equipadas de aire acondicionado, pintarrones, proyectores, sillas y mesas.

Laboratorio de cómputo. En Chilpancingo, dispone de un laboratorio de cómputo para uso exclusivo de los estudiantes y/o profesores del mismo programa. En dicho laboratorio se cuenta con 12 PC de diversas marcas, un proyector y un pintaron. Además, se cuenta con un Servidor de alto rendimiento útil para simulación y/o trabajos de investigación que requieren de soluciones mediante métodos numéricos. En Acapulco, se dispone de un centro de cómputo con 15 PC para uso exclusivo de estudiantes.

Espacios para estudiantes. Se prevé que los estudiantes del Doctorado dispongan espacios físicos, uno por cada cohorte generacional, exclusivos para estudiantes adscritos al programa, en el que puedan estar de manera permanente para garantizar su estancia y dedicación de tiempo completo en las instalaciones de la Facultad de Matemáticas, tanto en Chilpancingo como en Acapulco.

Espacios en nuevo edificio. El Doctorado en Matemáticas cuenta con un nuevo edificio de dos plantas de reciente construcción. Este edificio consta, en la planta baja de servicios sanitarios para mujeres y hombres, un aula de usos múltiples y dos aulas para clases; en la planta alta se dispone de 15 cubículos para profesores de tiempo completo e invitados, además de un espacio para cubículos de estudiantes del doctorado. Se prevé su utilización para febrero del 2021. En las carpetas de evidencia respectiva se muestran fotografías del inmueble nuevo mencionado.

12. FINANCIAMIENTO

El programa de Doctorado en Matemáticas de la UAGro, para su funcionamiento contará con las siguientes fuentes de financiamiento:

a) Proyectos institucionales correspondientes al ProDES (antes PIFI) de la Dependencia de Educación Superior (DES) de Matemáticas a la que pertenece la Facultad de Matemáticas;

b) Proyectos de Investigación financiados por la UAGro, mediante la Convocatoria emitida anualmente;

c) Proyectos de Investigación financiados, mediante convocatoria, por CONACYT, PRODEP o cualquier otra dependencia federal u organismo no lucrativo;

d) Cursos y talleres de capacitación y/o actualización a profesionales usuarios de la Matemática;

e) Servicios profesionales al sector productivo y/o de servicios;

f) Ingresos propios por cuotas de inscripción y servicios administrativos y/o escolares derivados de los estudiantes.

Sobre este aspecto, los diversos investigadores adscritos al NA del Doctorado en Matemáticas ya han mostrado experiencia y éxito en la obtención de recursos financieros para beneficio de estudiantes y profesores de los Núcleos Académicos de la Maestría de Matemáticas Aplicadas y Maestría en Ciencias Matemáticas.

En el año 2015 se obtuvieron recursos financieros FOMIX por un total de 3.32 millones de pesos. El proyecto financiado por 1.66 millones de pesos tiene clave 249656, y es titulado "Fortalecimiento de la Maestría en Matemáticas Aplicadas de la Universidad Autónoma de Guerrero". Otro proyecto financiado por 1.6 millones de pesos es titulado "Fortalecimiento de la Maestría en Ciencias Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero".

En el año 2017 se presentaron dos proyectos al CONACYT para la búsqueda de financiamiento: Cátedras CONACYT para jóvenes investigadores, en marzo de 2017. Este proyecto, según comunicación del CONACYT fue aprobado; sin embargo, por falta de recursos, este Instituto no financió dicho proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (2014). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018.*

Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. (13 de 04 de 2020). *El Sistema Nacional de Investigadores en números.* Obtenido de http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/SNI_en_numeros.pdf

Gobierno del Estado de Guerrero. (12 de 04 de 2020). *Portal Guerrero.* Obtenido de http://transparencia.guerrero.gob.mx/2016/04/21/plan-estatal-de-desarrollo-2016-2021/

Gobierno del Estado de Guerrero. (13 de 04 de 2020). *Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo, Tecnología e Innovación .* Obtenido de SIICYT CONACyT: http://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/estatales/leyes-estatales/827-guerrero-ley-ciencia-tecnologia-e-innovacion/file

Hedetniemi, S. T. (1990). Bibliography on domination in graphs and some basic definitions of domination parameters. *Discrete Math, 1-3*(86), 257-277.

INEGI. (13 de 04 de 2020). *Inegi temas y empleo .* Obtenido de https://www.inegi.org.mx/temas/empleo/

J. A. Rodríguez, J. M. (2005). On the Randic index and conditional parameters graph. *MATCH*(54), 403-416.

Leyva, S. L. (2018). Visibilidad del conocimiento mexicano. La participación de las publicaciones científicas mexicanas en elámbito internacional. *revista de la educación superior*, 151-165.

Liu, B. J. (2005). Instability of defensive alliances in the predator-prey model on complex networks. *Phys. Rev., 72*.

Reyes Ruiz, G., & Suriñachi Caralt, J. (2012). Las publicaciones de los investigadores mexicanos en el ISI: realidad o mito del SNI. *Revista Electrónica Sinéctica*(38), 1-30. Recuperado el 2020, de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99824765005

Secretaría de Gobernación. (12 de 07 de 2019). Plan Naional de Desarrollo 2019-2024. *Diario Oficial de la Federación*.

Sigarreta, J. M. (2015). Spectral study of the geometric-Arithmetic index. *MATCH Communications in Mathematical and Computer Chemistry, 1*(74), 121-135.

Sigarreta, J. M. (2016). Spectral properties of geometric-arithmetic index. *Applied Mathematics and Computation, 277*, 142-153.

T. Haynes, D. K. (2006). A quantitative analysis of secondary RNA structure using domination based parameters on trees. *BMC Bioinformatics, 108*(7).

Universidad Autónoma de Guerrero. (2016). *Ley Orgánica de la UAGro.* Obtenido de https://www.uagro.mx/hcu/documentos/Ley_Organica.pdf

Universidad Autónoma de Guerrero. (2017-2021). *Universidad Autónoma de Guerrero.* Obtenido de https://www.uagro.mx/conocenos/index.php/pdi-2017-2021

Universidad Autónoma de Guerrero. (2019). *Estatuto General UAGro.* Obtenido de https://www.uagro.mx/hcu/images/doc/Estatuto_General_2019.pdf

ANEXOS

PROGRAMAS EN EXTENSO DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Sistemas Dinámicos.
2	**Conocimientos Previos**: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Ecuaciones Diferenciales Parciales.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender, manejar y aplicar nuevos métodos y técnicas para estudiar modelos continuos o discretos cuando estos son considerados como procesos de evolución. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de utilizar la técnica de mínimos cuadrados en el estudio de sistemas dinámicos sobre determinados; • El estudiante tendrá identificar, analizar y proponer un esquema de solución para sistemas dinámicos con entradas y salidas; • El estudiante podrá aplicar las técnicas básicas de control para resolver problemas reales.
4	**Contenido Temático**: 1. Introducción al curso, motivación 2. Mínimos cuadrados. 2.1. Aproximación de soluciones para sistemas sobre determinados. 2.2. Proyección y principio de ortogonalidad. 2.3. Mínimos cuadrados. 2.4. Aplicación de mínimos cuadrados al ajuste de datos. 2.5. Aplicación de mínimos cuadrados a la identificación de sistemas. 2.6. Mínimos cuadrados regularizados y el método de Gauss- Newton. 3. Sistemas dinámicos lineales autónomos 3.1. Ejemplos. 3.2. Sistemas de orden alto. 3.3. Linealización cerca del punto de equilibrio. 3.4. 3.4 Linealización a lo largo de la trayectoria.

	4. Transformada de Laplace 4.1. Matriz de transición de estados. 4.2. Matriz exponencial. Comportamiento cualitativo y estabilidad. 5. Vectores propios y diagonalización 5.1. Interpretación dinámica, conjuntos invariantes. 5.2. Vectores propios complejos. 5.3. Diagonalización. 5.4. Forma dual. 6. Forma canónica de Jordan 6.1. Modos generalizados. 6.2. Teorema de Cayley-Hamilton. 7. Sistemas dinámicos lineales con entradas y salidas 7.1. Interpretación. 7.2. Funciones de transferencia. 7.3. Impulso y pasos de respuesta. 7.4. Ejemplos. 8. Matrices simétricas, formas cuadradas y descomposición SVD 8.1. Desigualdades para las formas cuadráticas. 8.2. Matrices positivas semidefinidas. 8.3. Descomposición en valores singulares. 8.4. Aplicaciones. 9. Controlabilidad y estado de transferencia 9.1. Conjuntos alcanzables y controlabilidad matricial. 9.2. Entradas de norma mínima. 9.3. Horizonte infinito y transferencia de norma mínima. 10. Observabilidad 10.1. Observabilidad en tiempo discreto. 10.2. Dualidad de controlabilidad. 10.3. Observadores para el caso libre de ruido. 10.4. Observabilidad en tiempo continuo. 10.5. Observadores con mínimos cuadrados. 10.6. Ejemplos.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Software: Octave, Matlab, R, RStudio, Phyton.

7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes parciales: 40 % • Examen final: 30 % • Tareas y participación: 30 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: *1.* Bhattacharya R., Majundar M. (2007). *Random Dynamical Systems: Theory and Applications*, Cambridge. 2. Boyd S., Barrat C. (1991) *Linear Controller Design: Limits of Performance*, Prentice Hall. *3.* Lynch S. (2007) *Dynamical Systems with Applications using Mathematica.* Birkhäuser.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Transformadas Integrales y Funciones Especiales.
2	**Conocimientos Previos**: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Ecuaciones en Derivadas Parciales Básicas, Análisis Real y Complejo**.**
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de aplicar las transformadas integrales y las funciones especiales en la solución de problemas para ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, así como en ecuaciones integrales. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá la definición y propiedades de la Transformada de Fourier y de Laplace, así como sus aplicaciones en problemas de contorno para Ecuaciones Diferenciales y en Derivadas Parciales; • El estudiante será capaz de comprender la herramienta de la Transformada de Mellin y sus aplicaciones en problemas de frontera para EDP y en la suma de series y su relación con la función Zeta de Riemann; • El estudiante será capaz de comprender la importancia de la Transformada de Hilbert y de Stieltjes, así como sus propiedades funcionales y sus aplicaciones en problemas de frontera para EDPs y problemas de contorno para funciones analíticas.
4	**Contenido Temático:** 1. Transformada de Fourier 1.1. Definición de Transformada de Fourier y ejemplos. 1.2. Propiedades básicas de la Transformada de Fourier. 1.3. Fenómeno de Gibbs y principio de incertidumbre de Heisemberg. 1.4. Aplicación de la transformada de Fourier en ecuaciones diferenciales ordinarias. 1.5. Soluciones de ecuaciones integrales. 1.6. Soluciones de Ecuaciones en derivadas parciales. 1.7. Cálculo de integrales definidas. 2. Transformada de Laplace 2.1. Definición de la transformada de Laplace y ejemplos.

	2.2. Condiciones de existencia y propiedades básicas. 2.3. La transformada inversa de Laplace. 2.4. Aplicaciones en Ecuaciones diferenciales ordinarias. 2.5. Ecuaciones integrales. 2.6. Solución de problemas de valores iniciales. 2.7. Solución de Problemas de frontera. 3. Transformada de Mellin 3.1. Definición de la transformada de Mellin y ejemplos. 3.2. Propiedades operacionales básicas de la Transformada de Mellin. 3.3. Aplicaciones de la transformada de Mellin. 3.4. Transformada de Mellin de la de la Integral y Derivada fraccionarias de Weyl. 3.5. Aplicación en la suma de series. 3.6. Transformada de Mellin generalizada. 4. Transformada de Hilbert y Stjelties 4.1. Transformada de Hilbert, ejemplos y propiedades. 4.2. Transformada de Hilbert en el plano complejo. 4.3. Aplicaciones de la Transformada de Hilbert. 4.4. Transformada de Stieltjes y sus propiedades. 4.5. Teorema de inversión de la Transformada de Stieltjes. 4.6. Aplicaciones de la transformada de Stieltjes.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes Parciales: 40% • Tareas: 20% • Participación en clases: 20% • Examen Final: 20% •
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Lokenath Debnath, Dambaru Bhatta (2007). *Integral Transforms and their applications*. Second Edition, by Taylor & Francis Group, LLC. 2. S. Slavyanov, Wolfgang Lay, Alfred Seeger (2000). *Special Functions. A Unified Theory Based on Singularities.* OXFORD University Press,. 3. A.N. Kolmogorov, S.V. Fomin (1975). *Elementos de la Teoría de Funciones y del Análisis Funcional*. Editorial Mir, Moscú.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa**: Temas Selectos de Modelos Lineales Mixtos.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender la teoría y las aplicaciones de los modelos lineales mixtos. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá los fundamentos teóricos de los modelos lineales mixtos; • El estudiante podrá abordar la solución de problemas con los modelos lineales mixtos.
4	**Contenido Temático**: 1. Modelos lineales para observaciones independientes. 2. Modelos lineales con efectos fijos para datos correlacionados. 3. Modelos lineales con efectos mixtos. 4. Modelos lineales mixtos con un nivel de agrupamiento. 5. Modelos lineales mixtos con múltiples niveles de agrupamiento. 6. Modelos lineales mixtos generalizados. 7. Modelos no lineales con efectos mixtos.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, R y Matlab.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Tareas 40 % • Participación en clase 10 % • Exámenes parciales 30 % • Examen final 20 %

8	**Fuentes de Información Básica y Complementaria:** 1. Gałecki, A., & Burzykowski, T. (2013). *Linear mixed-effects models using R: A step-by-step approach*. Springer Science & Business Media. 2. Pinheiro, J. C., & Bates, D. M. (2011). Mixed-effects Models in S and S-PLUS. 3. Searle, S. R., Casella, G., & McCulloch, C. E. (2009). *Variance components* (Vol. 391). John Wiley & Sons. 4. Mehtätalo, L. (2013). Linear mixed-effects models with examples in R. *University of Eastern Finland*. 5. Grafarend, E. W. (2006). *Linear and nonlinear models: fixed effects, random effects, and mixed models*. De Gruyter. 6. West, B. T., Welch, K. B., & Galecki, A. T. (2014). *Linear mixed models: a practical guide using statistical software*. Chapman and Hall/CRC. 7. Verbeke, G. (1997). Linear mixed models for longitudinal data. In *Linear mixed models in practice* (pp. 63-153). Springer, New York, NY.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Modelación Bayesiana.
2	**Conocimientos Previos**: Probabilidad, Inferencia Estadistica, Inferencia Bayesiana
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar modelos estadísticos desde la perspectiva Bayesiana de la Estadística y aplicarlos a distintos campos relacionados a la Estadística. **Objetivos Específicos**: • Identificar y aplicar con eficiencia los diferentes modelos estadísticos en distintas áreas del conocimiento; • Presentar estadísticas resumen y graficas de inferencias a posteriori; • Implementar y desarrollar métodos novedosos de simulación para distribuciones posteriores y predictivas; • Evaluar y comparar modelos bayesianos.
4	**Contenido Temático**: 1. Inferencia Bayesiana. 1.1 Probabilidad e Inferencia. 1.2 Distribuciones a priori informativas. 1.3 Modelo Binomial. 1.4 Modelo Normal con varianza conocida. 1.5 Distribuciones a priori no informativas. 1.6 Modelos con distribuciones a priori conjugadas. 1.7 Inferencia posterior del modelo Normal. 1.8 Modelos Jerarquicos. 1.9 Ejemplos de Aplicación. 2. Análisis Bayesiano de Datos. 2.1 Modelos predictivos. 2.2 Evaluación de modelos. 2.3 Comparación de modelos basados en desempeño predictivo. 2.4 Modelos para colección de datso. 2.5 Ejemplos de aplicación.

	3. Cómputo Bayesiano. 3.1 Integración numérica. 3.2 Aproximaciones a distribuciones. 3.3 Muestreo de rechazo. 3.4 Muestreo de importancia. 3.5 Muestreo de Gibbs. 3.6 Algoritmo de Metropolis-Hastings. 3.7 Evaluación de convergencia y numero efectivo de simulaciones. 3.8 Ejemplos de aplicación. 4. Modelos de regresión. 4.1. Análisis Bayesiano del modelo de regresión clásico. 4.2. Modelos lineales jerarquicos. 4.3. Modelos lineales Generalizados. 4.4. Modelos para inferencia robusta 4.5. Modelos para datos perdidos. 5. Modelos no-paramétricos y no lineales. 5.1. Modelos de funciones base. 5.2. Modelos para Procesos Gaussianos. 5.3. Modelos de Mezclas finitas. 5.4. Modelos para Procesos Dirichlet.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: 6. Presentar al inicio del curso el objetivo de la asignatura y su relación con su formación, así como el temario y las actividades de aprendizaje. 7. Exposición didáctica por parte del docente 8. Exposición de temas, problemas, ejercicios e investigaciones por parte de los estudiantes en el salón de clases. 9. Trabajos de investigación. 10. Solución de problemas concretos.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos científicos, computadora, software de lenguajes de programación (Python, R, Julia)
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes escritos por cada unidad: 40% • Tareas: 20% • participación en clase: 10% • Examen y proyecto final: 30%

8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Andrew Gelman, John B. Carlin, Hal S. Stern, David B. Dunson, Aki Vehtari, y Donald B. Rubin (2014). Bayesian Data Analysis. Third edition. CRC Press Taylor & Francis Group. 2. Congdon, P. (2006). *Bayesian Statistical Modelling.* (2a. ed.) Chichester: Wiley 3. Gilks, W.R., Richardson, S. y Spiegelhalter, D.J. (1996). *Markov Chain Monte Carlo in Practice.* London: Chapman & Hall. 4. Bernardo, J.M. y Smith, A.F.M. (1994). *Bayesian Theory.* Chichester: Wiley. 5. Robert, C.P. y Casella, G. (2004). *Monte Carlo Statistical Methods.* (2a. ed.) New York: Springer. 6. Martin A. Tanner (1996). *Tools for Statistical Inference. Methods for the exploration of posterior distribution and likelihood functions*. Third edition. Springer.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Procesos estocásticos.
2	**Conocimientos Previos**: Probabilidad e Inferencia.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar la teoría de los procesos estocásticos y las innovaciones en los modelos estadísticos y/o matemáticos. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá los fundamentos teóricos de los procesos estocásticos; • El estudiante podrá abordar la solución de problemas con los procesos estocásticos.
4	**Contenido Temático**: 1. Procesos estocásticos. 1.1. Martingalas. 1.2. Procesos de Poisson. 1.3. Procesos de renovación. 1.4. Procesos de ramificación. 2. Procesos no markovianos en tiempo continuo con espacio de estados discreto. 3. Procesos de difusión 3.1. Movimiento Browniano. 3.2. Proceso de Wiener. 3.3. Cálculo estocástico. 3.4. Integral estocástica. 3.5. Formula de ITO. 4. Sistemas determinísticos; Sistemas no-lineales, Sistemas estocásticos. 5. Procesos puntuales. 6. Procesos en el espacio.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, R y Matlab.

7	**Modalidades de Evaluación**: • Tareas 40 % • Participación en clase 10 % • Exámenes parciales 30 % • Examen final 20 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Grigoriu, M. (2013). *Stochastic calculus: applications in science and engineering*. Springer Science & Business Media. 2. Karlin, S., & Taylor, H. M. (1975). *A first course in stochastic processes*. New York [usw.: Acad. Pr]. 3. Parzen, E. (1962). *Stochastic processes.* San Francisco [etc.: Holden-Day. 4. Ross, S. M. (1996). *Stochastic processes*. New York, N.Y: Wiley. 5. Ross, S. M. (2000). *Introduction to probability models*. San Diego: Harcourt/Academic Press. 6. Dobrow, R. P. (2016). *Introduction to stochastic processes with R* 7. Gusak, D. (2012). *Theory of stochastic processes*. Place of publication not identified: Springer-Verlag New York. 8. Taylor, H. M., & Karlin, S. (1998). *An introduction to stochastic modeling*. San Diego, Calif. [u.a.: Acad. Press.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: <u>En trámite.</u>
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Análisis Multivariado.
2	**Conocimientos Previos**: Estadística, Probabilidad, Regresión Multivariada.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de conocer y entender los conceptos, la teoría y la metodología estadística relacionada con el análisis multivariado usando bases de datos de alta dimensión, aplicados a diversos contextos y ramas de la ciencia. **Objetivos Específicos**: • Entender y manejar los principales teoremas y pruebas de los métodos multivariados clásicos; • Entender y manejar las técnicas contemporáneas del aprendizaje automático y la ingeniería; • Conocer y manejar las principales ventajas y limitaciones de las principales técnicas.
4	**Contenido Temático**: 1. Normas vectoriales y matriciales. 2. Medidas de proximidad. 3. Análisis Discriminante. 3.1. Cluster jerarquico. 3.2. K-medias. 3.3. Análisis cluster y Componentes Principales. 4. Análisis de Factores. 4.1. Modelo de población de k-factor. 4.2. Puntaje de factor basado en Regresión 5. Escalamiento multidimensional. 4.1. Escalamiento clásico. 4.2. Escalamiento métrico. 4.3. Escalamiento no-métrico. 4.4. Escalamiento para datos de conteo y agrupados. 4.5. Análisis No-Gaussiano. 6. Análisis No Gaussiano. 7. Independencia y Gaussianidad.

	8. Entropía y mutua información. 9. Análisis de componentes Independientes. 10. Modelos lineales Multivariados.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición de temas, talleres, ejercicios y solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Notas de clase, artículos científicos, libros de texto, software libre R y Julia.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Tareas :20 % • Exposición de temas: 20 % • Exámenes parciales: 40 % • Examen final: 20 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Johnson, D.E. (2000). *Métodos multivariados aplicados*. ITP International Thompson Editores: México. 2. Johnson, R.A. & Wichen, D.W. (2002). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall: London. 3. Kachigan, S.K. (1991). *Multivariate Statistical Analysis*. Radius Press. 4. Koch, Inge (2014). *Multivariate and High-Dimensional Data*. Cambridge University Press. 5. Karl Hardle, Wolfgang and Simar, Léopold. (2019). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer. 6. Kollo, Tonu and Dietrich von Rosen. (2005). *Advanced Multivariate Statistics with Matrices*. Springer.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Matemáticas Discretas I.
2	**Conocimientos Previos**: Matemáticas Discretas.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar los conceptos de lógica matemática, relaciones, grafos y árboles para aplicarlos a modelos que resuelvan problemas computacionales y de otras áreas del conocimiento. **Objetivos Específicos**: • Identificar y aplicar con eficiencia los diferentes sistemas numéricos, el álgebra booleana y la lógica matemática; • Conocer y aplicar los conceptos más importantes de la teoría de grafos y árboles; • Relacionar las técnicas de conteo con problemas concretos de la teoría de grafos; • Desarrollar métodos recursivos como una herramienta para la búsqueda óptima de soluciones a problemas concretos; • Emplear los conceptos de la probabilidad discreta en la formulación de modelos matemáticos.
4	**Contenido Temático**: 1. Probabilidad discreta. 1.1 Teoría de la probabilidad discreta. 1.2 Esperanza y varianza discreta. 2. Técnicas avanzadas de recuerdo y relaciones. 2.1. Relaciones de recurrencia y su resolución. 2.2. Algoritmo de divide y vencerás en el contexto de gráficas. 2.3. Funciones generatrices 2.4. Principio de inclusión-exclusión y aplicaciones. 2.5. Relaciones, propiedades y su representación. 2.6. Relaciones n-arias y aplicaciones. 2.7. Relaciones de equivalencia y órdenes. 3. Grafos y árboles 3.1. Definición, terminología representación. 3.2. Caminos y resultados más importantes.

	3.3. Coloreado y teoremas más importantes. 3. Álgebra moderna aplicada 4.1. Anillos y aritmética modular. 4.2. Álgebra booleana y funciones de conmutación. 4.3. Grupos, teoría de codificación y método de Polya. 4.4. Cuerpos finitos y diseños combinatorios. **5.** Modelos Computacionales. 5.1. Máquinas de estado finito con y sin salida. 5.2. Reconocimiento de lenguajes. 5.3. Máquinas de Turing.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: 1. Presentar al inicio del curso el objetivo de la asignatura y su relación con su formación, así como el temario y las actividades de aprendizaje. 2. Exposición didáctica por parte del docente 3. Exposición de temas, problemas, ejercicios e investigaciones por parte de los estudiantes en el salón de clases. 4. Trabajos de investigación. 5. Solución de problemas concretos.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos científicos, computadora, software de lenguajes de programación (Java, Python, R)
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes escritos por cada unidad: 40% • Tareas: 20% • participación en clase: 10% • Examen y proyecto final: 30%

8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**:
	1. Kenneth H. Rosen. (2019). *Discrete Mathematics and its Applications*, Eighth Edition, McGraw-Hill Education. 2. Oscar, Levin. (2019). *Discrete Mathematics*, 3rd Edition, ISBN; 978-1792901690. 3. Susanna, S. (2010). *Discrete Mathematics with Applications*, Fourth Edition, Brooks/Cole. 4. Grimaldi, R. (2010). *Matemática Discreta y Combinatoria*. Thomson. 5. Ralph P. Grimaldi. (1997). *Matemática Discreta y Combinatoria*, Tercera Edición, Addison-Wesley Iberoamericana. 6. Norman, L. Biggs. (2003). *Discrete Mathematics*, Second Edition, Oxford University Press. 7. Anderson, James. (2001). *Discrete Mathematics with Combinatorics*. Prentice Hall. 8. Kolman, Bernard. Busby, Robert C. Ross, Sharon. (1997). *Estructuras de Matemáticas Discretas para la Computación*. 3ª Edición, Prentice Hall. México. 1997.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Matemáticas Discretas II.
2	**Conocimientos Previos**: Temas Selectos de Matemáticas Discretas I.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar los conceptos de los grafos, su representación matricial, su representación gráfica, familias de grafos, sus invariantes e índices asociados, operaciones entre grafos y polinomios asociados a ellos, para aplicarlos a modelos que resuelvan problemas computacionales y de otras áreas del conocimiento. **Objetivos Específicos**: • Identificar un grafo; • Asociar a un grafo las diferentes matrices y viceversa; • Identificar las diferentes familias de grafos y sus invariantes; • Conocer y aplicar las diferentes operaciones con grafos; • Identificar y construir los diferentes polinomios que se pueden definir en un grafo; • Emplear los conocimientos anteriores para plantear y resolver modelos matemáticos con grafos.
4	**Contenido Temático**: **1**. Conceptos básicos. 1.1 Vértices, aristas y representación gráfica. 1.2 Grafos Isomorfos. 1.3 Grado de un vértice, de un grafo y conectividad. 1.4 Familias representativas de grafos. 1.5 Invariantes de un grafo. 1.6 Caminos y recorridos, el problema del camino más corto. 1.7 Lema de Sperner. **2.** Índices topológicos en grafos 2.1. Desarrollo histórico. 2.2. Principales índices en grafos. 2.2.1. Índice de Randić

	2.2.2. Índice de Zagreb 2.2.3. Índice de Wiener 2.2.4. Índice de Hosoya 2.2.5. Índice de Balabam 2.2.6. Índice de Schultz 2.2.7. Índice de Harary 2.2.8. Índice de Szeged 2.2.9. Índice Geométrico-Aritmético 2.2.10. Otros índices **3**. Simetría y regularidad 3.1 Automorfismos en grafos. 3.2 Vértice transitividad y arista transitividad. 3.3 Cobertura de un grafo. 3.4 Coloreado y teoremas más importantes. **4.** Polinomios en grafos 4.1. Polinomios asociados a grafos. 4.2. Álgebra booleana y funciones de conmutación. 4.3. Grupos, teoría de codificación y método de Polya. 4.4. Cuerpos finitos y diseños combinatorios. **5.** Operaciones en grafos. 5.1 Operaciones unitarias. 5.2 Operaciones binarias.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: 1. Presentar al inicio del curso el objetivo de la asignatura y su relación con su formación, así como el temario y las actividades de aprendizaje. 2. Exposición didáctica por parte del docente. 3. Exposición de temas, problemas, ejercicios e investigaciones por parte de los estudiantes en el salón de clases. 4. Trabajos de investigación. 5. Solución de problemas concretos.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos científicos, computadora, software de lenguajes de programación (Java, Python, R).

7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes escritos por cada unidad:40% • Tareas: 20% • participación en clase: 10% • Examen y proyecto final: 30%
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Oscar, Levin. (2019). *Discrete Mathematics*, 3rd Edition, ISBN; 978-1792901690. 2. Reinhard, Diestel. (2016). *Graph theory*, 5th Electronic Ediction. 3. Susanna, S. (2010). *Discrete Mathematics with Applications*, Fourth Edition, Brooks/Cole. 4. Grimaldi, R. (2010). *Matemática Discreta y Combinatoria*. Thomson. 5. Norman, L. Biggs. (1996). *Algebraic Graph Theory*, 2° Edition, Cambridge University Press. 6. Bondy, J.A; Murty U.S.R. (1982). *Graph Theory with Applications*, North-Holland.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Avanzados de Ecuaciones Diferenciales de Orden Fraccionario I.
2	**Conocimientos Previos**: Análisis Real y Análisis Complejo.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar problemas teórico-prácticos relacionados con ecuaciones diferenciales de orden fraccionario. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de estudiar las propiedades de los operadores de orden fraccionario; • El estudiante conocerá y utilizará de manera eficiente los diferentes métodos para resolver ecuaciones diferenciales de orden fraccionario; • El estudiante conocerá y aplicará la teoría expuesta en los objetivos anteriores para resolver modelos que aparecen en diversos problemas.
4	**Contenido Temático**: **1.** Operadores Fraccionarios 1.1. Integral y derivada fraccionaria de Riemann-Liouville. 1.2. Derivada fraccionaria de Caputo. 1.3. Derivada fraccionaria de Riesz. 1.4. Derivada fraccionaria de Grünwald-Letnikov. **2.** Ecuaciones Diferenciales Fraccionarias(EDF). 2.1. Ecuaciones diferenciales con la derivada fraccionaria de Riemann-Liouville. 2.2. Ecuaciones con la derivada fraccionaria de Caputo. 2.3. Métodos explicitos para resolver EDF. 2.4. Métodos de transformadas integrales para resolver EDF. **3.** Métodos Numéricos para resolver EDF. 3.1. Método de Grünwald-Letnikov. 3.2. Método directo basado en la cuadratura. 3.3. Métodos lineales multipaso. 3.4. Método de lineas.

	4. Aplicaciones de las EDF. 4.1. Procesos oscilatorios con amortiguación fraccionaria. 4.2. Estudio de la relación tensión-deformación de materiales viscoelásticos. 4.3. Procesos de difusión lenta.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica. .
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes Parciales: 40 % • Tareas: 30 % • Participación en clases: 30 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Kilbas, A.A, Srivastava, H.M. and Trujillo, J.J. (2006). *Theory and Applications Fractional Differential Equations*. Elsevier: San Diego, CA, USA. 2. Podlubny, I. (1999). *Fractional Differential Equations*. Academic Press, San Diego. 3. Samko, S.G., Kilbas, A.A. and Marichev O.I. (1993). *Fractional Integrals and Derivatives: Theory and Applications*. Gordon and Breach Science Publisher, Switzerland.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Avanzados de Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales Estocásticas.
2	**Conocimientos Previos**: Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de aplicar la teoría de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales estocásticas en la solución de problemas. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá los fundamentos teóricos de las integrales estocásticas; • El estudiante conocerá un conjunto de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales estocásticas, así como sus aplicaciones.
4	**Contenido Temático**: 1. Integrales estocásticas y sus propiedades. 2. Ecuaciones estocásticas: 2.1. Poisson. 2.2. Transporte. 2.3. Schrödinger. 2.4. Burgers. 2.5. Presión. 2.6. Calor.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición y Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Tareas: 40% • Exámenes: 60 %

8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Claudia Prévôt, Michael Röckner (2007). *A Concise Course on Stochastic Partial Differential Equations.* Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2007. 2. Helge Holden, Bernt Øksendal, Jan Ubøe, Tusheng Zhang (2010). *Stochastic Partial Differential Equations***.** *A Modeling, White Noise Functional Approach.* Second Edition. Springer, New York, Dordrecht, Heidelberg, London.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Avanzados de Sistemas Dinámicos I.
2	**Conocimientos Previos**: Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I y II.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar el comportamiento cualitativo de las soluciones de sistemas dinámicos en tiempo continuo. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de analizar la estabilidad de las soluciones de sistemas • dinámicos continuos; • Identificar la existencia y no existencia de orbitas periódicas en sistemas bidimensionales; • Caracterizar el tipo de bifurcaciones presentes en diferentes sistemas dinámicos unidimensionales y bidimensionales; • Determinar si un sistema dinámico presenta caos determinista.
4	**Contenido Temático**: 1. Introducción 1.1.Existencia y unicidad de las soluciones. 1.2.Flujo definido por un sistema dinámico. 1.3.Sistema dinámico como flujo. 1.4.Puntos de equilibrio. 1.5.Conjuntos invariantes y conjuntos límite. 2. Estabilidad 2.1 Linealización de un sistema dinámico en dimensión dos. 2.2 Equivalencia topológica y estabilidad estructural. 2.3 Variedades estable e inestable 2.4 Definiciones de estabilidad 2..5 Teoremas de Lyapunov para la estabilidad 3. Existencia y estabilidad de órbitas periódicas en dimensión dos 3.1 Índice de Poincaré 3.2 Teorema de Poincaré-Bendixson 3.3 Criterio de Dulac y la prueba de divergencia

	3.4 Flujos casi hamiltonianos 3.5 Estabilidad de orbitas periódicas 4. Bifurcación 4.1 Bifurcaciones en una dimensión. 4.2 Bifurcaciones elementales en dimensión dos. 4.3 Teorema de la Variedad Central. 4.4 Bifurcación de Hopf en dimensión dos 4.5 Bifurcación de Orbitas periódicas 5. Sistemas caóticos 5.1 Características cualitativas del caos 5.2 Atractores extraños: Sistema de Lorenz y otros sistemas 5.3 Exponentes de Lyapunov 5.4 Entropía de Kolmogorov-Sinai 5.5 Dimensión Kaplan-Yorke
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes Parciales: 40 % • Tareas: 20% • Participación en clases: 10 % • Examen Final: 30 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. P.A. Glendinning, (1994). *Stability, Instability and Chaos,* Cambridge Texts in Applied Mathematics. England. 2. D. K. Arrowsmith and C. M. Place, (1990). *An Introduction to Dynamical Systems*, Cambridge University Press, Cambridge. 3. J. Guckenheimer & P. Holmes, (1996). *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields,* Springer-Verlag, New York. 4. D.W. Jordan & P. Smith, (1977). *Nonlinear Ordinary Differential Equations*, Oxford University Press: Oxford. 5. P.G. Drazin, (1997). *Nonlinear Systems,* Cambridge University Press, Cambridge. 6. Hirsch, M. W., Smale, S., & Devaney, R. L. (2012). *Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos*. Academic Press.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: <u>En trámite.</u>
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Avanzados de Sistemas Dinámicos II.
2	**Conocimientos Previos**: Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I y II**,** Temas Avanzados de Sistemas Dinámicos I.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de obtener soluciones analíticas y de analizar el comportamiento cualitativo de las soluciones de sistemas dinámicos en tiempo discreto. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de resolver de ecuaciones y sistemas lineales de coeficientes constantes y ha conceptos sobre sistemas dinámicos no lineales discretos en el tiempo; • Analizar la dinámica de mapeos cuadráticos y estudiar diferentes tipos de bifurcaciones presentes en diferentes mapeos y su aplicación en diferentes sistemas caóticos unidimensionales y bidimensionales.
4	Contenido Temático: 1. Ecuaciones lineales en diferencias 1.1. Resolución de ecuaciones lineales homogéneas de coeficientes constantes. 1.2 Ecuaciones en diferencias de primer orden. 1.3 Ecuaciones en diferencias de orden superior. 1.4 Método de coeficientes indeterminados. 1.5 Método de variación de parámetros. 2. Sistemas de ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes 2.1 Transformación de una ecuación de orden "n" a un sistema de primer orden. 2.2 Resolución de sistemas homogéneos. 2.3 Calculo de A^k. 2.4 Resolución de sistemas no homogéneos. 2.5 Resolución de sistemas por medio del operador corrimiento. 3. Órbitas, puntos fijos y estabilidad 3.1 Tipos de órbitas, análisis de órbitas y retrato de fase. 3.2 Teorema punto fijo, atracción, repulsión y puntos periódicos. 3.3 Teorema de linealización y criterio de estabilidad de Jury. 3.4 Teoremas de Lyapunov para la estabilidad. 3.5 Método geométrico para la estabilidad global. 4. Bifurcaciones

	4.1 Dinámica del mapeo unimodales. 4.2 Bifurcaciones tipo nodo-silla y tipo periodo doble. 4.3 Histéresis. 4.4 Casos especiales de la familia cuadrática. 4.5 Rutas hacia el caos. 5. Mapeos caóticos 5.1 Propiedades de un sistema caótico y constante de Feigenbaum. 5.2 Teorema de Sarkovskii y periodo tres implica caos. 5.3 Cuencas de atracción. 5.4 Mapeos bidimensionales: Hennon, Baker, gato de Arnold, entre otros. 5.5 Mapeos de orden superior.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes Parciales: 40% • Tareas 20 % • Participación en clases: 10% • Examen Final: 30%
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Agarwal, R. P., Bohner, M., Grace, S. R., & O'Regan, D. (2005). *Discrete Oscillation Theory*, Hindawi Publ. Corp., New York. *2.* Cull, P., Flahive, M., & Robson, R. (2005). *Difference equations: from rabbits to chaos*. 3. Elaydi, S. N., (2007). *Discrete chaos: with applications in science and engineering*. Chapman and Hall/CRC. 4. Elyadi, S., (2005). *An Introduction to Difference Equations*, Springer Science & Business Media. 5. Galor, O., (2007). *Discrete dynamical systems*. Springer Science & Business Media. 6. Hirsch, M. W., Smale, S., & Devaney, R. L. (2012). *Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos*. Academic press. 7. Holmgren, R. A. (2012). *A first course in discrete dynamical systems*. Springer Science & Business Media. 8. Takahashi, T. (2012). *Ecuaciones en diferencias con aplicaciones*. Iberoamérica. 9. Zhang, W. B. (2006). *Discrete dynamical systems, bifurcations and chaos in economics*. Elsevier.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Avanzados de Teoría de Gráficas.
2	**Conocimientos Previos**: Matemáticas Discreta, Teoría de Gráficas, Topología y Álgebra Lineal.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de resolver problemas teórico-prácticos relacionados con las Matemáticas Discretas y Computacionales. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de estudiar las propiedades de las estructuras matemáticas desde el punto de vista discreto; • El estudiante conocerá y utilizará de manera eficiente las diferentes representaciones matriciales de una Gráfica (Adyacencia, Laplaciana, Incidencia, Randic, etc.); • El estudiante conocerá y aplicará las propiedades de los matroides a la solución de problemas; • El estudiante conocerá y aplicará métodos discretos para el estudio de problema continuo (hiperbolicidad de superficies, desigualdades, etc.); • El estudiante establecerá relaciones entre las Teorías Espectral, de Grupos y Gráficas.
4	**Contenido Temático**: **1.** Teoría Espectral de Gráficas 1.1. Representación Matricial de una Gráfica y sus Aplicaciones. 1.2. Autovalores y Autovectores. 1.3. Polinomios característicos de una Gráfica y sus aplicaciones. 1.4. Relaciones entre los autovalores y parámetros en una Gráfica. 1.5. Energía de una Gráfica y sus aplicaciones. 1.6. Modelos aleatorios. **2.** Teoría de Dominación en Gráficas. 2.1. Propiedades de los conjuntos k-dominantes y sus aplicaciones. 2.2. Propiedades de los conjuntos k-dependentes y sus aplicaciones. 2.3. Integración de parámetros asociados a la Teoría de dominación. 2.4. Propiedades del diferencial de una gráfica y sus aplicaciones.

	2.5. Teoremas tipo Nordhaus-Gaddun. 2.6. Polinomios en gráficas asociados a parámetros de dominación. **3.** Teoría de Matroides 3.1. Bases y Rango. 3.2. Representación geométrica de matroides de rango pequeños y sus aplicaciones. 3.3. Duales de matroides representables. 3.4. Contracciones. 3.5. Menores de matroides gráficas y de matroides representables. 3.6. Conexidad en gráficas y matroides. 3.7. Teorema de Tutte.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes parciales: 40% • Tareas 20 % • Participación en clases: 40%
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Cvetkovic D. et al. (1997). *Eigenspaces of Graphs, Encyclopedia of Mathematics*. American Mathematical Society, National Science Foundation. 2. Chung F. R. (1999). *Spectral Graph Theory*. American Mathematical Society, National Science Foundation. 3. Harary, F. (1978) *Proof techniques in graph theory*. Academic Press, New York. 4. T. W. Haynes, S. T. Hedetniemi, and P. J. Slater (1998). *Fundamentals of Domination in Graphs*. Marcel Dekker, New York. 5. Oxley, J. G. (1992), *Matroid Theory*, Oxford University press, Oxford.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Avanzados de Topología I.
2	**Conocimientos Previos**: Topología básica, Álgebra Moderna.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de resolver problemas teóricos relacionados con la Topología. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de estudiar propiedades algebraicas de espacios topológicos. • El estudiante conocerá propiedades de los complejos simpliciales; • El estudiante conocerá y aplicará propiedades de la teoría de homología de complejos simpliciales; • El estudiante conocerá propiedades de los complejos de cadena.
4	**Contenido Temático**: **1.** Superficies 1.1. Definición y ejemplos. 1.2. Orientabilidad. 1.3. Triangulaciones. 1.4. La característica de Euler **2.** El grupo fundamental 2.1. Homotopías 2.2. El grupo fundamental 2.3. Espacios cubrientes **3.** Complejos simpliciales 3.1. Definición y ejemplos 3.2. Aplicaciones simpliciales 3.3. Espacios triangulables 3.4. Aproximación simplicial

	4. Homología simplicial 4.1. Excisión 4.2. Automorfismos de simplejos 4.3. Complejos de cadena 4.4. Operador frontera 4.5. Grupos de homología
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes parciales: 40% • Tareas 20% • Exposiciones: 10% • Examen Final: 30%
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Hatcher A. (2002) *Algebraic Topology*. Cambridge University Press. 2. Massey W. S. (1967). *Algebraic Topology: An Introduction*. Springer-Verlag New York. 3. Munkres J. (2018) *Elements of Algebraic Topology*. CRC Press, Taylor & Francis Group LLC. 4. Rotman J. (1988). *An Introduction to Algebraic Topology*. Springer-Verlag New York.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales Parciales.
2	**Conocimientos Previos**: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Ecuaciones en Derivadas Parciales Básicas, Análisis Real y Complejo.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de resolver problemas de la Física Matemática que se modelan a través de Ecuaciones y Sistemas de Ecuaciones en Derivadas Parciales. **Objetivos Específicos**: • El estudiante será capaz de demostrar la existencia y la unicidad de las soluciones de problemas de contorno para Ecuaciones en Derivadas Parciales; • El estudiante conocerá y aplicará los métodos del Análisis Real y Complejo en la solución de problemas de frontera con condiciones de tipo Dirichlet, Neumann y condiciones mixtas; • El estudiante deducirá y comprenderá la importancia de las fórmulas de representación para las soluciones de los problemas de frontera; • El estudiante será capaz de comprender el significado práctico de los problemas, así como el de los resultados obtenidos en problemas específicos dentro de la Mecánica y la Física en general.
4	**Contenido Temático**: 1. Ecuaciones y Sistemas de Ecuaciones Elípticos 1.1. Sistemas elípticos y fuertemente elípticos. 1.2. Teorema de Regularidad para Ecuaciones Elípticas. 1.3. Ecuación de Poisson y de Laplace. 1.4. Propiedades de las funciones armónicas. 1.5. Problemas de Dirichlet, Neumann y de Robin. 1.6. Teorema de Unicidad. Teorema de Existencia. 2. Ecuación Biarmónica 2.1. Solución fundamental. 2.2. Descomposición de Goursat. 2.3. Problemas de Dirichlet y Neumann para funciones biarmónicas. 2.4. Problemas de tipo Riemnn-Hilbert para funciones biarmónicas.

	2.5. Funciones poli-armónicas y polianalíticas. 2.6. Fórmulas de Representación de funciones poli-armónicas y polianalíticas. 3. Ecuaciones de la Teoría de la Elasticidad 3.1. Ecuaciones básicas en Elasticidad Lineal. Caso Plano. 3.2. Reducción al caso de ausencia de fuerza volumétrica. 3.3. Ecuación del desplazamiento o de Lamé. Desplazamientos universales. 3.4. Representación compleja de las soluciones de la ecuación de Lamé. 3.5. Fórmulas de representación para las soluciones de la Ecuación de Lamé. 3.6. Problemas de frontera en la Teoría de la Elasticidad Lineal. 3.7. Aplicaciones de la Integral de Cauchy en la solución de los problemas de frontera de la Elasticidad Lineal.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes parciales: 40 % • Examen final: 30 % • Tareas y participación: 30 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. K. Gürlebeck; K. Habetha, W. Sprössig, (2016). *Application of holomorphic functions in two and higher dimensions.* Birkhäuser/Springer, [Cham]. 2. G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley, (2001). *Analytic Methods for Partial Differential Equations*, Springer, London. 3. Begehr H.G.W. (1994). *Complex Analytic Methods for Partial Differential Equations: an introductory text*. Singapore: World Scientific. 4. A.N. Tíjonov, N. Samarski, (1980). *Ecuaciones de la Física-Matemática,* Ed. Urmo, Bilbao. 5. N.I. Mushelishvili, (1953). *Some basic problems of the mathematical theory of elasticity*. Groningen, The Netherland: Noordhoff.

<table>
<tr><td></td><td>Programa: Doctorado en Matemáticas.
Clave del programa: <u>En trámite.</u></td></tr>
<tr><td>1</td><td>Unidad de Aprendizaje Optativa: Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales Parciales I.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Conocimientos Previos:
Análisis Real y Complejo. Análisis Funcional, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Ecuaciones en Derivadas Parciales.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Objetivo General y Objetivos Específicos:

Objetivo General:
El estudiante será capaz de comprender y aplicar un amplio rango de herramientas matemáticas para analizar y estudiar ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que provienen de la física matemática

Objetivos Específicos:
El estudiante conocerá y aplicará los métodos del Análisis Real, Complejo y funcional para encontrar y analizar la solución de problemas de valor inicial y/o frontera;
El estudiante será capaz de demostrar diversos principios que ayudan a resolver una gama amplia de ecuaciones en derivadas parciales tales como el principio del máximo, el uso de funciones de Green, entre otros;
El estudiante será capaz de comprender el significado práctico de los problemas, así como el de los resultados obtenidos en situaciones específicas dentro de la física matemática.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Contenido Temático:
1. Preliminares matemáticos
1.1 Introducción breve a la teoría de distribuciones
1.1.1. Distribuciones de soporte compacto.
1.1.2. Distribuciones temperadas.
1.1.3. Convergencia en el espacio de distribuciones, operaciones y propiedades principales
1.2 Transformaciones integrales
1.1.4. Transformada de Fourier, de Laplace, Unificada y de Stieltjes
1.1.5. Definiciones, propiedades principales y operaciones importantes
1.1.6. Aplicaciones a las ecuaciones principales de la física matemática. Soluciones fundamentales y soluciones a problemas de Cauchy
1.3 Espacios de Sóbolev</td></tr>
</table>

	1.3.1 Definiciones, caracterizaciones y resultados principales 1.3.2 Formulación abstracta de problemas variacionales en espacios de Hilbert 2. Teoría de Operadores 2.1 Definiciones y teoremas principales 2.2 Operadores compactos y problemas de Sturm-Liouville 3. Métodos energéticos para problemas de evolución 3.1 Regularidad de Soluciones de problemas parabólicos e hiperbólicos 3.2 Existencia, unicidad y continuidad de soluciones 4. Métodos de semigrupos 4.1 Semi-grupos y generadores infinitesimales 4.2 El teorema de Hille-Yoshida 4.3 Aplicaciones a las EDP
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, Software Matlab, Mathematica.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Exámenes parciales: 40 % • Examen final: 30 % • Tareas y participación: 30 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley, (2001). *Analytic Methods for Partial Differential Equations*, Springer, London. 2. A.N. Tíjonov, N. Samarski, (1980). *Ecuaciones de la Física-Matemática*, Ed. Urmo, Bilbao. 3. J. Jost, (2002). *Partial Differential Equations*, Ed. Springer-Verlag, New York, Inc. 4. Begehr H.G.W. (1994). *Complex Analytic Methods for Partial Differential Equations: an introductory text*. Singapore: World Scientific.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa**: Temas Selectos de Modelación Espacial.
2	**Conocimientos Previos**: Probabilidad, Inferencia, Series de Tiempo y Procesos estocásticos.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar los datos geoestadísticos, puntuales y lattice así como los modelos espaciales y espacio temporales. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá los fundamentos teóricos de los modelos espaciales y espacio-temporales. • El estudiante pueda proponer modelos espaciales y espacio-temporales.
4	**Contenido Temático**: 1. Geoestadística. 2. Introducción al análisis de datos espaciales. 3. Procesos espaciales gaussianos. 4. Procesos espaciales multivariados. 5. Modelos lineales generalizados espaciales. 6. Modelos lineales mixtos espaciales generalizados. 7. Procesos espaciales puntuales. 8. Procesos lattice. 9. Modelación espacio-temporal.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, R y Matlab.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Tareas 40 % • Participación en clase 10 % • Exámenes parciales 30 % • Examen final 20 %

8	**Fuentes de Información Básica y Complementaria**: 1. Mateu, J. (2015). *Spatial and spatio-temporal geostatistical modeling and kriging* (Vol. 998). John Wiley & Sons. 2. Diggle, P. J., Ribeiro, P. J., & Geostatistics, M. B. (2007). Springer series in statistics. 3. Møller, J. (Ed.). (2013). *Spatial statistics and computational methods* (Vol. 173). Springer Science & Business Media. 4. Gaetan, C., & Guyon, X. (2010). *Spatial statistics and modeling* (Vol. 81). New York: Springer. 5. Cressie, N. (2015). *Statistics for spatial data*. John Wiley & Sons. 6. Banerjee, S., Carlin, B. P., & Gelfand, A. E. (2014). *Hierarchical modeling and analysis for spatial data*. CRC Press. 7. Baddeley, A., Gregori, P., Mateu, J., Stoica, R., & Stoyan, D. (Eds.). (2006). *Case studies in spatial point process modeling* (Vol. 185). Berlin: Springer.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: En trámite.
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Modelos Lineales Generalizados.
2	**Conocimientos Previos**: Inferencia estadística, Modelo de regresión, Modelos Lineales Generalizados, Estadística Bayesiana.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar la teoría y metodología de los modelos lineales generalizados, bajo los enfoques frecuentista y Bayesiano. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá los fundamentos teóricos de los modelos lineales generalizados bajo los enfoques frecuentista y Bayesiano; • El estudiante abordará la solución de problemas que usan los modelos lineales generalizados bajo los enfoques frecuentista y Bayesiano.
4	**Contenido Temático**: 1. Introducción a los modelos lineales generalizados. 2. Introducción a la estadística Bayesiana. 3. Modelos para datos binarios, frecuentistas y Bayesianos, con efectos mixtos 4. Modelos para datos de conteo frecuentistas y Bayesianos, con efectos mixtos 5. Modelos para datos de tablas de contingencia frecuentistas y Bayesianos, con efectos mixtos. 6. Modelos para datos de supervivencia frecuentistas y Bayesianos, con efectos mixtos.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Taller, Solución de problemas, aplicación en datos reales.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos Científicos Actualizados, software R.
7	**Modalidades de Evaluación**: • Proyecto de aplicación 50 % • Solución de talleres 20 % • Examen final 30 %

8	**Fuentes de Información Básica y Complementaria:**

1. Dey, D. K., Ghosh, S. K., & Mallick, B. K. (2000). *Generalized linear models: A Bayesian perspective*. CRC Press.
2. Faraway, J. J. (2016). *Extending the linear model with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models*. CRC Press.
3. Friendly, M., & Meyer, D. (2015). *Discrete data analysis with R: visualization and modeling techniques for categorical and count data* (Vol. 120). CRC Press.
4. Gałecki, A., & Burzykowski, T. (2013). *Linear mixed-effects models using R: A step-by-step approach*. Springer Science & Business Media.
5. Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., Dunson, D. B., Vehtari, A., & Rubin, D. B. (2013). *Bayesian data analysis*. CRC Press.
6. Mehtätalo, L. (2013). *Linear mixed-effects models with examples in R*. University of Eastern Finland.
7. Pinheiro, J. C., & Bates, D. M. (2011). Mixed-effects Models in S and S-PLUS.
8. Stroup, W. W. (2012). *Generalized linear mixed models: modern concepts, methods and applications*. CRC Press.
9. Skrondal, A., & Rabe-Hesketh, S. (2004). *Generalized latent variable modeling: Multilevel, longitudinal, and structural equation models*. CRC Press.
10. Wakefield, J. (2013). *Bayesian and frequentist regression methods*. Springer Science & Business Media.

	Programa: **Doctorado en Matemáticas**. Clave del programa: <u>En trámite.</u>
1	**Unidad de Aprendizaje Optativa:** Temas Selectos de Procesos estocásticos II.
2	**Conocimientos Previos**: Probabilidad e Inferencia.
3	**Objetivo General y Objetivos Específicos**: **Objetivo General**: El estudiante será capaz de comprender y analizar la teoría de los procesos estocásticos en modelos estadísticos y/o matemáticos. **Objetivos Específicos**: • El estudiante conocerá los fundamentos teóricos de los procesos estocásticos; • El estudiante podrá abordar la solución de problemas con los procesos estocásticos.
4	**Contenido Temático**: 1. Caminata aleatoria. 2. Procesos de Poisson. 3. Procesos de Poisson compuesto. 4. Procesos puntuales. 5. Teoría de la renovación. 6. Procesos no markovianos con espacio de estados continuos y discretos. 7. Procesos de difusión. 8. Calculo estocástico. 9. Ecuaciones diferenciales estocásticas y formula de ITO. 10. Sistemas determinísticos; Sistemas no-lineales, Sistemas estocásticos.
5	**Modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje**: Exposición, Taller, Solución de problemas.
6	**Materiales de apoyo académico**: Artículos científicos actualizados, R y Matlab.

7	**Modalidades de Evaluación**: • Tareas: 40 % • Participación en clase: 10 % • Exámenes parciales: 30 % • Examen final: 20 %
8	**Fuentes de información Básica y Complementaria**: 1. Grigoriu, M. (2013). *Stochastic calculus: applications in science and engineering*. Springer Science & Business Media. 2. Karlin, S., & Taylor, H. M. (1975). *A first course in stochastic processes*. New York [usw.: Acad. Pr]. 3. Parzen, E. (1962). *Stochastic processes*. San Francisco [etc.: Holden-Day. 4. Ross, S. M. (1996). *Stochastic processes*. New York, N.Y: Wiley. 5. Ross, S. M. (2000). *Introduction to probability models*. San Diego: Harcourt/Academic Press. 6. Dobrow, R. P. (2016). *Introduction to stochastic processes with R* 7. Gusak, D. (2012). *Theory of stochastic processes*. Place of publication not identified: Springer-Verlag New York. 8. Taylor, H. M., & Karlin, S. (1998). *An introduction to stochastic modeling*. San Diego, Calif. [u.a.: Acad. Press.