

UH - MES

Formato para el Diseño de Programas de Maestrías

1. Título: Maestría en Ciencias Matemáticas
2. Facultad/Centro/Cátedra: Universidad de La Habana
3. Coordinador: Dra. Ángela Mireya León Mecías

E-mail: angela@matcom.uh.cu Teléfono: (537) 8790890

4. Duración y Modalidad:

Tiempo completo: 2 años Tiempo parcial: 3 años

5. Fundamentación:

La formación general que recibe el egresado de la carrera de Matemática es de perfil amplio, con algunos elementos de especialización. En la práctica social, sin embargo, se plantean problemas cuya solución requiere un mayor grado de profundización y especialización de los conocimientos y habilidades del egresado. Por otra parte, las demandas actuales del desarrollo científico-técnico en nuestro país van adquiriendo un nivel cualitativamente superior al involucrar el basamento matemático en la resolución de problemas. Esto hace que los profesionales de otros perfiles, no sólo en centros de investigación o centros de educación superior, sino también en las empresas necesiten una formación matemática más sólida.

Las circunstancias anteriores hicieron aconsejable a partir del año 1993 la organización de un nivel de educación postgraduada dirigida a un sector amplio de egresados universitarios que contribuyera a la adquisición y consolidación de los conocimientos y habilidades matemáticas para el trabajo científico en el ejercicio de su profesión: la maestría en Ciencias Matemáticas (CM).

Considerando además que a partir del curso 2007-2008 la Licenciatura en Matemática tiene una duración de cuatro años, así como la experiencia obtenida de las ediciones anteriores del programa de maestría, se recomiendan algunas modificaciones al programa en aras de su perfeccionamiento y para su puesta en práctica a partir de la 11na edición.

La maestría en CM aspira a proporcionar el nivel necesario de conocimientos y habilidades para acometer en toda su magnitud las nuevas tareas que demanda el desarrollo actual de nuestra sociedad; tareas que no podrán ser resueltas sin un alto grado de especialización pero que necesitan a su vez de un fuerte trabajo interdisciplinario. En este sentido, la maestría se mantiene estructurada por menciones, que engloban las especializaciones fundamentales, permiten la relación interdisciplinaria y son áreas en las cuales el claustro propuesto tiene una gran experiencia científica, acumulada tanto en el postgrado como en el pregrado. De modo que la maestría en CM tiene las menciones siguientes:

- Análisis Matemático y Álgebra
- Ecuaciones Diferenciales
- Enseñanza de la Matemática
- Matemática Numérica
- Optimización
- Probabilidades y Estadística

La experiencia acumulada en el pregrado en las áreas relacionadas anteriormente recoge el trabajo de cinco décadas de existencia de la carrera de Licenciatura en Matemática, los cuales son avalados con la acreditación de Excelencia de la carrera, el papel de centro rector de nuestra Facultad a nivel nacional en esta especialidad, la reacreditación de excelencia de este programa de maestría así como el premio al postgrado iberoamericano recibido de la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP) en su sexta convocatoria (año 2011). El desarrollo de las líneas de investigación que sustentan las menciones propuestas se realiza organizativamente dentro de grupos de trabajo consolidados. Un aval de la madurez de las líneas de investigación y de los resultados de los grupos de investigación es la existencia en la Facultad de dos revistas internacionales acreditadas por el Zentralblatt für Mathematik / Mathematics Abstracts y por Mathematical Reviews de la American Mathematical Society.

- Investigación de Operaciones (desde 1966)
- Ciencias Matemáticas (desde 1980).

A su vez 6 de nuestros profesores son Revisores de la Revista Zentralblatt für Mathematik / Mathematics Abstracts, de la Sociedad Matemática Europea. Tenemos revisores de las revistas Mathematical Reviews, Journal of Intelligent Material Systems and Structures, International Journal of Solids and Structures; Computación y Sistemas (Revista Iberoamericana de Computación); Journal of Mechanics of Materials and Structures; Journal of Applied Physics; Technische Mechanik; Journal of Biological Systems; Mathematical Biology; Journal of Quantitative Methods for Economics and Business Administration, (2011-), Spain; Computers & Operations Research (2009-) Elsevier; Journal of Probability and Statistical Science (JPSS). (2009-), USA; Journal of Mathematics and Statistics (2009-), Poland; International Journal of Statistics & Economics (2010-), India; Computational Statistics and Data Analysis (2010-) Elsevier; Statistics (2010-), Taylor & Francis, USA; Metrika, (Wiley, 2009-); Anales de la Universidad Metropolitana (Venezuela), (2009-); Contributions of 7th International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications: EISTA 2009-2013, USA; Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia (2008-), Colombia; Journal of Systems and Management (2009-), China; Journal of Operations Research (2009-), UK; Journal of Global Optimization, [2005-] NL; CISCI, (2007,8,9-) USA; Contributing Editor of International Abstracts of Operations Research, UK. [2001-]; International Journal of Statistical Planning and Inference, Canada, [2002-]; Trabajos de Optimización (TOP), Spain [1998-]; Naval Logistic Quarterly (USA) [1995-], USA; Biometrical Journal, Germany. [2000-]; Applied Mathematics and Computation, (2011, Elsevier); Journal of the Egyptian Mathematical Society (2013, Wiley); Contributing Editor of Current Index to Statistics, USA. [1998-]; Pakistan journal of statistics, (2013), Pakistan; Pakistan journal of management sciences (2014), Pakistan; Afrika Matematika(2014, Springer), etc.

El Presidente y la Secretaria del Tribunal Nacional de Doctorado en Matemática y Computación de la Comisión Nacional de Grado Científico son dos profesores de nuestro claustro, Dr. Mariano Rodríguez Ricard (coordinador de la mención de Ecuaciones Diferenciales y Mecánica) y la Dra. Marta Lourdes Bager Díaz-Romañach (coordinadora de la mención de Matemática Numérica) respectivamente. También son miembros de este tribunal, la Dra. Vivían Sistachs Vega, el Dr. Carlos Bouza Herrera (coordinador de la mención de Probabilidades y Estadística), la Dra. Ángela Mireya León Mecías (coordinadora general de este programa).

El presidente de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación es miembro de nuestro claustro, Dr. Luis Ramiro Piñero.

Los eventos internacionales que se realizan en nuestra Facultad constituyen una muestra más de la madurez de nuestras investigaciones y del prestigio alcanzado por nuestro claustro a nivel internacional.

- La Conferencia Internacional de Investigación de Operaciones, se realiza desde el año 1993 con carácter bianual y abarca además áreas de análisis numérico, probabilidades y estadística y programación y algoritmos, así como aplicaciones en la economía. Esta Conferencia alterna con el Taller Internacional sobre Investigación de Operaciones, donde cada edición se dedica a un tema de aplicación en particular. Generalmente se cuenta con la presencia de especialistas con gran reconocimiento a nivel mundial.

- El Taller Internacional “Wavelets, Partial Differential Equations and Quantization”, se realiza anualmente, contando en su haber con 15 ediciones, el cual es copatrocinado con universidades canadienses, y participan especialistas del primer mundo y de América Latina y el Caribe.
- En el 2001 se efectuó la VIII Conferencia Latinoamericana de Probabilidades y Estadística Matemática (CLAPEM), como sede captada, lo cual es un reconocimiento al trabajo realizado por nuestros investigadores en esa área.
- En Enero de 2004 se celebró el VIII Congreso Panamericano de Mecánica Aplicada, como sede captada, debido al prestigio internacional alcanzado por el grupo de Mecánica de Sólidos de nuestra Facultad.
- En Octubre de 2004 se celebró el XII Congreso Latino-iberoamericano de Investigación de Operaciones también como sede captada, por la tradición y solidez de las investigaciones en esta área. En este Congreso Cuba pasó a ocupar la presidencia de la Asociación Latino-iberoamericana de Investigación de Operaciones en la persona de la profesora de nuestra Facultad Dra. Sira Allende Alonso.
- Anualmente tiene lugar el Encuentro Cuba-México en Probabilidades y Estadística, que se realiza de conjunto con el ICIMAF y al que asisten también especialistas de otros países, ya tienen 21 ediciones.
- Hemos sido dos veces sede de la Conferencia Regional de Aproximación y Optimización en el Caribe.

Nuestra Facultad participa en el Proyecto Regional de Matemáticas Aplicadas (REALMA), al cual contribuyen otras universidades latinoamericanas y del Caribe y por este motivo en Septiembre de 2006 organizamos la Primera Escuela Regional de Matemáticas Aplicadas, a la cual asistieron estudiantes de maestría cubanos y de 6 países de Latinoamérica. En junio del 2013 se efectuó en nuestra Facultad la Escuela CIMPA de investigaciones en Ecuaciones en Derivadas Parciales y aplicaciones a la Biología y la Medicina, en que participaron representantes de 21 países. Miembros de nuestro claustro participan en dos proyectos AECID, uno con la Universidad de Málaga y otro con la Universidad de las Islas Baleares.

6. Estudiantes

- Requisitos de Ingreso

Ser graduado de licenciatura en Matemática o carrera equivalente en un centro de educación superior o extranjero.

Ser graduado de cualquier otra carrera no matemática y ser capaz de demostrar que posee los conocimientos básicos necesarios para iniciar los estudios de la maestría. Ser capaz de utilizar literatura científica en idioma inglés. Para matricular la mención de Enseñanza de la Matemática podrá ser graduado de cualquier carrera universitaria, en cuyo caso **deberá acreditar tres años de experiencia como mínimo en la enseñanza de la Matemática en el nivel universitario o medio superior, con carta firmada por el jefe de Departamento y por recursos humanos del centro de trabajo respectivo.**

Junto a su solicitud de ingreso los aspirantes deberán entregar, una copia del título de graduado universitario, un resumen de su currículum y experiencia profesional así como una carta de la dirección de su centro de trabajo en la cual se manifieste el interés de dicho centro en que el estudiante culmine la maestría y su compromiso a darle facilidades para poder realizar ésta en la modalidad de tiempo parcial.

Para **estudiantes extranjeros** el costo de colegiatura para matricular el Programa de Maestría en **Ciencias Matemáticas** es de **5000 CUC** pagaderos en tres plazos durante los tres años de duración del Programa. El primer pago de **1500 CUC** deberá efectuarlo al formalizar su matrícula. Este pago no incluye ni transporte, ni alimentación, ni hospedaje. **Documentos a presentar para la matrícula**

1. Documento de identidad o pasaporte
2. Fotocopias legalizadas del título de graduado
3. Certificación de notas debidamente legalizadas

4. Curriculum Vitae debidamente legalizado

Las legalizaciones deben ser realizadas en el Ministerio de Relaciones Exteriores de su país.

Todo estudiante:

- Estará vinculado a una mención debiendo desarrollar su trabajo de investigación en dicha área.
- Deberá acumular como mínimo setenta (70) créditos, de los cuales más del 50% corresponderá a la investigación (ver Sistema de Créditos).
- Presentará y aprobará una tesis que contenga resultados originales de actualidad en la temática escogida.
- Realizará la defensa de la tesis ante un tribunal aprobado por el Comité Académico.
- Debe culminar los estudios en el tiempo establecido en el programa de la maestría, según la modalidad escogida.
- Tendrá como máximo 5 años, contando a partir del comienzo de la edición, para realizar la defensa de la tesis

Todas las solicitudes serán evaluadas por el comité académico, el cual se valdrá de los medios y procedimientos que estime conveniente para tal fin. Excepcionalmente podrá recomendarse un período de estudios previos al inicio de la maestría, con el fin de que el interesado adquiriera los conocimientos del pregrado que le sean necesarios. Los miembros del tribunal de tesis y el oponente deberán cumplir con los requisitos establecidos (ver Anexo IV).

7. Perfil del egresado

En cada una de las menciones el egresado será capaz de:

- Modelar y dar solución a problemas mediante la aplicación de técnicas matemáticas.
- Participar en actividades de investigación – desarrollo de nuevas teorías o métodos matemáticos.
- Integrar equipos de trabajo multidisciplinarios, para coadyuvar en la aplicación de las técnicas matemáticas.
- Empezar estudios más avanzados de manera individual o escolarizada en aquellas ramas de la matemática afines al área temática en la que se haya especializado.
- En el caso particular de la mención de Enseñanza de la Matemática el egresado será capaz de detectar y resolver problemas que afecten la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en el nivel superior ó medio-superior, mediante la realización ó dirección de investigaciones científicas.

8. Líneas de investigación o áreas objeto de tesis

El desarrollo de las líneas de investigación que sustentan las menciones propuestas se realiza organizativamente dentro de grupos de trabajo consolidados:

1. Estadística y Probabilidades
2. Modelación y Análisis Estocásticos
3. Matemática Numérica
4. Optimización
5. Ecuaciones Diferenciales
6. Biomatemática
7. Mecánica de Sólidos (Modelación de materiales compuestos)
8. Teoría de Aproximación
9. Enseñanza de la Matemática
10. Historia y Metodología de la Matemática

9.- Plan de estudios

La Maestría está concebida para ser culminada en un período no mayor de tres años en la modalidad de tiempo compartido y en dos años a tiempo completo. La validez de los cursos será de un período no mayor a cinco años, pero las prórrogas para presentar el trabajo de tesis deberán ser autorizadas por el comité académico.

Aunque el estudiante puede tener un tutor (previa aprobación del comité de maestría) que no sea miembro del claustro o profesor de la Facultad de Matemática y Computación, se le asignará un asesor en la mención en la que matricule. Ambos conformarán el plan de estudio, el cual debe responder al tema de investigación de la tesis de maestría.

Este plan está concebido sobre la base de créditos obligatorios, créditos optativos y créditos libres, los cuales se obtendrán de los cursos lectivos y de las actividades de investigación. Más abajo se detalla el sistema de créditos.

El plan de estudio de cada maestrando debe contener todos los cursos que debe aprobar, es decir, los cursos que le aportarán los créditos obligatorios de la mención seleccionada, así como los cursos optativos y libres que sean indicados por el tutor, dentro de esa mención o de otra, o dentro de otros programas de maestría o postgrado. Además, en dicho plan deben contemplarse los seminarios a los que debe asistir, así como, cualquier otra actividad que el asesor entienda oportuna incluir. Las actividades lectivas del programa de maestría se organizarán en dos modalidades atendiendo a las posibilidades concretas de realización: de manera extensiva, en cursos de 12 semanas y de manera concentrada, en cursos de 15 días. En cada curso académico se podrán organizar hasta tres (3) trimestres.

9.1 Objetivos generales del Plan de Estudios

- Complementar la formación general básica de los egresados de la carrera de Matemática y de otras carreras afines.
- Lograr una especialización matemática acorde con las demandas planteadas por las instituciones donde trabajan los profesionales incorporados a los estudios de la maestría.
- Capacitar a profesionales no matemáticos en la aplicación de métodos matemáticos en la solución de problemas propios.
- Contribuir al acercamiento del sistema de estudios de postgrado en Cuba y otros países latinoamericanos que permitan un aprovechamiento de la experiencia y recursos mutuos.
- En el caso de la mención de Enseñanza de la Matemática se tiene como objetivo central; preparar a los profesores de Matemática para realizar investigaciones científicas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta Ciencia, abordando los problemas con conocimientos profundos y actualizados de Matemática y desde perspectivas psicopedagógicas que posibiliten el perfeccionamiento de dicho proceso.

9.2 Estructura del plan de estudios. Sistema de créditos

Para obtener el título de Maestro en Ciencias Matemáticas se deberá alcanzar un mínimo de 70 créditos y haber presentado y defendido satisfactoriamente una tesis de maestría en una de las menciones. El otorgamiento de créditos por actividades científicas y de investigación es la máxima prioridad del programa y persigue estimular la actividad científica y creativa del estudiante.

De total de 70 créditos se deberán obtener como mínimo 24 créditos por los cursos lectivos y 35 créditos como mínimo por trabajo científico y de investigación. Los restantes 11 créditos se podrán obtener tanto por cursos lectivos como por trabajo de investigación.

9.2.1 Créditos por cursos lectivos

De los 24 créditos que como mínimo se deben obtener por cursos lectivos, cada mención especificará cuántos son obligatorios y cuántos son opcionales.

Mención	Créditos obligatorios por cursos lectivos
Probabilidades y Estadística	16
Matemática Numérica	18
Optimización	15
Ecuaciones Diferenciales	12
Análisis Matemático y Álgebra	12
Enseñanza de la Matemática	16

Cada mención tendrá una oferta de cursos bien definida para cada tipo de crédito. **Los maestrandos que no sean graduados de Licenciatura en Matemática y matriculen una mención que no sea la de Enseñanza de la Matemática, deben cursar de manera obligatoria el curso de Análisis Funcional Básico, y estos créditos no cuentan dentro de los obligatorios de la respectiva mención. En el caso de los no graduados de Licenciatura en Matemática que matriculen la mención de Enseñanza de la Matemática se valorará cuáles cursos serán de carácter obligatorio en cada edición para complementar la formación matemática del maestrante.**

Cada maestrando puede tener hasta 6 créditos libres, pero se consideran dentro de los 11 (que pueden ser por cursos lectivos o por trabajo de investigación). Los créditos libres se podrán obtener por ejemplo por cursos que no estén contemplados en su plan de estudio (cursos que estén dentro de otros programas de maestría, siempre contando con la guía de su asesor) con el objetivo de completar su formación teórica y/o práctica necesaria para la realización de su tesis o aprovechar algún curso de postgrado que se imparta por un especialista de alto nivel, nacional o extranjero. La inclusión de estos cursos necesita de la aprobación previa del Comité Académico, el cual debe contar con una justificación de tal inclusión y el programa de la misma. Nunca uno de estos cursos puede ser sustitutivo de los que aportan los créditos obligatorios reflejados en el plan de estudio de cada maestrando y que pertenecen a la mención matriculada.

Cada curso aprobado, con independencia de la calificación obtenida, (aprobado, bien o excelente) otorgará un crédito por cada 48 horas de trabajo total del estudiante. El total de créditos que otorgue cada curso se calculará considerando que por cada hora lectiva el estudiante necesita como mínimo tres horas de trabajo independiente. Pueden existir cursos donde previo consenso del Comité Académico se considere que se necesitan más horas de trabajo independiente. El total de créditos que otorgue cada curso siempre se expresará en un número entero, aproximándose por defecto en caso de ser necesario.

9.3 Créditos por trabajo científico y de investigación

El peso fundamental de la investigación que se realiza durante la maestría recae en introducir al estudiante en el campo de la investigación por lo que se le ha dado un mayor peso al trabajo de tesis que aportará un total de veinte y cinco créditos (25) como máximo, y veinte (20) como mínimo, que se incluyen dentro de los créditos de trabajo científico.

La obtención de estos créditos por el trabajo de tesis será de forma escalonada, como: a partir del segundo trimestre se realizarán dos Seminarios de Tesis con el objetivo de ir monitoreando el trabajo de forma sistemática. Estos seminarios serán organizados en cada mención, se realizarán en los grupos de investigación con la presencia del coordinador de la mención y el tutor del estudiante, y aportarán un total de quince créditos (15) en su conjunto, que serán créditos obligatorios por el concepto de investigación.

Seminario de Tesis I (10 créditos). Presentación de una primera revisión bibliográfica y estado del arte que sirva de base teórica a la investigación que realizará. Definición del tema a investigar, elaboración del proyecto de investigación que servirá de guía metodológica a la elaboración de la tesis o trabajo final de la Maestría y propuesta del cronograma de investigación. El estudiante deberá entregar un documento por escrito con los aspectos antes mencionados, el cual se archivará en su expediente y será la constancia para el otorgamiento de los créditos. Preferentemente el estudiante

debe vencer esta etapa al finalizar su primer año en la edición de la Maestría. **Además se adjuntará el acta de la realización del seminario que contenga los señalamientos y comentarios realizados, la relación de participantes y firmada por el coordinador de la mención.**

Seminario de Tesis II (5 créditos). En esta etapa el estudiante deberá presentar los resultados parciales obtenidos así como los diseños de las implementaciones a realizar en los casos de temas de investigación que incluyan implementaciones computacionales. Los resultados alcanzados en esta etapa se podrán manifestar en trabajos escritos, seminarios en los grupos de investigación y/o presentaciones en eventos. El estudiante deberá entregar documentación por escrito que avalen estos resultados parciales, para ser adjuntados en su expediente como constancia para la obtención de los créditos. Preferentemente el estudiante debe vencer esta etapa no más allá de su segundo año en la edición de la Maestría. **Además se adjuntará el acta de la realización del seminario que contenga los señalamientos y comentarios realizados, la relación de participantes y firmada por el coordinador de la mención.**

Finalmente la culminación del proyecto de tesis escrita ya revisada por el tutor y presentada en el colectivo de investigación y el acto de defensa final de la Tesis aportarán 10 créditos. El desarrollo de esta etapa podría incluir publicaciones, registro de software y/o presentaciones en eventos. Preferentemente el estudiante deberá vencer esta etapa antes de culminar el primer semestre del 3er año en la edición de la Maestría.

Todo maestrando tiene que redactar un artículo relacionado con la temática de investigación de su tesis, el cual debe ser publicado en la serie interna de la Facultad. Es de carácter obligatorio la presentación de este artículo y por ello se le otorgará al estudiante cinco (5) créditos.

Adicionalmente se otorgarán créditos por la participación y exposición en seminarios especializados, por la publicación de artículos, impartición de cursos de postgrado, presentación de trabajos en eventos y dirección de trabajos de diploma relacionados todos con la temática elegida. El número de créditos por cada rubro mencionado se especifica a continuación.

Los seminarios especializados otorgarán créditos en cada curso académico según sea la frecuencia quincenal (1) o semanal (2). Para obtener estos créditos el maestrando tiene que asistir sistemáticamente y participar de manera activa con al menos una exposición en el curso.

El estudiante puede asistir a más de un seminario especializado si le es necesario y si lo desea. Por este concepto se pueden obtener hasta 5 créditos.

Por la publicación o aceptación de cada artículo para su publicación se otorgaran tres (3) créditos si la revista es de reconocido prestigio internacional y dos (2) en otros casos.

Por la presentación de cada trabajo en eventos se otorgarán dos (2) créditos si es de carácter internacional y uno (1) en caso que no posea esta categoría; por este concepto se podrán obtener hasta 6 créditos. En caso de que el trabajo haya sido premiado se otorgarán hasta dos créditos adicionales.

La dirección de trabajos de diploma otorgará dos (2) créditos por cada uno; pudiéndose obtener hasta 6 créditos por este concepto.

Adicionalmente se otorgarán dos (2) créditos por el dominio de un idioma extranjero, que debe estar avalado con un certificado de alguna institución autorizada.

Por impartir cursos de postgrado se otorgará un crédito por cada quince (15) horas lectivas.

Entre la tesis, la publicación del artículo sobre la tesis en la serie interna de la facultad y la participación en los seminarios el maestrando puede acumular hasta el 50% del total de los créditos del programa de maestría. Entre los trabajos presentados a eventos, los artículos publicados, la impartición de cursos de posgrado y la dirección de trabajos de diploma el maestrando podrá acumular entre un 22% y un 30% del total de los créditos del programa de maestría.

9.4 Programas de los Cursos:

MENCIÓN: Análisis Matemático y Álgebra

CRÉDITOS OBLIGATORIOS: 12

En esta mención el curso de Teoría de Grupos de carácter obligatorio para todos los estudiantes y los 4 créditos que aporta se incluyen dentro de los 12.

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OBLIGATORIOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
AA101	Variable Compleja	48	4
AA102	Medida e Integración	48	4
AA103	Análisis Funcional Lineal	48	4
AA104	Polinomios Ortogonales	48	4
AA105	Medidas Complejas	48	4
AA106	Teoría Espectral de Operadores no Acotados	48	4
AA107	Teoría de Grupos	48	4
AA108	Teoría de Galois	48	4
AA109	Introducción a la Teoría de Módulos	48	4
AA110	Álgebra Multilineal	48	4
AA111	Teoría de Categorías	48	4
AA112	Teoría de Anillos	48	4
AA113	Complementos de Álgebra Lineal	48	4
AA114	Complementos de Grupos y Anillos	48	4
AA115	Introducción a los Campos Finitos, a las Bases de Grobner y a los Códigos Correctores de Error.	48	4
AA116	Tópicos de Probabilidades y Estadísticas Aplicados en Criptografía e Introducción a la Teoría de Información y sus Aplicaciones.	48	4
AA117	Sistemas Modulares Lineales, Sucesiones Recurrentes Lineales e Introducción a la Teoría de las Funciones Binarias.	48	4
AA118	Sistemas Criptográficos.	48	4

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OPTATIVOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
AA215	Teoría Geométrica de las Funciones de Variable Compleja	48	4
AA216	Temas Clásicos del Análisis Real y Complejo	48	4
AA217	Funciones Enteras	48	4
AA218	Funciones Elípticas	48	4
AA219	Álgebras de Funciones	48	4
AA220	Análisis Armónico	48	4
AA221	Propiedades Asintóticas de Polinomios Ortogonales	48	4
AA222	Aproximación de Funciones de Variable Compleja	48	4
AA223	Teoría de Potencial	48	4
AA224	Ortogonalidad y Aproximación Racional	48	4
AA225	Génesis de la Teoría de Funciones y el Análisis Funcional	48	4
AA226	Historia y Metodología del Análisis Matemático	48	4
AA227	Historia y Metodología del Álgebra	48	4
AA228	Historia y Metodología de la Teoría de Probabilidades	48	4
AA229	Álgebras de Dimensión Finita sobre un Anillo	48	4
AA230	Álgebra Homológica	48	4
AA231	Introducción a la Teoría de Representaciones	48	4
AA232	Teoría de Torsión	48	4
AA233	Conjuntos Parcialmente Ordenados y sus representaciones	48	4
AA234	Teoría de Auslander – Reiten	48	4
AA235	Módulos Inclinantes y Álgebras Inclinadas	48	4
AA236	Categorías Derivadas	48	4
AA237	Teoría Aritmética de los Números	48	4
AA238	Introducción a la Geometría Algebraica	48	4
AA239	Curvas algebraicas y modelación geométrica	48	4
AA240	Introducción al Análisis de Clifford	48	4
AA241	Geometría fractal	48	4
AA242	Introducción a la Teoría de Curvas Elípticas	48	4
AA243	Evaluación de Fortaleza Criptográfica.	48	4
AA244	Protocolos Criptográficos	48	4
AA245	Funciones Hash Criptográficas. Firmas Digitales.	48	4

Programa de los cursos

Asignatura: Variable Compleja

Código: AA101 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos en la resolución de problemas relativos a la temática de las funciones de variable compleja.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teoría de Cauchy. Problemas de Fronteras para Funciones Analíticas. Familias de Funciones Analíticas. Representaciones Conformes.

Bibliografía:

- L. Ahlfors: "Complex Analysis, Mc. Graw Hill. New York, 1966.
- Markusievich: "Teoría de las Funciones Analíticas". Tomo I, Mir, Moscú, 1987.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Medida e Integración

Código: AA102 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados básicos de la Teoría de la medida e integración a la resolución de problemas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Estructuras medibles. Medidas positivas. Construcción de medidas. Medidas de Stieltjes y Lebesgue en \mathbb{R}^n . Integral de funciones positivas y medibles. Teoremas de Lebesgue (convergencia dominada y convergencia monótona de Lebesgue) y Fubini.

Bibliografía:

- W. Rudin: "Real and Complex Analysis", Mc-Graw-Hill, New York, 1970.
- M.A. Jiménez: "Medida, Integración y Funcionales", Pueblo y Educación, La Habana, 1989
- Kolmogorov, Fomin: "Introducción a la Teoría de Funciones y Análisis Funcional", MIR, Moscú, 1972.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Análisis Funcional Lineal

Código: AA103

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos del análisis funcional lineal a la resolución de problemas relativos a la temática de la teoría de operadores acotados.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Principales espacios del análisis funcional. Funcionales y operadores lineales acotados. Espacio dual. Teoremas básicos (Baire, acotación uniforme, aplicación abierta, grafo cerrado, Hahn-Banach). Operador conjugado. Espectro y resolvente de un operador lineal acotado. Operadores compactos.

Bibliografía:

- Kolmogorov, Fomin: "Introducción a la Teoría de Funciones y Análisis Funcional", MIR, Moscú, 1972
- M.A. Jiménez: "Medida, Integración y Funcionales", Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
- W.Rudin: "Análisis Funcional", Mc-Graw-Hill, New York, 1966.
- Meise, R. Vogt. D.: "Introduction to Functional Analysis", Clarendon Press Oxford., 1997.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Polinomios Ortogonales

Código: AA104

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Resolver problemas que impliquen la aplicación de habilidades en el trabajo con los polinomios ortogonales clásicos y sus aplicaciones, sobre todo en la Teoría de Aproximación.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Propiedades generales de los polinomios ortogonales sobre un segmento. Los polinomios ortogonales clásicos y su relación con las ecuaciones diferenciales. Fórmulas asintóticas. Algunas aplicaciones. Polinomios ortogonales sobre el círculo unidad y su relación con los ortogonales sobre segmentos.

Bibliografía:

- O.Szego: "Polinomios ortogonales", Coll. Pub. AM.S., Providence, 1939.
- Suetin, W.: "Polinomios ortogonales clásicos", Nauka Moscú, 1976.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Medidas Complejas

Código: AA105 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos de la teoría de las medidas reales y complejas a la resolución de problemas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Medidas reales y complejas. Variación total de una medida compleja. Integración con respecto a medidas complejas. Teorema de Lebesgue – Radon – Nikodym. Funciones monótonas. Caracterización de medidas complejas borelianas. Funciones de variación acotada. Integral indefinida. Funciones absolutamente continuas. Fórmula fundamental del cálculo.

Bibliografía:

- W. Rudin: “Real and Complex análisis”, Mc-Graw-Hill. New Cork, 1970.
- M. A. Jiménez: (1989) “Medida, Integración y Funcionales”, Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
- Kolmogorov, Fomin: (1972). “Introducción a la Teoría de Funciones y el Análisis Funcional”, MIR, Moscú, 1972.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Teoría Espectral de Operadores no Acotados

Código: AA106 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos del análisis funcional a la resolución de problemas relativos a la temática de la teoría de operadores acotados.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Operadores no acotados en espacios de Hilbert. Teoría espectral de operadores autoconjugados. Extensión de operadores simétricos.

Bibliografía:

- N. I. Akhiezer, I. M. Glazman: “Theory of Linear Operators in Hilbert Space”, Dover Publications, Inc. New York, 1993.
- Michael Reed, Barry Simon: “Methods of Modern Mathematical Physics”, Vol. I, Academic Press, Inc. 1980.
- Michael Reed, Barry Simon: “Methods of Modern Mathematical Physics”, Vol. II, Academic Press, Inc. 1975.

- M. S. Birman, M. Z. Solomjak: ``Spectral Theory of Self-Adjoint Operators in Hilbert Space'', D. Reidel Publishing Company, 1987.
- Tosio Kato: ``Perturbation Theory for Linear Operators'', Springer-Verlag new York Inc., 1966.
- Walter Rudin: ``Functional Analysis'', Mc-Graw-Hill, New York, 1966.
- John B. Conway: ``A Course in Functional Analysis'' (2nd edition), GTM 96, Springer, 1997
- Reinhold Meise, Dietmar Vogt: ``Introduction to Functional Analysis'', Clarendon Press, Oxford 1997.
- Gert K. Pedersen: ``Analysis Now'', Springer-Verlag New York Inc., 1989.
- Kosaku Yosida: ``Functional Analysis'' (6th edition), Springer-Verlag, 1980.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Ignacio Pérez Izquierdo, Dra. Rita Roldán Inguanzo.

Asignatura: Teoría de Grupos

Código: AA107 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- complementar los conceptos básicos de Teoría de Grupos que estudió en la carrera.
- describir la clase de los Grupos Abelianos Finitamente Generados.
- describir algunos grupos finitos no abelianos.

Que pueda calcular grupos de Homología y Homotopía..

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Conceptos básicos de Grupos. Grupos Abelianos Finitamente Generados. Series de Grupos. Grupos simples y solubles. Teorema de Jordan-Hölder. Teoremas de Sylow. Aplicaciones a los p -grupos. Grupos libres. Grupos de Homología. Grupos de Homotopía.

Bibliografía:

- J. Fraleigh, "A first Course in Abstract Algebra". Addison-Wesley, 1976.
- P.M. Cohn, "Algebra" Vol 1 y 2. John Wiley & sons, 1989.
- M. Artin, "Algebra". Prentice Hall, 1991.

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr. José Fidel Hernández Advíncula, MC. Wilfredo Morales Lezca

Asignatura: Teoría de Galois

Código: AA108 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Establecer la solubilidad de un grupo en situaciones concretas.

- Calcular el grupo de Galois asociado a una ecuación algebraica y establecer a partir del mismo la solubilidad de dicha ecuación mediante radicales.
- Relacionar la solubilidad de una ecuación mediante radicales con los problemas de construcciones geométricas con regla y compás.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Extensiones de cuerpos. Elementos algebraicos y trascendentes. Cuerpo de descomposición de un polinomio. Polinomios separables y extensiones separables. El grupo de Galois de una extensión de un cuerpo sobre dicho cuerpo. El teorema fundamental de Galois. Grupos solubles. Criterio de Galois para la resolución de una ecuación algebraica mediante radicales. El teorema de Abel-Ruffini. Construcciones geométricas con regla y compás y su relación con la solubilidad de ecuaciones mediante radicales.

Bibliografía:

- Jacobson, N., “Basic Algebra I”. W. H. Freeman and Company, USA, 1985.
- Lang, S “Álgebra”, Ed. Aguilar., España, 1971.
- Dummit, D., Foote, R., “Abstract Algebra”, Prentice – Hall, USA, 1996.

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminario.

Profesores que la imparten: Dr. José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Introducción a la Teoría de Módulos

Código: AA109 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Reconocer, definir y aplicar la estructura de módulos sobre un anillo y sus propiedades comparándolas con las de espacio vectorial.
- Clasificar familias de módulos, en particular, módulos finitamente generados

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Módulos sobre un anillo. Submódulos. Morfismos de módulos. Módulo cociente. Suma directa de módulos. Módulos libres. Módulos finitamente generados: su clasificación. Aplicación a la clasificación de los grupos abelianos finitamente generados y a la reducción de matrices a la forma canónica. Módulos proyectivos e inyectivos. Módulos inescindibles. Teorema de Krull - Schmidt.

Bibliografía:

- R. Godement, “Algebra”. Editorial Ciencia y Técnica, La Habana, 1970.
- A. I Kostrikin, “Introducción al Álgebra”, Editorial Mir, Moscú, 1978.
- N. Jacobson, “Basic Algebra I”, Freeman and Co., USA, 1985.
- F. W .Anderson and K. R. Fuller, “Rings and Categories of Modules”, Springer Verlag, 1992..

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios.

Profesores que la imparten: Dr. José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Álgebra Multilineal

Código: AA110

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Formular, resolver y aplicar los problemas universales que definen el producto tensorial de espacios vectoriales y las potencias exteriores y simétricas de un espacio vectorial.
- Identificar y caracterizar magnitudes tensoriales en términos de las transformaciones de coordenadas.
- Operar con tensores.
- Definir, calcular y aplicar los productos tensoriales y exteriores de aplicaciones lineales.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Producto tensorial de espacios vectoriales. Propiedades. Tensores y transformación de coordenadas. Tensores mixtos (p veces covariantes y q veces covariantes). Álgebra tensorial. Producto tensorial de aplicaciones lineales. Potencias exteriores de un espacio vectorial. Propiedades. Producto exterior de aplicaciones lineales. Álgebra exterior de un espacio vectorial. Aplicaciones del producto exterior. Potencias simétricas de un espacio vectorial. Álgebra simétrica. Aplicaciones.

Bibliografía:

- C. Mutafian, “Álgebra Multilineal”, Edición Revolucionaria, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1974.
- L. Santalo, “Vectores y Tensores”. Editorial Ciencia y Técnica, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1967.
- L. Chambadal, J. L. Ovaert, “Algebre Lineaire et Algebre Tensorielle”, Dunod, Paris, 1968.

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios.

Profesores que la imparten: Dr. José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Teoría de Categorías

Código: AA111

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de desarrollar habilidades en los alumnos para el trabajo con el lenguaje de las categorías y funtores y sus aplicaciones a otras disciplinas de la Matemática.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Categorías. Funtores. Diagramas, naturalidad. Productos y sumas, co-productos. Límites y co-límites. Kernels y co-kernels. Categorías lineales y abelianas. Push - out y Pull back. Funtores adjuntos. Funtores exactos. Aplicaciones.

Bibliografía:

- S. MacLane. “Categories for the Working Mathematician”. Springer Verlag. 1971.
- I. Assem. “Algèbres et Modules”. Presse de l’Université de Sherbrooke. Canadá. 1995.

- N. Jacobson, "Basic Algebra II", Freeman and Co., USA, 1985

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Teoría de Anillos

Código: AA112 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Complementar los conceptos básicos de teoría de anillos que estudió en la carrera
- Saber describir los tipos principales de anillos, así como concretar en estos la teoría de la divisibilidad.
- Trabajar con anillos de polinomios sobre un anillo dado.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Conceptos básicos de anillos y cuerpos. Ideales primos y factorización. dominios euclidianos, dominios principales y dominios de factorización única. anillos de polinomios. localización. Anillos noetherianos. Dominios de Dedekind. Anillos artinianos. Ecuaciones algebraicas.

Bibliografía:

- J. Fraleigh, "A First Course in Abstract Algebra". Addison-Wesley, 1976.
- P. M. Cohn., "Algebra" vol 1 y 2. John Wiley & sons, 1989.
- M. Artin, "Algebra". Prentice Hall, 1991

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Complementos de álgebra lineal

Código: AA113 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

La asignatura esta concebida para complementar la formación algebraica básica para maestrandos no graduados de Licenciatura en Matemática.

Los maestrandos serán capaces de:

- Trabajar en espacios dotados de formas bilineales.
- Describir la geometría asociada a una forma bilineal.
- Utilizar las técnicas de dualidad en la resolución de problemas.
- Utilizar las propiedades fundamentales del producto tensorial en la resolución de problemas.

Sistema de conocimientos:

Formas bilineales. Formas simétricas y hermíticas. Teoremas espectrales para operadores normales. La Geometría asociada a las formas bilineales. Formas cuadráticas. Dualidad. Producto tensorial de espacios vectoriales.

Bibliografía:

- J. Fraleigh. A first Course in Abstract Algebra. Addison-Wesley. 1976.
- P.M. Cohn. Algebra Vol 1 y 2. John Wiley & sons. 1989.
- M. Artin. Algebra. Prentice Hall. 1991.

Sistema de evaluación:

Sistema de tareas individuales. La exposición de los problemas planteados se hará en el marco de un seminario.

Profesores que la imparten: Dr. José F. Hernández Advíncula.

Asignatura: Complementos de grupos y anillos

Código: AA114 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos:

La asignatura esta concebida para complementar la formación algebraica básica para maestrandos no graduados de Licenciatura en Matemática.

Los maestrandos serán capaces de:

- Describir la clase de los grupos abelianos finitamente generados.
- Describir algunos grupos finitos no abelianos.
- Describir los tipos principales de anillos, así como concretar en éstos la teoría de la divisibilidad.
- Trabajar con anillos de polinomios sobre un anillo dado.

Sistema de conocimientos:

Conceptos básicos de grupos. Grupos abelianos finitamente generados. Series de grupos. Grupos simples y solubles. Teorema de Jordan-Hölder. Teoremas de Sylow. Aplicaciones a los p -grupos. Grupos libres. Conceptos básicos de anillos y cuerpos. Ideales primos y factorización. Dominios euclidianos, dominios principales y dominios de factorización única. Anillos de polinomios.

Bibliografía:

- J. Fraleigh. A first Course in Abstract Algebra. Addison-Wesley. 1976.
- P.M. Cohn. Algebra Vol 1 y 2. John Wiley & sons. 1989.
- M. Artin. Algebra. Prentice Hall. 1991.

Sistema de evaluación:

Sistema de tareas individuales. La exposición de los problemas planteados en las tareas se hará en el marco de un Seminario.

Profesores que la imparten: Dr. José F. Hernández Advíncula.

Asignatura: Introducción a los Campos Finitos, a las Bases de Gröbner y a los Códigos Correctores de Error.

Código: AA115

Total Horas Lectivas: 48.

Créditos: 4

Objetivos Específicos:

- Complementar el conocimiento que posee el estudiante de la Teoría de Campos. Definir y construir campos finitos.
- Operar con polinomios sobre campos finitos, calcular su orden, sus raíces y su factorización canónica. Aplicar criterios de irreducibilidad sobre polinomios.
- Definir y calcular bases de Gröbner de un ideal. Relacionar al estudiante con diferentes algoritmos de cálculo de Bases de Gröbner y métodos de resolución de ecuaciones polinómicas.
- Identificar áreas de aplicación de los campos finitos y las bases de Gröbner.
- Operar con software del Algebra computacional: Maple, Singular.
- Describir los objetivos de los códigos correctores de error. Construir códigos correctores de error y describir su decodificación.
- Caracterizar la complejidad de la decodificación de códigos lineales aleatorios.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Extensiones de Campos. Extensiones finitas y simples. Elementos algebraicos sobre un campo. Polinomio minimal de un elemento algebraico sobre un campo. Campo de descomposición de un polinomio sobre un campo. Caracterización de los Campos Finitos. Raíces de polinomios irreducibles. Construcción de campos finitos. Función Traza. Bases en los campos finitos. Raíces de la Unidad y polinomios ciclotómicos. Orden o período de un polinomio. Polinomios primitivos. Criterios de irreducibilidad de polinomios. Polinomios linealizados. Calculo de las raíces un polinomio. Factorización de polinomios.

Anillo de los Polinomios Multivariados. Teorema de Bases de Hilbert. División multivariada. Orden de términos. Algoritmo para la división multivariada. Bases de Grobner. Ideales monomiales y Lema de Dickson. Teorema de Bases de Hilbert. Teorema de existencia de bases Grobner para un ideal respecto a un orden de términos. Propiedades de las bases de Grobner. S-polinomios. Criterio de Buchberger. Algoritmo de Buchberger para cálculo de bases de Grobner. Base de Grobner reducida. Perfeccionamiento del algoritmo de Buchberger. Reducción de un polinomio. Reformulación del algoritmo de Buchberger. Nuevos algoritmos: Faugere. Resolución de sistemas de ecuaciones polinomiales.

Modelo de Sistema de Comunicación. Distancia y Peso de Hamming, Distancia mínima de un código. Código t-Corrector de Error. Parámetros de un código y Objetivos generales de la Teoría de Codificación. Complejidad y decodificación. Códigos lineales, matriz generatriz y matriz de control. Códigos sistemáticos, equivalentes y duales. Algoritmo de decodificación para códigos lineales (líder de coseto). Síndrome. Código de Hamming. Códigos cíclicos. Polinomio generador y polinomio de control (matriz generadora y matriz de control). Ceros del polinomio generador. Decodificación de códigos cíclicos. Códigos BCH. Códigos Reed Solomon. Decodificación de Códigos BCH. Localizador de error y valor de error, polinomio localizador de error y polinomio evaluador de error. Ecuación Clave. Método de Berlekamp Massey y método de Cooper. Códigos alternantes: códigos de Goppa. Decodificación de Códigos de Goppa.

Bibliografía:

- Rudolf Lidl, Harald Niederreiter (1997) Introduction to Finite Fields and their Applications. Cambridge University Press.
- G. L. Mullen, D. Panario (2013) HandBook of Finite Fields. CRC Press.
- Victor Shoup (2005) A Computational Introduction to Number Theory and Algebra. Cambridge University Press.
- David Cox, John Little, Donal O'Shea (2007) Ideals, Varieties and Algorithms. Springer.
- Thomas Becker, Volker Weispfenning (1993) Grobner Bases A Computational Approach to Commutative Algebra .Springer Verlag.
- W. Cary Huffman, Vera Pless (2003) Fundamentals of Error Correcting Codes Cambridge University Press.
- R. Pellikan, Xin Wen Wu, S. Bulygin, R. Jurrius (2012) Error Correcting Codes and Cryptology. Cambridge University Press.
- F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane (1981) The Theory of Error Correcting Codes. North Holland.

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesor que la Impartirá: Dra. Ada Soto Corral, Dr. Fidel Hernández Advíncula

Asignatura: Tópicos de Probabilidades y Estadísticas Aplicados en Criptografía e Introducción a la Teoría de Información y sus Aplicaciones.

Código: AA116

Total Horas Lectivas: 48.

Créditos: 4

Objetivos Específicos:

- Describir algunas de las aplicaciones clásicas de la teoría de probabilidades y estadística en la criptografía, con especial énfasis en el caso discreto.
- Desarrollar habilidades en la aplicación de los modelos probabilísticos para evaluar la fortaleza de un sistema criptográfico.
- Identificar e interpretar los conceptos principales de la Teoría de Información con énfasis en el caso discreto y su aplicación para modelar teóricamente los problemas que surgen en diversas áreas del conocimiento.
- Evaluar la fortaleza teórica de un sistema criptográfico.
- Utilizar la información mutua como test de correlación en ataques de canal colateral y otros contextos.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Introducción. Índice de coincidencia de una fuente sin memoria: Fundamento teórico y aplicaciones. Expresión del estadígrafo de correlación lineal en el caso particular de funciones binarias. Calculo de la probabilidad de la equiprobabilidad de la suma de n variables aleatorias binarias, no equiprobables,

independientes, idénticamente distribuidas (Formula exacta para el análisis teórico y formula recursiva para el cálculo). Aplicaciones. La paradoja del cumpleaños. Fundamento teórico y aplicaciones. El problema de los reencuentros. Aplicación en la evaluación de los generadores pseudo-aleatorios de permutaciones. (Generador knuth y Algoritmo RC4). Generación de permutaciones pseudo-aleatorias mediante una sucesión de transposiciones sucesivas ("Random shuffles"). Estimación del número de transposiciones necesarias para lograr la pseudoaleatoriedad. (Mixing time"). Aplicación al RC4. Caminos aleatorios en Conjuntos Finitos (Random Mappings). Aplicaciones (Factorización pollard). Cálculo de las probabilidades de las "Características" en el ataque diferencial. Postulados de Goulomb y Test de aleatoriedad (Estándar NIST). Criterios estadísticos para evaluar: Distancia entre dos distribuciones. (Distancia de Kullbac Leibler) y Decidir si dos muestras proceden de la misma población. (suma del producto de las frecuencias). Aplicación de criterios estadísticos en ataques de canal colateral: Caso univariado y Caso multivariado.

Objetos de estudio de la Teoría de Información y elementos históricos de su surgimiento. Modelos teóricos. Modelación de la fuente y del canal de información. Medida de cantidad de información. Entropía de esquemas probabilísticos finitos. Propiedades. Unicidad. Otras medidas. Entropía conjunta y condicional. Desigualdad de Fano. Información Mutua. Comparación con el coeficiente de correlación de Pearson. Entropía de fuentes discretas sin memoria y de fuentes discretas con memoria (fuentes de Markov). Primer Teorema de Shannon. Código Instantáneo. Desigualdad de Kraft. Teorema de Rabbani Jones. Aplicaciones en Evaluación de fortaleza Criptográfica y en el desarrollo de ataque de canal colateral. Estimación de la entropía de lenguajes naturales.

Bibliografía:

- Daniel Neuenchwander (2004) Probabilistic and Statistical Methods in Cryptology. Springer.
- Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone (1996) Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.
- Henk C. A. van Tilborg (2005) Encyclopedia of Cryptography and Security. Springer.
- W. Feller (1968) an Introduction to Probability Theory and its Applications. John Wiley and Sons.
- D. E. Knuth (1973) the Art of Computer Programming Fundamental Algorithms. Addison Wesley.
- Andrew Rukhin y otros (2008) A Statistical Test Suite for Random and Pseudorandom Number Generators for Cryptographic Applications.
- Joy A. Thomas (2006) Elements of Information Theory. John Wiley an sons. Second edition.
- C. E. Shannon (1948) A Mathematical Theory of Communication. The Bell System Techn. Journal vol. 27.
- **C. E. Shannon (1949) Communication Theory of Secrecy Systems.**

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Miguel Legón Pérez, Dr. José Valdés Castro.

Asignatura: Sistemas Modulares Lineales, Sucesiones Recurrentes Lineales e Introducción a la Teoría de las Funciones Binarias.

Objetivos Específicos:

- Identificar y construir Sistemas Modulares Lineales en Campos Finitos.
- Identificar Sucesiones Recurrentes Lineales y calcular su período. Reconocer y calcular el polinomio minimal de una SRL. Operar con SRL.
- Describir y construir funciones booleanas con buenas propiedades criptográficas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Breve introducción a la Teoría de Automatas Finitos. Sistemas Modulares Lineales (SML) sobre Campos Finitos. Dispositivos elementales. Formula de Respuesta General de un SML. Grafo de estados. Orden de un estado y suma de ciclos. Registros de Desplazamiento de Retroalimentación Lineal (LFSR). Sucesiones Recurrentes Lineales en un Campo Finitos (SRL). Relación de Recurrencia Lineal. Polinomio característico. Sucesiones en último término periódicas. Período de una SRL. Sucesiones de Período máximo. Función generatriz de una SRL. Polinomio minimal de la SRL. Familias de SRL. Caracterización de las SRL. Propiedades estadísticas y Complejidad lineal.

Introducción a las funciones binarias y su empleo en la criptografía. Conceptos básicos. Transformada de Walsh. Función de autocorrelación. Transformaciones lineales. Ecuación de Parserval. Resultados asintóticos sobre los coeficientes de Walsh. Matrices de Hadamard y cotas de Nolinealidad. Inmunidad a la correlación. Propiedades. Arreglos Ortogonales. Compromisos entre Inmunidad a la correlación y grado de correlación e inmunidad y no linealidad. Inmunidad algebraica e inmunidad algebraica extendida. Propiedades criptográficas de las funciones booleanas y su construcción. Funciones resistente. S-boxes. Criterio de avalancha (SAC). Funciones SAC balanceadas. SAC de órdenes superiores. Criterio de Propagación (PC) y PC(k) de órdenes superiores.

Bibliografía:

- Rudolf Lidl, Harald Niederreiter (1997) Introduction to Finite Fields and their Applications. Cambridge University Press.
- A. Gill (1966), Linear Sequential Circuits. McGraw-Hill
- S.W. Golomb (1967), Shift Register Sequences. Holden-day.
- Ben Smeets (1987) Some Results on Linear Recurring Sequences. Lutedx.
- T.W. Cusick, P. Stanica (2009) Cryptographic Boolean Function and Applications. Academic Press.
- G. L. Mullen, D. Panario (2013) HandBook of Finite Fields. CRC Press.
- B. Preneel, O. Logashev (editors, 2008) Boolean Functions in Cryptology and Information Security. IOS Press.

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesores: Dr. Camilo E. Nápoles Estepa, Dr. Fidel Hernández Advíncula

Asignatura: Sistemas Criptográficos.

Código: AA118

Total Horas Lectivas: 48.

Créditos: 4

Objetivos Específicos:

- Describir los fundamentos matemáticos de los diferentes sistemas criptográficos y en particular de los modelos de algoritmos criptográficos empleados en el curso.
- Describir, operar y hasta construir sistemas criptográficos.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Terminología y conceptos básicos: transformaciones de cifrar y descifrar, participantes de una comunicación, seguridad de la información, Criptología. Conceptos de criptosistema simétrico, cifradores de bloque y cifradores de flujo. Funciones de una vía y Funciones de una vía con “trapdoor”. Concepto de criptosistema de clave pública (PKC). Ventajas y desventajas de ambos Criptosistemas. Organización, administración y certificación de claves. Ataques contra Criptosistemas.

Cifradores de flujo (CF). CFs sincrónicos y asincrónicos. CF basados en LFSRs. Propiedades. Generadores de combinación no lineal. Generador de Geffe, generador suma, generador de filtro no lineal, generador controlado por reloj. Generador Shrinking. Cifradores A5 de la telefonía móvil. CF no basados sobre LFSRs: SEAL y RC4.

Cifrado de Feistel. Principios de diseño de los algoritmos criptográficos de cifrado en bloques; sus características matemáticas criptográficas. Desarrollo histórico de los algoritmos criptográficos de cifrado en bloques. Algoritmo Criptográfico DES y AES. Otros algoritmos criptográficos. Las matrices MDS su uso en los algoritmos criptográficos de cifrados en bloques, formas de generación. Las S-cajas en los algoritmos criptográficos de cifrado en bloque, formas de selección de las S-cajas con calidad criptográfica.

Problema computacional fácil. Conceptos de reducibilidad y equivalencia computacional. Problema de factorización entera. Problema RSA. Problema del logaritmo discreto. Problema de decodificación de códigos lineales aleatorios. Cifrador de Clave Pública RSA. Algoritmo de generación de claves (modulo y exponentes de cifrado y descifrado). Algoritmo RSA. Exponente universal. Equivalencia Computacional a la factorización. Observaciones sobre sus parámetros. Cifrador de Clave Pública ElGamal. Algoritmo de generación de claves. Algoritmo ElGamal. Observaciones sobre sus parámetros. Cifrador de Clave Pública ElGamal Generalizado. Cifrador de Clave Pública McEliece. Algoritmo de generación de claves. Algoritmo McEliece. Parámetros recomendados y observaciones.

Bibliografía:

- Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone (1996) Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.
- J. Hoffstein, J. Pipher, J. Silverman (2008) An Introduction to Mathematical Cryptography. Springer.
- J. Daemen, V. Rijmen (2002) The Design of Rijndael. Springer.
- E. P. Barkan (2006) Cryptanalysis of Ciphers and Protocols. PhD Thesis under supervision of Prof. E. Biham. The Technion Israel Institute of Technology.
- M. Stamp (2006) Information Security Principles and Practice. John Wiley and Sons.
- Neal Koblitz (1994) A Course in Number Theory and Cryptography. Springer Verlag.
- B. Schneier (1996) Applied Cryptography. John Wiley and Sons.
- W. Trappe, L. C. Washington (2001) Introduction to Cryptography with Coding Theory. Prentice Hall.
- Neal Koblitz (1999) Algebraic Aspects of Cryptography. Springer.

- Junod P. and Vaudenay S. “Perfect diffusion primitives for Block Ciphers. Building efficient MDS matrices”. In: Selected Areas in Cryptography. 2004.
- Mister.S. & Adams.C. “Practical S-Box Design”. Workshop on Selected Areas in Cryptography, SAC 1996, Workshop Record, 1996.
- Murtaza, G. and Ikram, N. “New Methods of Generating MDS Matrices”. Proceedings of International Cryptology Workshop and Conference (2008).
- Nakahara J. Jr. and Abrahao E. “A New Involutory MDS Matrix for the AES”. International Journal of Network Security, 9(2), pp. 109–116, (2009).
- Sajadieh M., Dakhilalian M., Mala H. and Omoomi B. “On construction of involutory MDS matrices from Vandermonde Matrices in $GF(2^q)$ ”. Des. Codes Cryptography, Vol.64, No.3, pp. 287-308, 2012.

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesores: Dr. Pablo Freyre Arrozarena, MSc. José Rodríguez Tito

Asignatura: Teoría Geométrica de las Funciones de Variable Compleja

Código: AA215 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos en la resolución de problemas relativos a la temática de la teoría geométrica de las funciones de variable compleja.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Representación conforme de regiones simplemente conexas. Representación conforme de regiones de conexión finita. Aplicaciones conformes de regiones de conexión finita en el disco unidad. Propiedades analíticas de conjuntos compactos en el plano.

Bibliografía:

- A Markusievich: “Teoría de las funciones analíticas”, Tomo II. MIR, Moscú, URSS, 1987.
- S.M. Goluzin: “Teoría geométrica de las funciones de variable compleja”, MIR, Moscú, URSS,
- Krantz, S.G. Geometric Function Theory. Explorations in Complex Analysis, Birkhäuser, 2006.
- Shabat, B.V. Introduction to Complex Analysis (excerpts), 2003
- Gamelin, T.W. (2000) Complex Analysis, Springer Verlag, 2000.
- Conway, J.B. Functions of one complex variable II. Springer Verlag, 1991.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo, Dra. Concepción Valdés Castro.

Asignatura: Temas Clásicos del Análisis Real y Complejo

Código: AA216 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar resultados teóricos del análisis real y complejo a la resolución de problemas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Problemas relacionados con la representación analítica de funciones reales y complejas. Problemas relacionados con la prolongación analítica. Grandes teoremas del análisis complejo asociado con la distribución de valores de funciones enteras y meromorfas. Propiedades geométricas de las funciones analíticas.

Bibliografía:

- Bressoud, D. M. "A Radical Approach to Real Analysis", Mathematical Association of America, 1994.
- Krantz S Geometric Function Theory Explorations In Complex Analysis. Birkhäuser, 2006.
- Rudin: "Real and Complex Analysis", Mc-Graw-Hill, N.York. 1970.
- Shabat B.V. Introduction to complex analysis. 2003

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Concepción Valdés Castro.

Asignatura: Funciones enteras

Código: AA217 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos en la resolución de problemas relativos a la temática de las funciones enteras.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Crecimiento de funciones enteras. Funciones enteras cuyos ceros tienen densidad regular. Funciones con crecimiento completamente regular. Unidad, interpolación, completitud.

Bibliografía:

- B. Levin: "Distribución de ceros de Funciones enteras", Trans. Of Math. Monoz. V.5, A.M.S., Providence, 1980.
- P.P. Boas: "Funciones enteras", Ac. Press, N. Cork, 1954.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz.

Asignatura: Funciones Elípticas

Código: AA218 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos en la resolución de problemas relativos a la temática de las funciones elípticas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Funciones simplemente periódica. Funciones doblemente periódica. Funciones theta de Jacobi. Teoría de Weierstrass. Función modular. Funciones automorfas.

Bibliografía:

- L. Ahlfors: "Complex Analysis", Mc-Graw Hill, N. York, 1966.
- N. L. Akhieser: "Elementos de la Teoría de Funciones Elípticas", Gostiejizdat, Moscú, 1948.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz.

Asignatura: Álgebras de Funciones

Código: AA219 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Integrar conocimientos adquiridos relacionados con Análisis Real y Complejo, Teoría de la medida y Análisis de Fourier. Aprender técnicas modernas para enfrentar problemas concretos relacionados con aproximación de funciones. Desarrollar habilidades en el tratamiento de álgebras de funciones clásicas como el algebra de las funciones analíticas sobre el disco unidad y otras álgebras de funciones definidas en el plano complejo.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teorema de Stone Weierstrass. Álgebras del plano. Frontera de Shilov. Espacio de ideales maximales. Álgebras maximales. Teorema de maximalidad de Wermer. Problemas de la aproximación racional en el plano complejo.

Bibliografía:

- Browder, A. Introduction to Function Algebras. W.A. Benjamin, N.York. 1969.
- Hoffman, K. Banach Spaces of analytic functions. Dover. N. York. 1988
- Kaniuth, E. A Course in Commutative Banach Algebras. Springer. 2009
- Rudin, W. Functional Analysis., Mc-Graw-Hill. 1973

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Rita Roldán Inguanzo.

Asignatura: Análisis Armónico

Código: AA220 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados del análisis armónico a la resolución de problemas relativos a las series y transformadas de Fourier en espacios normados.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Espacios de Banach homogéneos sobre T . Problemas de convergencia puntual de las series de Fourier. Conjuntos de divergencia. Series de Fourier absolutamente convergentes. Transformada de Fourier sobre \mathbb{R} y aplicaciones. Técnicas de álgebras de Banach en el Análisis Armónico.

Bibliografía:

- Benedetto, JJ. "Harmonic Analysis and Applications", CrC PRESS, 1997.
- Katznelson, Y. "An Introduction To Harmonic Analysis" (3rd Edition). 2002
- Kolmogorov, Fomin: "Introducción a la Teoría de Funciones y el Análisis Funcional", MIR, Moscú, 1972.
- W.Rudin: "Análisis Funcional", Mc-Graw-Hill, 1973

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Rita Roldán Inguanzo.

Asignatura: Propiedades Asintóticas de Polinomios Ortogonales

Código: AA221 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Desarrollar habilidades relativas a las propiedades asintóticas de los polinomios ortogonales.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teoría de Szego. Asintótica del cociente. Asintótica logarítmica.

Bibliografía:

- G.Szego: "Polinomios ortogonales", Coll. Pub. AM.S., Providence, 1939.
- G. Freud: "Orthogonal Polynomials", Akad. Kiado, Budapest, 1971.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Aproximación de Funciones de Variable Compleja

Código: AA222 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos en la resolución de problemas relativos a la temática de la aproximación de funciones de variable compleja.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Aproximantes de Padé. Teorema de Montessus de Ballore. Unicidad del problema de momentos. Teorema de Stieltjes. Problemas inversos.

Bibliografía:

- G.López/V.V.Vavilov: "Algunas cuestiones de la Teoría de Aproximación", Ed. Ciencia y Técnica, La Habana,.
- E.M. Nikishin/V.N. Sorokin: "Aproximación racional y Ortogonalidad" 1988.
- Artículos de revistas especializadas.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Teoría de Potencial

Código: AA223 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los resultados teóricos de la teoría de potencial a la resolución de problemas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Potencial logarítmico. Propiedades. Capacidad logarítmica. Energía. Teorema fundamental. Potencial de equilibrio. Aplicaciones a la teoría de polinomios ortogonales y la aproximación racional.

Bibliografía:

- Thomas Ransford: "Potential Theory in the Complex Plane", Cambridge University Press, London Mathematical Society, Student Texts 28, 1995.
- N. Landkov: "Foundations on Potential Theory", Springer Verlag, Berlin, 1972.
- J. Werner: "Potential Theory" (2nd edition) Lectures Notes in Mathematics 408, Springer-Verlag, New York, Berlin, 1981.
- M. Tsuji: "Potential Theory and Modern Function Theory" (2nd edition) Chelsea, New York, 1975

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Ignacio Pérez Izquierdo, Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz.

Asignatura: Ortogonalidad y Aproximación Racional

Código: AA224 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Integrar los conocimientos adquiridos sobre polinomios ortogonales, aproximantes de Padé y Teoría de Potencial.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Aproximantes de Padé y polinomios ortogonales. Teorema de Markov. Aproximantes simultáneos de Hermite-Padé.

Bibliografía:

- E.M. Nikishin/V.N. Sorokin: "Aproximación racional y ortogonalidad", 1988.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Génesis de la Teoría de Funciones y el Análisis Funcional

Código: AA225 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer el desarrollo histórico de la Teoría de Funciones y el Análisis Funcional.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Panorama general de las Matemáticas en la época moderna. Evolución de las ideas sobre el concepto función. Antecedentes trigonométricos de la Teoría de Conjuntos. Las escuelas europeas de teoría de funciones. Los problemas motivadores del surgimiento de las primeras ideas sobre el Análisis Funcional. La confluencia de la Geometría, el Álgebra y el Análisis a principios del siglo XX. El surgimiento de la teoría de los espacios normados. La teoría espectral y el surgimiento de la teoría de las álgebras de Banach. Desarrollo de la Teoría de los Espacios Vectoriales Topológicos y de la Teoría de Distribuciones.

Bibliografía:

- Dieudonné, J. History of Functional Analysis. North Holland Publ. Company Amsterdam. 1981
- Grattan Guinness, I. "Del Cálculo a la Teoría de Conjuntos", Alianza Ed., Madrid, 1984.
- Pietsch, A. History of Banach spaces and linear operators.. Birkhauser. Basel. 2007
- Sánchez, C. y Valdés, C. De los Bernoulli a los Bourbaki: una historia del arte y la ciencia del cálculo. Nivola ed. Madrid. 2004

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Concepción Valdés Castro.

Asignatura: Historia y Metodología del Análisis Matemático

Código: AA226 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer el desarrollo histórico del Análisis Matemático y su metodología.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Arquímedes y los métodos infinitesimales en la antigüedad. Influencias para el surgimiento del Nuevo Cálculo en el s. XVII. Comparación de los métodos de Newton y Leibniz. El aporte de los Bernoulli y de Euler. Influencias de la escuela francesa en el desarrollo del análisis algebraico. La aritmetización del análisis en el s.XIX. Ampliación del aparato analítico y de sus aplicaciones en los siglos XIX y XX.

Bibliografía:

- Dugac, P. "Histoire de l'Analyse". Vuibert. París-, 2003
- Grabiner, J. V. "The origins of Cauchy's Rigorous Calculus". MIT Press, Massachusetts, 1981
- Janhke, H. N. (ed.) "A History of Analysis", Amer. Math. Soc. Washigton D.C., 2003
- Sánchez, C. y Valdés, C. De los Bernoulli a los Bourbaki: una historia del arte y la ciencia del cálculo. Nivola ed. Madrid. 2004

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Concepción Valdés Castro.

Asignatura: Historia y Metodología del Álgebra

Código: AA228 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer el desarrollo histórico del Álgebra y su metodología.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Evolución de la teoría de las ecuaciones desde la edad antigua hasta el s. XIX. Influencias de los matemáticos del mundo islámico en el desarrollo del álgebra comercial del Medioevo en el Sacro Imperio Romano Germánico. Surgimiento de la “Nueva Álgebra” en Francia y los Países Bajos. Impacto del desarrollo de la teoría de números en el siglo XIX. Los sistemas hipercomplejos y la formación del Álgebra no conmutativa. Surgimiento del álgebra lineal y evolución de las ideas sobre las estructuras algebraicas abstractas en los siglos XIX y XX.

Bibliografía:

- Bourbaki, N.: Elementos de Historia de las matemáticas. Alianza Universidad, Madrid 1976.
- Corry, L. Modern Álgebra and the rise of mathematical Structures. Birkhauser, Basel, 1996.
- Kleiner, I. A History of Abstract Algebra. Birkhauser, Basel, 2007
- Van der Waerden, A History of Álgebra from Al-Kharizm to Emma Noether. Springer Verlag, 1985.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández.

Asignatura: Historia y Metodología de la Teoría de Probabilidades

Código: AA228

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer el desarrollo histórico de la Teoría de las probabilidades y su metodología.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Problemas que originaron el arte de las conjeturas. Transformación del arte de las conjeturas en una ciencia matemática. Penetración de los métodos analíticos en la ciencia del azar. La teoría de errores y la distribución normal. Paradojas de las probabilidades. La axiomatización de la teoría de probabilidades.

Bibliografía:

- Fisher, H. A History of the Central Limit Theorem. From Classical to Modern Probability Theory. Springer, 2011.
- Howie, D. Controversies and Developments in the Early Twentieth Century. Cambridge University Press, 2004.
- Sánchez, C. y Valdés, C. De los Bernoulli a los Bourbaki: una historia del arte y la ciencia del cálculo. Nivola ed. Madrid. 2004.
- Tabak, J. Probability and Statistics. The Science of Uncertainty. Facts On File, Inc., 2004.
- Hald, A. A History of Probability and Statistics and Their Applications before 1750. Wiley-Interscience, 2003.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dra. Concepción Valdés Castro.

Asignatura: Álgebras de Dimensión Finita sobre un Anillo

Código: AA229 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Conocer los conceptos básicos de Teoría de Álgebras,
- dominar la caracterización de las Álgebras semisimples,
- trabajar con las propiedades del radical de un álgebra,
- emplear el concepto de representación de un álgebra y construir en algunos casos dichas representaciones.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Definiciones y ejemplos de Álgebras sobre un Anillo. Álgebras semisimples. Teorema de estructura de Wedderburn. Radical de un Álgebra. Producto tensorial de Álgebras. Representación regular de un Álgebra. Norma y Traza. Métodos diagramáticos en las representaciones de Álgebras.

Bibliografía:

- P.M. Cohn, “Álgebra” Vol 1 y 2. John Wiley & sons. 1989.
- Y. Drozd y V. Kirichenko. “Álgebras de dimensión finita”. Publicaciones de la Universidad Autónoma de Puebla. México. 1983

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Álgebra Homológica

Código: AA230 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Conocer la importancia del Álgebra Homológica como una poderosa herramienta para el estudio de la categoría de módulos sobre un anillo.
- Conocer la categoría de módulos sobre un anillo, así como algunos objetos importantes de esta categoría.
- Trabajar con los funtores Hom y Producto tensorial y su relación con las sucesiones exactas.
- Operar con las resoluciones proyectivas e inyectivas.
- Definir y utilizar los funtores derivados, en particular los funtores Tor y Ext..
- Conocer el grupo Ext^1 y la suma de Baer.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

El concepto de módulo sobre un anillo. Analogías y diferencias con la estructura de K -espacio vectorial. Homomorfismos de Módulos, Sucesiones Exactas y su comportamiento bajo homomorfismos. Productos y Sumas Directas. Módulos Proyectivos, Inyectivos. Producto Tensorial de módulos. Propiedades. Relación entre el producto tensorial y las sucesiones exactas. Categorías y Funtores. Complejos de cadenas, Homología y Homotopías. Resoluciones. Funtores Tor y Ext. Funtores Derivados. El grupo Ext^1 .

Bibliografía:

- Lluís – Puebla, E. “Algebra Homológica, Cohomología de Grupos y K – Teoría algebraica clásica”, Sociedad Matemática Mexicana, 2005
- JJ Rotman, “Notes on Homological Algebras”, Van Nostrand Reinhold, USA, 1970.
- JJ Rotman, “An introduction to homological algebra”, Academic Press, USA, 1979

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Introducción a la Teoría de Representaciones

Código: AA231 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- comprender el concepto de representación,
- comprender el uso de los métodos diagramáticos,
- comprender el concepto de Carcaj y su relación con las álgebras de dimensión finita.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Concepto de representación. Métodos diagramáticos en teoría de representaciones. Carcajes y álgebra de carcaj. Teorema de Gabriel.

Bibliografía:

- Cibils, C., Larrión F., Salmerón, L., “Métodos diagramáticos en teoría de representaciones”, Monografías del Instituto de Matemáticas de la UNAM, 1982.
- Auslander, M., Reiten, I. Smalø, S. “Representation Theory of Artin Algebras”, Cambridge University Press, 1993.
- Assem, I., Simson, D., Skowronski, A., “Elements of Representation Theory of Associative Algebras”, preprint, Torun, Polonia, 1998

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Teoría de Torsión

Código: AA232 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Comprender el concepto de Teoría de Torsión,
- Comprender la relación entre Teoría de Torsión. y pre-radicales.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teoría de Torsión. Clases de torsión y libre de torsión en la categoría de módulos. Relación entre Teoría de Torsión. y pre-radicales.

Bibliografía:

- B Stentrom, “Rings of Quotients”, Springer - Verlag, 1975.

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Conjuntos Parcialmente Ordenados y sus representaciones

Código: AA233

Total de horas lectivas: 48 créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Comprender el concepto de representación de un Conjunto Parcialmente Ordenado (POSET).
- Comprender el concepto de álgebra de incidencias de un POSET.
- Comprender la relación entre categorías de módulos del álgebra de incidencias de un POSET con las representaciones del mismo.
- Comprender el Teorema de Nazarova y Rojter.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Representación de un Conjunto Parcialmente Ordenado (POSET). Problema matricial. Álgebra de incidencias de un POSET. Teorema de Nazarova y Rojter.

Bibliografía:

- D.Simson, “Representation of Partially Ordered Set and Vector Space Categories”, preprint, Padderburm, Alemania, 1982
- D.Simson, “Representation of Partially Ordered Set”, preprint, Padderburm, Alemania, 1985

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Teoría de Auslander – Reiten

Código: AA234

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Comprender el concepto de sucesión de Auslander – Reiten,
- Comprender el concepto de Carcaj de Auslander – Reiten .

Sistema de Conocimientos y habilidades:

Sucesión de Auslander – Reiten o casi escidente. Morfismos irreducibles. Carcaj de Auslander – Reiten.

Bibliografía:

- Auslander, M., Reiten, I. Smalø, S. “Representation Theory of Artin Algebras”, Cambridge University Press, 1993.
- Assem, I., Simson, D., Skowronski, A., “Elements of Representation Theory of Associative Algebras”, preprint, Torun, Polonia, 1998

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Módulos Inclinantes y Álgebras Inclinadas

Código: AA235

Total de horas lectivas: 48

Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Comprender el concepto de módulo inclinante,
- Comprender el concepto de álgebra inclinada como generalización del concepto de álgebra hereditaria

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Módulo Inclinante. Álgebra Inclinada. Relación entre las categorías de módulos de un álgebra y el álgebra inclinada obtenida de ella por un módulo inclinante.

Bibliografía:

- Auslander, M., Reiten, I. Smalø, S. “Representation Theory of Artin Álgebras”, Cambridge University Press, 1993.
- Assem, I., Simson, D., Skowronski, A., “Elements of Representation Theory of Associative Algebras”, preprint, Torun, Polonia, 1998.
- Assem, I. “Tilting Theory - An Introduction”, Banach Center Publ., Topics in Algebra, Polonia, 1990
- Assem, I y coautores, “Módulos Inclinantes y Álgebras Inclinadas”, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 2008

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Categorías Derivadas

Código: AA236

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Comprender el concepto de categoría triangulada,

Comprender el concepto de complejo de módulos y la relación de homotopía de morfismos,

Comprender el concepto de localización de una categoría,

Comprender el concepto de categoría derivada.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Triángulos exactos. Categoría triangulada. Complejo de módulos y relación de homotopía de morfismos.

Localización de una categoría. Categoría derivada.

Bibliografía:

- D. Happel, “Triangulated categories in representation theory”, London Mathematical Society, Lecture Notes Series, 119, Cambridge University Press, 1998
- P. Grivel, “Catégories dérivées et foncteurs derives” dans “Algebraic D-modules” edité par Armand Borel, Academic Press.
- S. Gelfand, Y. Manin, “Methods of homological Algebra”, Springer-Verlag, 1996

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula.

Asignatura: Teoría Aritmética de los Números

Código: AA237

Total de horas lectivas: 48

créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de aplicar en forma productiva los conceptos y propiedades aritméticas de los números enteros a la resolución de problemas así como para utilizarlos como apoyo para la comprensión y realización de generalizaciones de los mismos a otros dominios.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Divisibilidad en el conjunto de los números enteros. Números primos. Congruencias y sus aplicaciones. Raíces primitiva. Residuos cuadráticos y reciprocidad. Fracciones continuas. Ecuaciones diofánticas.

Bibliografía:

- Gentile, Enzo R.: “Aritmética Elemental en la Formación Matemática”. Vínculos Matemáticos No. 211 (Serie: Textos), 1996.

- Rosen, Kenneth H.: “Elementary Number Theory and Its Applications”. Addison-Wesley Publishing Company, 1993.

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr José Fidel Hernández Advíncula, Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz.

Asignatura: Introducción a la Geometría Algebraica

Código: AA238 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de trabajar con las variedades algebraicas y las teorías asociadas a la Geometría Algebraica.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Valuaciones. Teoría clásica de Ideales y valuaciones. Anillos graduados e ideales homogéneos. Variedades algebraicas en el espacio afín. Teoría de la dimensión. Syzygies. Álgebra Local. Teoría de la dimensión en Álgebra Local.

Bibliografía:

- O. Zariski y P. Samuel. “Commutative Algebra”. Van Nostrand. Vol II. 1960.
- M.F. Atiyah y I.G. MacDonal. “Introducción al Álgebra Conmutativa”. Reverté. 1973.
- C. Peskine. “An Algebraic Introduction to Complex Projective Geometry”. Vol 1. Commutative Algebra. Cambridge University Press. 1996

Sistema de Evaluación: Se propone emplear el sistema de tareas individuales y exposición en seminarios para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Profesores que la imparten: Dr. Jorge Estrada.

Asignatura: Curvas algebraicas y modelación geométrica

Código: AA239 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos: Que los estudiantes apliquen conocimientos de la geometría algebraica en la modelación geométrica.

Sistema de Conocimientos y Habilidades: Se hará un recuento breve de algunos tópicos de la geometría algebraica que permiten estudiar curvas (y eventualmente superficies) algebraicas desde el punto de vista de su utilización en la modelación geométrica

- 1) Relación entre la representación implícita y la paramétrica. Conversión entre éstas.
- 2) Operaciones con curvas implícitas
- 3) Cálculo de puntos característicos
- 4) Graficación
- 5) Continuidad geométrica

Bibliografía:

- W. Fulton. Algebraic curves. An introduction to Algebraic Geometry, Math. Lec. Notes Series, Addison-Wesley Co., 1969
- G. Farin, Curves and surfaces for CAGD: A practical Guide, III Edition, Academic Press, INC., 1992
- Introduction to Implicit Surfaces, Ed. J. Bloomenthal Morgan Kaufmann Pub., INC., 1997
- Artículos recientes de modelación geométrica con curvas implícitas

Profesores que la imparten: Dr. Jorge Estrada, Dra. Sofía Behar Jehuín.

Asignatura: Introducción al Análisis de Clifford

Código: AA240

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Fundamentación:

El Análisis de Clifford es una disciplina en pleno desarrollo que se ha establecido como la generalización más apropiada del Análisis Complejo a espacios euclidianos de dimensión finita. Sus posibilidades de aplicación han sido explotadas intensamente en los últimos años, con importantes resultados en Análisis Armónico, Ecuaciones en Derivadas Parciales y en ramas de la física como la Teoría del Campo Electromagnético.

Las posibilidades algebraicas y geométricas que brindan las álgebras de Clifford no solo se limitan al análisis, sino que encuentran aplicaciones en la Computación y especialmente en las redes neuronales y en la robótica.

El curso persigue ofrecer los elementos básicos de esta teoría de modo que el alumno pueda apropiarse de los procedimientos y conceptos esenciales de esta disciplina.

Objetivos:

- Definir algebra de Clifford real y compleja.
- Dominar propiedades básicas de las álgebras de Clifford y conocer algunas notas históricas de su surgimiento.
- Dominar consecuencias fundamentales de las formulas integrales para funciones monogénicas.

Sistema de conocimientos:

Álgebras de Clifford reales y complejas, definición, propiedades y aspectos geométricos. Conjugaciones principales. Multivectores. Operadores de Dirac y Cauchy Riemann. Funciones monogénicas. Definición y Ejemplos. Propiedades. Funciones armónicas conjugadas. Núcleo de Cauchy. Teorema integral de Cauchy y su inversión. Transformada de Teodorescu. Formula de Borel-Pompeiu y de Cauchy. Fórmulas de Plemelj–Sokhotski. Derivadas de orden superior. Propiedad de valor medio y principio del máximo. Teorema de Liouville.

Metodología:

El trabajo independiente de los estudiantes es la base fundamental, que se logra, en este tipo de curso, con el desarrollo del mismo en forma semi-tutorial, tratando los contenidos principalmente en los

encuentros previstos así como la exposición y correspondiente debate de temas previamente seleccionados y orientados por el profesor, que están dirigidos a profundizar los conocimientos tratados.

Se utilizarán exposiciones en pdf para debatir durante los encuentros acerca de las temáticas de manera que puedan introducirse los conceptos y resultados principales de forma más sintética y realizar la correspondiente orientación de la profundización en la bibliografía

Bibliografía:

1. Brackx, F.; Delanghe, R.; Sommen, F. Clifford analysis. Research Notes in Mathematics, 76, Pitman. Advanced Publishing Program, Boston, 1982.
2. Delanghe, R.; Sommen, F.; Souček, V. Clifford algebra and Spinor-Valued Functions, Kluwer, Dordrecht, 1992.
3. Gurlebeck, K.; Sprossig, W. Quaternionic analysis and elliptic boundary value problems, Birkhauser, Boston, 1990.
4. Gurlebeck, K.; Sprossig, W. Quaternionic and Clifford Calculus for Physicists and Engineers, Wiley and Sons Publ., 1997.
5. Gurlebeck, K.; Habetha and W. Sprossig. Holomorphic functions in the plane and n -dimensional space, Birkhauser Verlag, Basel, 2007.
6. Guo Chun Wen; Huang Sha y Qiao Yu-Ying. Real and Complex Clifford analysis. Springer-Verlag. Berlin, 2005.
7. R. Delanghe; J. Bory Reyes. Una invitación al Análisis de Clifford. Cienc. Mat. (Havana), Vol. 21, No. 2, 109–137, 2003.
8. J. Cnops; H. Malonek. An introduction to Clifford analysis. Textos de Matemática, Serie B. 7, Universidade de Coimbra. Portugal, 1997.
9. F. Resendis; M. Shapiro. Recent advances in hypercomplex analysis. Carta Informativa, Soc. Mat. Mex. Marzo, (2002), 11–14.
10. J. Ryan. Basic Clifford analysis, Cubo Matemática Educacional 2, 2000, 226–256.

Sistema de evaluación: seminario integrador donde se presenten aplicaciones de los contenidos estudiados.

Profesores: Dr. Ricardo Abreu Blaya

Asignatura: Geometría fractal

Código: AA241

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos: Los maestrandos serán capaces de:

- Construir fractales mediante sistemas iterados de funciones.
- Comparar fractales haciendo uso de distintos tipos de dimensiones fractales.
- Calcular funciones de interpolación fractal.
- Identificar conjuntos de Julia y conjuntos de Mandelbrot.
- Definir medidas sobre fractales.
- Calcular integrales de funciones simples sobre conjuntos fractales.

Sistema de conocimientos:

Métrica de Hausdorff. Espacio de fractales generado por un espacio métrico completo. Propiedades del espacio de los fractales. Aplicaciones contraídas en el espacio de los fractales. Construcción de fractales mediante sistemas iterados de funciones. Conjuntos de condensación. Definición de sistema dinámico. Dinámica caótica sobre fractales. Dimensiones fractales. Interpolación fractal. Curvas que llenan el espacio. Conjuntos de Julia. Conjuntos de Mandelbrot. Medidas e integración sobre fractales.

Bibliografía:

Texto básico:

- Barnsley, Michael. F. *Fractals everywhere*. USA: Academic Press, 1993.

Textos complementarios:

- Falconer, Kenneth. *Fractal geometry: mathematical foundations and applications*. Segunda edición. John Wiley & Sons, Inglaterra, 2003.
- Mandelbrot, B. *La geometría fractal de la naturaleza*. Traducción al español por Joseph Llosa. Barcelona, 1997.
- *Chaos and fractals: the mathematics behind the computer graphics*. Proceedings of Symposia in applied mathematics. Vol. 39 (1988).

Sistema de evaluación: Se acordará con los maestrandos

Profesores: Dra. Tania Moreno García

Asignatura: Introducción a la Teoría de Curvas Elípticas

Código: AA242

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivo:

- Aplicar los conceptos y propiedades básicas de la teoría de curvas elípticas a la resolución de problemas teóricos y prácticos afines.

Sistema de conocimientos:

Puntos racionales sobre rectas y cónicas. Ecuaciones diofánticas de grado superior a 2. Forma normal de Weierstrass. Ley de grupo. Espacio proyectivo y punto al infinito. Endomorfismo de Frobenius. Algoritmo de Schoof. Problema del logaritmo discreto. Métodos de ataque. Curvas elípticas criptográficas y test de primalidad. Curvas elípticas sobre \mathbb{Q} . Subgrupo de torsión. Teorema de Nagell-Lutz. Teorema de Mordell-Weil. 2-grupos de Selmer. Grupos de Tate-Shafarevich.

Metodología:

El curso se desarrollará en base a seminarios y talleres. Es conveniente comenzar con una panorámica de la teoría de las ecuaciones diofánticas y apoyarse en hechos relevantes de la historia de la Matemática, como el Gran Problema de Fermat. Algunos conceptos asociados a la teoría de funciones de variable compleja, la teoría de ideales, los enteros p -ádicos, topología, geometría proyectiva y teoría de Galois aparecen de forma natural en los contenidos seleccionados para este curso. Por este motivo, se recomienda asegurar estos conocimientos previos. Para el caso de los contenidos afines a la geometría proyectiva, se ha incluido un tópico específico en el sistema de conocimientos y se debe dedicar al menos una conferencia para tratarlos. Es importante enfatizar las aplicaciones, como ocurre en la criptografía y en los test de primalidad. Puede desarrollarse el curso con el apoyo de un paquete computacional especializado tal como el GAP, el SAGE o el PARI, todos con licencia GNU.

Bibliografía:

- Ekedahl, T. *One Semester of Elliptic Curves*, European Mathematical Society Publishing House, 2006.
- Husemöller, D. *Elliptic Curves*. Springer-Verlag, New York, 2004.
- Lang, S. *Elliptic curves. Diophantine Analysis*. Springer-Verlag, New York, 1978.
- Milne, J. S. *Elliptic Curves*. BookSurge Publishers, 2006.
- Silverman, J. H & Tate, J. *Rational Points on Elliptic Curves*. Springer-Verlag, New York, 1992.
- Washington, L. C. *Elliptic curves, number theory and cryptography*. Taylor & Francis, New York, 2008.

Sistema de evaluación: seminario integrador donde se presenten aplicaciones de los contenidos estudiados.

Profesores: Dr. Miguel Cruz Ramírez

Asignatura: Evaluación de la Fortaleza Criptográfica.

Código: AA243

Total Horas Lectivas: 48.

Créditos: 4

Objetivos Específicos:

- Describir y operar los diferentes procedimientos para evaluar la seguridad de un sistema criptográfico.
- Definir la esencia de los ataques de canal colateral, su clasificación según diferentes parámetros y su diferencia con los ataques clásicos, logrando una visión actualizada del nivel de amenaza que representan estos ataques y la necesidad de aplicar contramedidas en cada caso.
- Operar con los diferentes modelos teóricos aplicados en estos tipos de ataques, diferenciándolos en cuanto a sus objetivos y herramientas empleadas.
- Desarrollar la capacidad de valorar correctamente las contramedidas propuestas en cada caso.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Introducción al problema de evaluar la fortaleza de un sistema criptográfico con ayuda de la Teoría de Información. Diferentes modelos para evaluar seguridad: seguridad incondicional, seguridad basada en la complejidad teórica, seguridad probable, seguridad computacional y seguridad ad-hoc. Clasificación general de los ataques: Pasivos y activos. Tipos de ataques pasivos. Ataque de fuerza bruta o de búsqueda exhaustiva de la clave secreta.

Ataque de Correlación de Siegenthaler contra cifradores de flujo. Ataque Rápido de Correlación de Meier y Staffelbach, Ataque de Correlación generalizado sobre una clase de cifradores de flujo basados en la distancia de Levenstein de Golic y Mihaljevic.

Ataques Algebraicos.

Ataque de Intercambio Tiempo Memoria de Hellman. Ataque de Intercambio Tiempo Memoria Dato contra cifradores de flujo de Biryukov y Shamir.

Ataque diferencial de Shamir. Ataque lineal de Matsui. Ataque diferencial- lineal de Langford- Hellman. Descripción y clasificación de los Ataque de Canal Colateral (ACC): de acuerdo al tipo de información que se analiza y de acuerdo al nivel de acceso al modulo criptográfico. Preliminares matemáticos de los modelos teóricos de los ACC. Modelos teóricos de los ACC. Modelo Teórico basado en información mutua (MIA). Descripción del ataque. Modelo de Teoría de Información para ataques adaptativos. Escenario. Medidas discretas de los canales colaterales. Estrategia del ataque y su evaluación cuantitativa. Modelo Estocástico para el Criptoanálisis Diferencial. Comparación entre los modelos de acuerdo a diferentes parámetros. ACC contra implementaciones del AES. Ataques de fallas. Ataques a la memoria caché. Otros ataques.

Bibliografía:

- Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone (1996) Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.
- M. Stamp, Richard Low. (2007) Applied Cryptanalysis: breaking ciphers in the real world. John Wiley and Sons.
- Jiqiang Lu (2008) Crytanalysis of Block Ciphers. PhD Thesis Royal Holloway University of London.
- Daniel Neuenchwander (2004) Probabilistic and Statistical Methods in Cryptology. Springer.
- D. Basin, U. Maurer edits (2012) Fault Analysis in Cryptography. Springer.
- N. Sklavos, X. Zhang (2007) Wireless Security and Cryptography. CRC Press
- C.M. Legón Pérez, Y. Pulido Delgado, I. Rodríguez Millán, C. Denis González, P. Pérez Bouza (2013) Ataques de Canal Colateral: Una Amenaza Real a las Implementaciones de Algoritmos Criptográficos. ISBN 978-959-261-438-3. Compendio de monografías: temas avanzados sobre ciencias y tecnologías informáticas. (código.cujae.edu.cu)
- Y. Pulido Delgado, C. M. Legón (2013) Modelos Teóricos de los Ataques de Canal Colateral. (Tesis de Maestría, Especialidad para Ingenieros en Aplicaciones Criptográficas, Fac. Informática CUJAE.
- I. Rodríguez Millán, C.M. Legón (2013) Ataques de Fallas al AES (Tesis de Maestría, Especialidad para Ingenieros en Aplicaciones Criptográficas, Fac. Informática CUJAE.
- C. Denis González, C.M. Legón (2013) Ataques a la Caché y su Aplicación al AES. (Tesis de Maestría, Especialidad para Ingenieros en Aplicaciones Criptográficas, Fac. Informática CUJAE.

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesores: Dr. Carlos M. Legón Pérez, MSc. José Rodríguez Tito.

Asignatura: Protocolos Criptográficos.

Código: AA244

Total Horas Lectivas: 24.

Créditos: 2

Objetivos Específicos:

- Definir y operar protocolos criptográficos.

Sistema de Conocimientos y habilidades:

Introducción a los Protocolos. Comunicaciones usando Criptosistemas de Claves Secretas y comunicaciones empleando Criptosistemas de Clave Pública. Intercambio de claves y autenticación de entidad. Protocolos de establecimiento de Claves. El establecimiento de claves de Diffie-Hellman. Secreto compartido. Protocolo de secreto compartido de Shamir.

Bibliografía:

- Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone (1996) Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.
- Bruce Schneier (1996) Applied Cryptography. John Wiley and sons.
- M. Stamp (2006) Information Security Principles and Practice. John Wiley and Sons.
- Johannes Buchmann (2004) Introduction to Cryptography. Springer.
- Hans Delfs, H.Knebl (2007) Introduction to Cryptography. Principles and Applications. Springer.
- J. Talbot, D. Welsh (2006) Complexity and Cryptography. An Introduction. Cambridge University Press.

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesor que la Impartirá: Dr. Héctor Dache Rodríguez, MSc. José Rodríguez Tito.

Asignatura: Funciones Hash Criptográficas. Firmas Digitales.

Código: AA245

Total Horas Lectivas: 24.

Créditos: 2

Objetivos Específicos:

- Describir los conceptos básicos tanto de funciones Hash como de firmas digitales, así como diferentes escenarios de sus aplicaciones.
- Reconocer y operar diferentes esquemas de firma digital y de funciones Hash criptográficas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Conceptos de función de compresión y de función Hash. Propiedades deseables de las funciones Hash para su empleo en Criptografía: unidireccionalidad, compresión, difusión, colisión simple y colisión fuerte. Función Hash criptográfica. Usos de las funciones hash criptográficas. Métodos de construcción de funciones Hash: método de Merkle Damgard y a partir de cifradores de bloque. Modelo general de función Hash iterada. Descripción del Secure Hash Algorithm: SHA 1. Descripción del Message Digest: MD5. Descripción del RIPEMD-160.

Conceptos básicos relativos a firmas digitales: algoritmos de generación y verificación de firma digital, esquema de firma digital, procedimientos de firma y verificación. Esquemas de firma digital con apéndice y esquema de firma digital con restablecimiento de mensaje. Requerimientos generales de las firmas digitales. Firma RSA: algoritmos de generación de claves, de generación de firma y de

verificación. Firma DSA: algoritmos de generación de claves, de generación de firma y de verificación.
Firma ElGamal: algoritmos de generación de claves, de generación de firma y de verificación.

Bibliografía:

- Menezes, P. van Oorschot, S. Vanstone (1996) Handbook of Applied Cryptography. CRC Press.
- William Stallings (2011) Cryptography and Network Security. Principles and Practice. Prentice Hall.
- J. Buchmann (2004) Introduction to Cryptography. Springer.
- M. Stamp, R.M. Low (2007) Applied Cryptanalysis. Breaking Ciphers in the Real World. John Wiley and Sons.
- Bart van Rompay (2004) Analysis and Design of Cryptographic Hash Functions, MAC Algorithms and Block Ciphers. PhD Thesis Katholieke Univ. Leuven.

Sistema de Evaluación: Tareas individuales y exposición de seminarios.

Profesores: Dr. Héctor Dache Rodríguez, Dr. Carlos Legón Pérez.

MENCIÓN: Optimización

CRÉDITOS OBLIGATORIOS: 15

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OBLIGATORIOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
OP101	Teoría de Optimización en Dimensión Finita	60	5
OP102	Modelos y Métodos de la Programación en Enteros	60	5
OP103	Control Optimal	60	5

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OPTATIVOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
OP204	Teoría y Métodos de Programación Lineal.	48	4
OP205	Teoría de Redes.	48	4
OP206	Métodos Numéricos de la Programación no Lineal	48	4
OP207	Extensiones de Programación Lineal	48	4
OP208	Optimización Paramétrica	48	4
OP209	Laboratorio de Programación Lineal y Discreta	48	4
OP210	Laboratorio de Programación no Lineal	48	4
OP211	Simulación	48	4

Asignatura: Teoría de Optimización en Dimensión Finita

Código: OP101 Total de horas lectivas: 60 Créditos: 5

Objetivos específicos:

Caracterizar las soluciones de los problemas de optimización no lineal en dimensión finita. Establecer el caso convexo como paradigma de la optimización no lineal. Conocer los resultados fundamentales de dualidad para problemas de optimización no lineal.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

El problema de optimización no lineal en dimensión finita. Condiciones necesarias y o suficientes de primer y segundo orden para problemas de optimización no lineal con restricciones. Definición y propiedades de conjuntos convexos y funciones convexas. Importancia de la convexidad en la optimización no lineal. Generalizaciones del concepto de función convexa. Dualidad en programación no lineal.

Bibliografía:

- Bazaraa M. S., Sherali H.D., Shetty C. M.(2006) "Nonlinear Programming Theory and Algorithms".Third Edition. John Willey & Sons.
- Luenberger D.G., Ye Yinyu.(2008) "Linear and Nonlinear Programming" Third Edition. Springer.
- Otero J.M., Kakes A., Marrero A. (2009) "Métodos de Optimización Continuos" Editorial Félix Varela..

Sistema de Evaluación: Seminarios y discusión de un problema o artículo

Profesores que la imparten: Dr. Juan Manuel Otero, Dra. Sira Allende.

Asignatura: Modelos y Métodos de la Programación en Enteros

Código: OP102 Total de horas lectivas: 60 Créditos: 5

Objetivos específicos:

Establecer la utilidad de la introducción de variables enteras en la modelación matemática de problemas de decisión. Mostrar las características generales de los métodos para problemas discretos en su relación con los métodos para modelos continuos y crear habilidad para su aplicación a problemas particulares. Explicar la importancia del análisis de complejidad computacional de un algoritmo y de la clasificación de un problema de acuerdo a su complejidad computacional, fijar la utilidad del uso de heurísticas y las filosofías de algunas metaheurísticas

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

El Problema de Programación Entera. Modelación. Propiedades de los poliedros enteros. Complejidad Computacional. Dualidad. Problemas relajados. Desigualdades validas. Método de ramificación y acotación. Heurísticas. Algoritmos de solución

Precedencias: Programación Lineal (pregrado)

Bibliografía:

- Jongen H.Th., E. Triesch. (1988). " Optimirung B ", Skript Vorlesung, Agustinus Buchandlung, Aachen.
- Korte, B. J. Vygen (2008): Combinatorial Optimization, Springer.
- Wolsey, L (1998). "Integer Programming", John Willey & Sons, New York

Formas de Evaluación: Participación en Seminarios. Exposición y discusión de un problema o artículo

Profesores que la imparten: Dra. Sira Allende, Dra. Gemayqzel Bouza, Dr. Pavel Novoa Hernández

Asignatura: Control Optimal

Código: OP103 Total de horas lectivas: 60 Créditos: 5

Objetivos específicos:

Aprender las técnicas de optimización en espacios de dimensión infinita, su interés práctico.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Elementos de Análisis Funcional.

Formulación de problemas de Control. Tipos de problemas. Aplicaciones. Construcción de modelos de Control. Discretización y aplicación de métodos de la Programación no Lineal. Principia de Pontriaguin. . Teorema de existencia de soluciones para los Problemas de Control Optimal.

Precedencias: Optimización en Dimensión Finita

Bibliografía:

- Gómez J.A. (1995). "Curso de Calculo Variacional y Control Optimal". Universidad de la Habana.
- Cerdá Emilio. (2005) Optimización Dinámica. Editor Pearson Educación. Fecha de publicación 2005-04. Páginas, 336. ISBN 8420529370.
- D. Hinrichsen and A.J. Pritchard (2003) Mathematical Systems Theory II. Digital Version.
- Artículos de revistas especializadas

Formas de Evaluación: Participación en seminarios y examen final.

Profesores que la imparten: Dra. Aymée Marrero.

Asignatura: Teoría y Métodos de Programación Lineal.

Código: OP204 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Discutir aplicaciones de modelos de Programación Lineal. Establecer las propiedades de los problemas lineales y como se especifican las propiedades de los problemas convexos de optimización en los problemas lineales. Explicar la fundamentación teórica de los algoritmos estudiados, comparación de las características de los mismos y su relación con otros métodos generales de la Programación no Lineal.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

El problema de Programación Lineal. Modelación. Definiciones y resultados de la Teoría de Poliedros. Desigualdades lineales. Lema de Farkas. Condiciones de optimalidad para problemas de Programación Lineal. Problemas duales, propiedades. Fundamentación del Método Simplex. Principio de descomposición. Métodos Interiores: Un algoritmo.

Precedentes: Álgebra Lineal, Programación Lineal (pregrado)

Bibliografía:

- Bazara M. S., Jarvis J.J., H. D.Sherali (2010). "Linear Programming and Networks Flows". 4ta Edicion, John Wiley& Sons.
- Bazara M. S., Sherali H.D., Shetty C. M. (2006) "Nonlinear Programmng Theory and Algorithms".Third Edition. John Willey & Sons.
- Luenberger D.G., Y. Ye (2008) "Linear and Nonlinear Programming" 3ra Edition. Springer.

Formas de Evaluación: Discusión de una tarea y examen final (oral o escrito).

Profesores que la imparten: Dra. Sira Allende.

Asignatura: Teoría de Redes.

Código: OP205 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Identificar diferentes problemas de optimización sobre redes como problemas de Programación Lineal de estructura particular. Analizar la forma en que se puede utilizar la estructura particular de estos problemas para obtener versiones simplificadas del método Simplex de la Programación Lineal. Diseño de algoritmos eficientes para la solución de estos problemas. Comparación de estos algoritmos con el Simplex.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Interpretar los problemas “camino de longitud mínima”, “flujo máximo” y “flujo de costo mínimo” entre dos vértices de un grafo como problemas de Programación Lineal. Explotar la estructura particular de estos problemas para obtener versiones eficientes del método Simplex de la Programación Lineal, para resolver estos problemas. Estudio de algoritmos diseñados para trabajar con la estructura de grafo directamente. Comparar su eficiencia con las versiones simplificadas del Simplex correspondientes a cada uno de estos problemas. Discutir diferentes aplicaciones de estos problemas.

Precedentes: Programación Lineal, Teoría de Grafos (pregrado)

Bibliografía:

- Ahuja R.K., Magnanti T.L., Orlin J.B. “Network Flows, Theory, Algorithms and Applications” (1993) Prentice Hall
- Bazaraa M. S., Jarvis J.J., H. D.Sherali (2010). "Linear Programming and Networks Flows". 4ta Edición, John Wiley& Sons
- Korte, B. J. Vygen (2008): Combinatorial Optimization, Springer.

Formas de Evaluación: Examen final oral y/o escrito.

Profesores que la imparten: Dr. Juan M. Otero, Dra. Sira Allende, MC. Alina Fernández Arias

Asignatura: Métodos Numéricos de la Programación no Lineal

Código: OP206 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Establecer criterios de valoración de algoritmos en cuanto a su convergencia. Presentar los métodos fundamentales de solución a problemas de programación no lineal, con y sin restricciones.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Convergencia global y local de algoritmos. Metodos de descenso. Búsquedas lineales exactas e inexactas. Métodos de descenso por direcciones y de región de confianza. Métodos de penalización. Programación cuadrática. Programación cuadrática secuencial. Metaheurísticas.

Precedencias: Optimización en dimensión Finita.

Bibliografía:

- Luenberger D.G.,Ye Yinyu.(2008) “Linear and Nonlinear Programming” Third Edition. Springer.
- Otero J.M., Kakes A., Marrero A. “Métodos de Optimización Continuos”(2009) Editorial Félix

Varela.

- Bazaraa M. S., Sherali H.D., Shetty C. M.(2006) "Nonlinear Programming Theory and Algorithms". Third Edition. John Wiley & Sons.

Formas de Evaluación: Participación en los Seminarios. Exposición final de un problema o artículo.

Profesores que la imparten: Dr. Juan Manuel Otero, Dra Gemayqzel Bouza, Dr. Pavel Novoa Hernández

Asignatura: Extensiones de Programación Lineal

Código: OP207 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Crear habilidades en cuanto a la aplicación de los algoritmos de Programación Lineal en la solución de problemas que resultan reducibles a problemas de Programación Lineal estrechamente vinculado a este tipo de problemas

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Problemas lineales de estructura particular: Estructura especial del modelo dinámico con función de retorno y de evolución lineales; problema con función objetivo fraccionaria. Algoritmos. El problema lineal multiobjetivo: reducción a problemas lineales paramétricos, concepto de solución Pareto-optimal, su determinación. Modelos donde el sistema de restricciones y la función objetivo tienen estructura especial.

Ser capaz de:

Identificar y modelar problemas con varios criterios de decisión y modelos de carácter dinámicos.

Precedencia: Teoría y Métodos de la Programación Lineal.

Bibliografía:

- Luenberger D.G., Ye Yinyu (2008) "Linear and Nonlinear Programming" Third Edition. Springer.
- Artículos de revistas especializadas

Formas de Evaluación: Participación en los Seminarios. Exposición sobre un trabajo o artículo.

Profesores que la imparten: Dra. Aymée Marrero Severo

Asignatura: Programación Paramétrica

Código: OP208 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

El problema de programación paramétrica Condiciones necesarias y condiciones suficientes de óptimo para problemas de optimización paramétrica. Concepto de estabilidad. Aplicaciones punto conjunto. Conceptos de semicontinuidad. Estabilidad del conjunto de soluciones factibles. Estabilidad del conjunto de soluciones óptimas. Estabilidad del conjunto de puntos críticos. Estabilidad en el espacio de las funciones. Teoría de singularidades. Métodos paramétricos de solución para problemas de optimización no lineal

Objetivos específicos:

Establecer la importancia de los modelos paramétricos de optimización y el estudio de sus propiedades de estabilidad. Extender los conceptos de funciones y sus propiedades de continuidad. Caracterizar la variación del conjunto de soluciones factibles, óptimas y puntos críticos de un problema de optimización no lineal a partir de variaciones en los datos del mismo. Interpretar y formular el concepto de estabilidad en el espacio de las funciones. Explicar el enfoque paramétrico de problemas de Optimización siguiendo la curva de los puntos críticos generalizados, describir distintos tipos de singularidades y caracterizar las dificultades que se derivan de la aparición de distintos tipos de ellas.

Formas de Evaluación: Participación en los seminarios. Exposición final de un problema o artículo.

Precedencia: Optimización en Dimensión Finita.

Bibliografía:

- Guddat, J., F. Guerra, R.Th.Jongen. (1990). "Singularities, Path- Following and Jumps", John Wiley and Sons.
- Gómez, W., J. Guddat, H. Th.Jongen, J.J.Ruckmann: Curvas críticas y saltos en la optimización no lineal. <http://www.emis.de/monographs/curvas/index.html>, 2000.
- Kummer, B. and Klatte, D.: Nonsmooth Equations in Optimization. Kluwer Academic Publisher. 2002.

Profesores que la imparten: Dra. Gemayzel Bouza, Dra. Sira Allende.

Asignatura: Laboratorio de Programación Lineal y Discreta

Código: OP209 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Verificar computacionalmente aspectos numéricos de los problemas de optimización. Validar en la práctica las propiedades de convergencia de algoritmos estudiados. Uso de sistemas computacionales. Comparaciones de algoritmos. Formulación y evaluación de variantes de un algoritmo dado.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Experimentos sobre la solución computacional de problemas lineales continuos y discretos. Crear habilidad en cuanto al análisis del comportamiento práctico de un algoritmo, comparaciones de métodos en la solución de un mismo problema y la construcción y evaluación de variantes. Diseño de algoritmos heurísticos o de algoritmos heurísticos y análisis de sus resultados. Uso de un ambiente de programación, por ejemplo, MATLAB.

Bibliografía:

- Moler, Cleve. "Numerical Computing with Matlab" (NCMatlab), 2004.
- Bazaraa M. S., Jarvis J.J., H. D.Sherali (2010). "Linear Programming and Networks Flows". 4ta Edición, John Wiley& Sons
- Korte, B. J. Vygen (2008): Combinatorial Optimization, Springer.
- Glover F.(2003): Handbook of Metaheuristics. Kluwer Academic Publisher.

Doerner, K, Gendreau, M. et al, eds. (2007) Metaheuristics, Springer

Formas de Evaluación: Participación en seminarios. Discusión de una tarea que exija desarrollo de experimentos computacionales de cómputo, con énfasis en la dos últimas.

Profesores que la imparten: Dra. Sira Allende, Dra. Aymée Marrero, MC. Fernando Rodríguez, MC. Alina Fernández Arias.

Asignatura: Laboratorio de Programación No Lineal

Código: OP210 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Verificar computacionalmente aspectos numéricos de los problemas de optimización. Validar en la práctica las propiedades de convergencia de algoritmos estudiados. Uso de sistemas computacionales. Comparaciones de algoritmos. Formulación y evaluación de variantes de un algoritmo dado.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Instrumentar variantes del tratamiento numérico de los problemas de la programación no Lineal y de Control Optimal. Uso de un ambiente de programación, por ejemplo, MATLAB. Comparaciones del comportamiento de distintos algoritmos ante la solución de un problema. Uso de sistemas computacionales.

Precedencias: Métodos Numéricos de la Programación no Lineal. Control Optimal.

Bibliografía:

- Moler, Cleve. “Numerical Computing with Matlab” (NCMatlab), 2004. A disposición en formato digital.
- Nocedal, J., S. J. Wright, .(2006): Numerical Optimization, Second edition, John Willey & Sons

Formas de Evaluación: Participación en seminarios. Discusión de una tarea que exija desarrollo de experimentos computacionales de cómputo.

Profesores que la imparten: Dr. Juan M. Otero, Dra. Gemayqzel Bouza, MC. Fernando Rodríguez, MC. Alina Fernández Arias.

Asignatura: Simulación

Código: OP211 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Presentar una metodología para abordar problemas dinámicos y estocásticos. Describir situaciones en que usualmente se presentan esas características, destacar el carácter particular de los modelos de simulación.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Simulación como medio de experimentación sobre computadoras. Modelos dinámicos; modelación a tiempo constante y variable. Modelos estocásticos: generación de variables pseudo-aleatorias con distintas distribuciones. Validación del modelo. Aplicaciones a fenómenos .de espera y de transmisión. Aplicaciones en la Estadística y la Optimización Matemática.

Bibliografía:

- García, L; Pérez, L; Martí, L. Temas de simulación. Editorial Félix Varela. p 17-27, 2006.
- Artículos de revistas especializadas.

Formas de Evaluación: Seminario y discusión de una tarea.

Profesores que la imparten: Dra. Sira Allende, Dr. Juan Manuel Otero.

MENCIÓN: Ecuaciones Diferenciales

CRÉDITOS OBLIGATORIOS: 12

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OBLIGATORIOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
ED101	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I	48	4
ED102	Ecuaciones Diferenciales Parciales I	48	4
ED103	Mecánica del Medio Continuo	48	4
ED104	Mecánica Analítica	48	4

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OPTATIVOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
ED205	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II	36	3
ED206	Ecuaciones Diferenciales Parciales II	36	3
ED207	Análisis matemático sobre variedades diferenciales	36	3
ED208	Métodos Asintóticos en las ecuaciones de la Física-Matemática	36	3
ED209	Métodos funcionales para las ecuaciones diferenciales	36	3
ED210	Teoría de distribuciones	36	3
ED211	Modelación matemática en Biociencias	36	3
ED212	Problemas Dinámicos de la Teoría de Elasticidad	36	3
ED213	Mecánica de Materiales Compuestos	36	3
ED214	Teoría de Perturbaciones	36	3
ED215	Teoría de Estabilidad de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	36	3
ED216	Ecuaciones integrales	36	3
ED217	Ecuaciones en derivadas parciales no lineales	36	3
ED218	Introducción a las inclusiones diferenciales	36	3

ED219	Ecuaciones Diferenciales Parciales III	36	3
ED220	Técnicas de estabilidad aplicables al estudio de algunos tipos de sistemas de interconexión	36	3
ED221	Introducción a la teoría matemática de los problemas inversos	48	4
AA231	Introducción a la teoría de representaciones	48	4

Programa de los cursos

Asignatura: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I

Código: ED101 Total de horas lectivas: 48 créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir los conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de las ecuaciones diferenciales ordinarias con un enfoque geométrico.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Conceptos básicos y teoremas fundamentales de la teoría de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Espacios de fases y flujos. Campos vectoriales y campos de direcciones sobre las variedades diferenciales. Teoremas de rectificación de los campos direccionales y vectoriales: sus consecuencias para la teoría de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Grupos de simetría de las ecuaciones diferenciales. Ecuaciones no resueltas con respecto a la derivada.

Bibliografía:

- C. Chicone, (1999), “Ordinary Differential Equations with Applications”, Texts in Applied Mathematics 34, Springer, New York.
- V.I. Arnold. (1984), “Ecuaciones Diferenciales Ordinarias”, Nauka, Moscú.
- N. Bodounov, 1981 . “Teoría Cualitativa de las Ecuaciones Diferenciales”, La Habana,
- M. Lizana, (2000), Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard , Dr. Julián Bravo Castellero.

Asignatura: Ecuaciones Diferenciales Parciales I

Código: ED102 Total de horas lectivas: 48 créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Clasificar y resolver problemas clásicos para estas ecuaciones lineales y cuasilineales de primer orden y las lineales de segundo orden. Determinar características. Problema de Cauchy y problemas mixtos con condiciones de Dirichlet, Neumann y Robin sobre la frontera. Principio del máximo para las ecuaciones elípticas y parabólicas y sus aplicaciones. La integral de la energía para la ecuación hiperbólica y sus aplicaciones. Desarrollo de las soluciones de los diferentes problemas empleando el método de Fourier.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Ecuaciones cuasilineales. Solución general, completa y singular de una EDP de 1er orden. Ecuaciones de Pfaff. Problema de Cauchy. Ecuaciones lineales en derivadas parciales de segundo orden: ecuaciones de Laplace, de la cuerda, propagación del calor. Clasificación y reducción a forma canónica con dos variables independientes. Fórmula de D'Alembert. Cuerda semi-infinita. Integral de la energía para la ecuación de ondas. Fórmula de Kirchoff y principio de Huygens. Principio del máximo para las ecuaciones elípticas. Potenciales. Integral de Poisson. Principio del máximo para la ecuación del calor. Barra semi-infinita. Método de Fourier para las ecuaciones de segundo orden.

Bibliografía:

- A.N. Tijonov, N. Samarski, (1980) "Ecuaciones de la Física-Matemática", Ed. Urmo, Bilbao,
- V.I. Arnold, (2004) "Lectures on Partial Differential Equations", Springer Verlag -PHASIS, Berlin -Moscow.
- R. Haberman, (1987) "Elementary Applied PDE with Fourier Series and Boundary Value problems", Prentice Hall, New Jersey.
- G. Evans, J. Blackledge, P. Yardley, (2001). Analytic Methods for Partial Differential Equations, Springer, London.

Adicional recomendado:

- M. Pivato, (2007). "Linear Partial Differential Equations and Fourier Theory", <http://xaravve.trentu.ca/pivato>, (preprint)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castellero, Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos, Dr. Raúl Guinovart Díaz.

Asignatura: Mecánica de los Medios Continuos

Código: ED103

Total de horas lectivas: 48

créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Conocer conceptos básicos de la Mecánica de Sólidos y de la Mecánica de Fluidos en base a la herramienta del cálculo tensorial. Destacar la formulación de los problemas así como indicar algunas técnicas numéricas para su resolución.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Elementos de Cálculo Tensorial. Leyes de conservación. Deformaciones y cinemática. Ecuaciones constitutivas para sólidos elásticos. Diferentes formulaciones en la teoría de elasticidad. Ecuación de Navier-Stokes. Fluidos newtonianos. Fluido ideal. Fluido viscoso.

Bibliografía:

- T.J. Chung, "Applied Continuum Mechanics", Cambridge University Press, 1996
- H. Ockendon, J.R. Ockendon, "Viscous Fluids", Cambridge University Press, 1995
- J.H. Heinbockel, "Introduction to Tensor Calculus and Continuum Mechanics", 1996

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos, Dr. Julián Bravo Castellero, Dr. Raúl Guinovart Díaz.

Asignatura: Mecánica Analítica

Código: ED104 Total de horas lectivas: 48 créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir los conceptos fundamentales y demostrar los teoremas básicos de la Mecánica lagrangiana. Plantear y resolver las ecuaciones de Euler-Lagrange. Plantear y resolver la ecuación de Hamilton-Jacobi sobre un punto material en un campo de fuerzas estacionario. Definir y aplicar la invariante integral de Poincare-Cartan y los principios integrales variacionales

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Mecánica de un sistema de partículas. Ligaduras. Principio de D'Alambert. Principio de Hamilton. Elementos de calculo variacional. Función de energía. Aplicaciones a la mecánica clásica: sistemas mecánicos lagrangianos. Transformación de Legendre. Ecuaciones canónicas de Hamilton. Teorema de Liouville. Estructura simpléctica del espacio de fases de un sistema mecánico hamiltoniano. Campos vectoriales y flujos de fases hamiltonianos. Invariantes integrales. La ecuación de Hamilton-Jacobi. Sistemas integrales. Teorema de Liouville. Variables acción-ángulo. Invariantes adiabáticos.

Bibliografía:

- T.J. Chung, “Applied Continuum Mechanics”, Cambridge University Press, 1996
- H. Ockendon, J.R. Ockendon, “Viscous Fluids”, Cambridge University Press, 1995
- J.H. Heinbockel, “Introduction to Tensor Calculus and Continuum Mechanics”, 1996

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.**Profesores que la imparten:** Dr. Raúl Guinovart Díaz, Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos, Dr. Julián Bravo Castellero.**Asignatura:** Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II

Código: ED205 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de las ecuaciones lineales y desarrollar sus aplicaciones más importantes.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teoría analítica de las ecuaciones diferenciales lineales. Puntos singulares regulares. Series generalizadas de potencias como soluciones de las ecuaciones lineales. Problemas de contorno de las ecuaciones lineales. Problema de Sturm-Liouville. Clasificación de los puntos singulares de campos vectoriales lineales.

Bibliografía:

- W.E. Boyce, R.C. DiPrima, “Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems”, 7th Ed, John Wiley & Sons, NY, 2001
- V.I. Arnold. “Ecuaciones Diferenciales Ordinarias”. Nauka, Moscú, 1984.
- Y. Pinchover, J. Rubinstein, “An introduction to Partial Differential Equations”, (Capítulo 6) Cambridge University Press, Cambridge, 2005

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.**Profesores que la imparten:** Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castellero.

Asignatura: Ecuaciones Diferenciales Parciales II

Código: ED206

Total de horas lectivas: 48

créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Concepto general de (superficies) características y clasificación de las ecuaciones lineales con varias variables independientes. Teorema de Cauchy-Kowalevskaya. Problemas correctamente planteados. El método de la Función de Green. Soluciones fundamentales. Principio del máximo para las ecuaciones elípticas y parabólicas. Desigualdades energéticas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Ecuaciones cuasilineales. Problema de Cauchy. Ecuaciones lineales en derivadas parciales de segundo orden. Características. Clasificación. Teorema de Cauchy-Kowalevskaya. Problemas correctamente planteados. Ecuaciones elípticas, hiperbólicas y parabólicas.

Bibliografía:

- A.N. Tijonov, N. Samarski, “Ecuaciones de la Física-Matemática”, Ed. Urmo, Bilbao, 1980
- V.I. Arnold, “Lectures on Partial Differential Equations”, Springer Verlag -PHASIS, Berlin – Moscow, 2004.
- R. Haberman, “Elementary Applied PDE with Fourier Series and Boundary Value problems”, Prentice Hall, New Jersey, 1987

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos, Dr. Julián Bravo Castellero, Dr. Raúl Guinovart Díaz.

Asignatura: Análisis Matemático sobre las Variedades Diferenciables

Código: ED207

Total de horas lectivas: 36

créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Generalizar los conceptos y resultados fundamentales del análisis matemático real a las variedades diferenciables. Adquirir nociones de su aplicación a la resolución de problemas geométricos en diversas ramas de la Matemática.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Cartas. Atlas. Estructuras diferenciables. Variedades diferenciables o suaves. Ejemplos de variedades suaves. Topología de una variedad diferenciable. Variedades topológicas. Difeomorfismos. Vectores tangentes a una variedad suave. Aplicaciones diferenciables entre variedades; diferencial de una aplicación diferenciable de un punto. Subvariedades definidas mediante ecuaciones. Teorema de inmersión de Whitney. Espacios fibrados. Fibrados tangente y cotangente de una variedad. Integración sobre variedades.

Bibliografía:

- M. Spivak. (1999) “Comprehensive Introduction to Differential Geometry”. Vol. I (II-V), third edition, Publish or Perish, Inc.
- M. Spivak. (1965) “Calculus on Manifolds”, Addison-Wesley Pub. Co., N.Y.
- SH. Kobayashy and K. Nomizu (1963). “Foundations of Differential Geometry”. Volume I. John Wiley, New York.

- J.E. Marsden, T. Ratiu, R. Abraham (2002), “Manifolds, Tensor Analysis and Applications”, Springer-Verlag.

-

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Julián Bravo Castilero, Dr. Mariano Rodríguez Ricard, MC. Gianni Egaña

Asignatura: Métodos Asintóticos en las Ecuaciones de la Física-Matemática

Código: ED208 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Adquirir nociones sobre algunos de los métodos asintóticos más extendidos en la actualidad, para la resolución de las ecuaciones de la Física Matemática.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Método de la fase estacionaria. Método WKB para las ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden y características para las ecuaciones de orden superior. Propagación de las discontinuidades. Problemas con datos iniciales que oscilan rápidamente. La ecuación de Hamilton-Jacobi. El operador canónico de V.P. Maslov. Gérmenes complejos sobre variedades isotrópicas: su Aplicación a la construcción de asintóticas cuasiclásicas.

Bibliografía:

- J.A. Sanders, F. Verhulst, J. Murdock, “Averaging Methods in Nonlinear Dynamical Systems”, Applied Mathematical Sciences, vol.59, Second Edition, Springer, New York (2007)
- J. Kevorkian, J.D. Cole, “Multiple Scales and Singular Perturbation Methods”, Springer-Verlag, New York (1996)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Julián Bravo Castillero, Dr. Raúl Guinovart Díaz.

Asignatura: Métodos funcionales para las ecuaciones diferenciales

Código: ED209 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Indicar las bases teóricas en que se fundamentan los métodos de proyección en espacios funcionales, haciendo hincapié en los que corresponden a variantes del método de Galerkin.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teoría general de los métodos aproximados: Conceptos básicos. Formulación y teoremas fundamentales. Espacios de Sobolev fundamentales. Soluciones generalizadas de las ecuaciones de segundo orden. Esquema de los algoritmos. Método de Ritz. Método de Galerkin. Método de los mínimos cuadrados y su generalización. Métodos de proyección en un espacio de Hilbert. Método de momentos.

Bibliografía:

- L.C. Evans, "Partial Differential Equations", Graduate Studies in Mathematics, Vol.19, American Mathematical Society, 1997

- L.V. Kantorovich; G.P. Akilov. (1984). “Análisis Funcional”. Nauka, Moscú. (3ra edición)
- H. Riecke, “Spectral Methods for PDE”, Lecture Notes Sketches, 2007
- A. Quateroni, R. Sacco, F. Saleri, (2000) Numerical Mathematics, Springer-Verlag, New York

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castellero, Dra. Ángela León Mecías.

Asignatura: Teoría de Distribuciones

Código: ED210 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer funciones generalizadas regulares y singulares. Obtener distribuciones como soluciones de ecuaciones diferenciales sencillas. Interpretar apropiadamente el concepto de solución.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Distribuciones según Schwartz. Operaciones fundamentales con distribuciones. Distribuciones regulares y singulares. Soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales en el sentido de las distribuciones.

Bibliografía:

- R.E. Showalter, Hilbert Space Methods for PDE, Electronic Journal of Differential Equations, Monograph 01 (1994)
- V.S. Vladimirov, “Generalized functions in mathematical physics”, Mir, Moscow, 1979

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard

Asignatura: Modelación Matemática en Biociencias

Código: ED211 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Aplicar los modelos y métodos matemáticos para la descripción de dinámicas en el campo de las ciencias biológicas y químicas.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Modelos matemáticos en las ciencias biológicas: discretos, continuos y espacialmente distribuidos. Aplicaciones de la teoría cualitativa de sistemas dinámicos y la teoría de bifurcación. Ecuaciones de reacción-difusión en el modelado de problemas biológicos.

Bibliografía:

- L. Edelstein-Keshet, Mathematical Models in Biology, SIAM's Classics in Applied Mathematics 46, Philadelphia (2005)
- J.D. Murray, Mathematical Biology, Third Edition, Interdisciplinary Applied Mathematics Vol.17, Springer, New York (2001)
- J.D. Murray, Mathematical Biology II: Spatial Models and Biomedical applications, Third Edition, Interdisciplinary Applied Mathematics Vol.18, Springer, New York (2003)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard.

Asignatura: Problemas Dinámicos de la Teoría de Elasticidad

Código: ED212 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Formular problemas dinámicos de la mecánica de sólidos.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Problemas dinámicos. Condiciones iniciales y de frontera. Formulación en los desplazamientos. Formulación en las tensiones. Reología. Plasticidad. Aplicaciones.

Bibliografía:

- J.D. Achenbach, "Wave propagation in elastic solids" North-Holland Publishing Company, New York, 1973.
- R. Weimin, B. Daya, "Plasticity, Mathematical Theory and Numerical Analysis", Springer Verlag, NY, 1999.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Raúl Guinovart Díaz, Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos, Dr. Julián Bravo Castellero.

Asignatura: Mecánica de Materiales Compuestos

Código: ED213 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Presentar la teoría de homogeneización asintótica como base para el estudio de materiales compuestos. Ecuaciones promediadas. Propiedades efectivas de los materiales compuestos.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Método de Homogeneización asintótica. Formulación. Desarrollos asintóticos. Método de Promediación. Aplicaciones.

Bibliografía:

- N. Bakhvalov, G. Panasenko, "Homogeneization: averaging processes in periodic media", Mathematics and its applications (soviet series), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1989
- E. Sanchez-Palencia, "Non homogeneous Media and Vibration Theory", Lecture Notes in Physics, vol.27, Springer-Verlag, Berlin, 1980
- O.A. Oleinik, A.S. Shamaev, G.A. Yosifian, "Mathematical Problems in Elasticity and Homogenization, North-Holland, Amsterdam, 1992

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos, Dr. Julián Bravo Castellero, Dr. Raúl Guinovart Díaz.

Asignatura: Teoría de Perturbaciones

Código: ED214 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Complementar cuestiones básicas de análisis no lineal en ecuaciones diferenciales a partir de métodos de perturbaciones.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Sucesiones y desarrollos asintóticos. Técnicas de Lindstedt-Poincare y de Lighthill. Escalas múltiples. Promediación. Capa Límite. Otros métodos asintóticos (por ej. WKB, Aproximación asintótica de integrales). Aplicaciones.

Bibliografía:

- J. Kevorkian, J.D. Cole, “Multiple Scales and Singular Perturbation Methods”, Springer-Verlag, NY, 1996
- M.H. Holmes, Introduction to Perturbation Methods, Springer-Verlag, New York (1995)
- J.A. Murdock, Perturbations: Theory and methods, John Wiley & Sons, New York (1991)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castellero, Dr. Raúl Guinovart Díaz.

Asignatura: Teoría de la Estabilidad de las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Código: ED215 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir los conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de la estabilidad de las ecuaciones diferenciales ordinarias y desarrollar algunas de sus aplicaciones más importantes.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Teoría de la estabilidad de los sistemas lineales. Teoría de Floquet. Método directo de Liapunov. Funciones de Liapunov. Teoremas de Liapunov sobre la estabilidad. Estabilidad según la primera Aproximación. Estabilidad de las soluciones periódicas de los sistemas autónomos. Estabilidad condicional. Estabilidad global.

Bibliografía:

- M. Boudonov. (1980). “Teoría de Estabilidad de las Ecuaciones Diferenciales”. Universidad de La Habana.

- A. Bacciotti, “Stability análisis based on Direct Lyapunov Method”, Lecture Notes Trieste, 2001
- C. Chicone, Ordinary Differential Equations with Applications, Texts in Applied Mathematics 34, Springer, New York (1999)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard.

Asignatura: Ecuaciones integrales

Código: ED216 Total de horas lectivas: 36 créditos3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir los conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de las ecuaciones integrales y sus aplicaciones más importantes a la teoría de operadores diferenciales.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Ecuaciones integrales de Volterra. Teorema de alternativa de Fredholm. Ecuaciones integrales de Fredholm con núcleo degenerado, continuos de pequeño valor absoluto y casi degenerados Teorema de Fredholm. Ecuaciones integrales con núcleo simétrico. Teorema de Hilbert-Schmidt.

Bibliografía:

- Hackbusch, W. "Integral equations. Theory and numerical treatment", Birkhauser Verlag, Basel, 1995
- Krasnov, Kiseliyov, Makarenko, “Ecuaciones integrales”, Nauka, 1968
- D. Porter, D.S.G. Stirling, Integral equations: a practical treatment, from spectral theory to applications, Cambridge University Press (1990)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Ecuaciones en derivadas parciales no lineales

Código: ED217 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir los conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de las ecuaciones integrales y sus aplicaciones más importantes a la teoría de operadores diferenciales. Métodos de perturbación para ecuaciones con parámetros: perturbaciones regulares y singulares.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Ejemplos de ecuaciones cuasilineales y no lineales hiperbólicas y parabólicas. Solitones. Ecuaciones de Sinus-Gordon, Burgers, Korteweg de Vries. Ecuaciones parabólicas de reacción-difusión. Solución de ondas viajeras.

Bibliografía:

- L.C. Evans, "Partial Differential Equations", Graduate Studies in Mathematics, Vol.19, American Mathematical Society, 1997
- M.E. Taylor, "Partial Differential Equations, Nonlinear Equations", Tomo 3, Springer Verlag, NY, 1996
- R.E. Showalter, "Monotone Operators in Banach Space and Nonlinear Partial Differential Equations", Mathematics Surveys and Monographs, Vol. 49, American Mathematical Society, 1997
- J.L. Vázquez, "The porous medium equation: Mathematical theory", in "Shape Optimization and Free Boundaries", M.C. Delfour ed., Mathematical and Physical Sciences, Series C, Kluwer Acad. Pub., Dordrecht, Boston and Leiden, 2006
- A.I. Volpert, V.A. Volpert, V.I. Volpert, "Traveling waves solutions of parabolic systems", Translations of Mathematical Society, Vol.140, 2000

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Reinaldo Rodríguez

Asignatura: Introducción a las inclusiones diferenciales

Código: ED218 Total de horas lectivas: 36 créditos3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir los conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de las inclusiones diferenciales, particularmente para el caso de sistemas en el plano.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Ecuaciones diferenciales de tipo Caratheodory. Ecuaciones diferenciales distribuciones en los coeficientes. Existencia y propiedades fundamentales de ecuaciones diferenciales y sistemas con discontinuidades. Métodos de la teoría cualitativa de las inclusiones en el plano. Clasificación de puntos singulares.

Bibliografía:

- H. Frankowska, "Value Functions in Optimal Control", lectures given at the Summer School on Mathematical Control Theory, Trieste, 3-28 de sept. 2001 (material electrónico donado por ICTP)
- A.F. Filippov, "Ecuaciones con parte derecha discontinua", Nauka, Moscú, 1985 (en ruso)
- J.P. Aubin, A. Cellina, Differential Inclusions, Springer-Verlag, Grundlehren der math. Wiss. #264 (1984)

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard

Asignatura: Ecuaciones en Derivadas Parciales III

Código: ED219 Total de horas lectivas: 36 créditos 3

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Definir conceptos básicos y conocer técnicas del análisis funcional que se aplican en el estudio de las ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Espacios de Sóbolev. Operadores elípticos y fuertemente elípticos (de orden $2m$). Desigualdades a priori, su obtención e implicaciones. Teorema de Lax-Milgram y sus aplicaciones al estudio de los problemas de contorno elípticos. Espacios Energéticos. Ecuaciones parabólicas. Ecuaciones hiperbólicas.

Bibliografía:

- Brezis, H. (1984). “Análisis Funcional, Teoría y Aplicaciones”, Alianza Editorial, Madrid.
- R.E. Showalter, “Hilbert Space Methods for Partial Differential Equations”, Electronic Journal of Differential Equations, Monograph 01, 1994
- L.C. Evans, Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics Vol.19, AMS, Providence, Rhode Island, 1991

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castellero.

Asignatura: Técnicas de estabilidad aplicables al estudio de algunos tipos de sistemas de interconexión

Código: ED220

Total de horas lectivas: 36

créditos 3

Objetivos específicos:

Familiarizar con técnicas de estabilidad y su aplicación al estudio de sistemas lineales bidimensionales de interconexión.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Estabilidad de sistemas de ecuaciones diferenciales sometidos a perturbaciones. Radio de estabilidad. Estabilidad absoluta. Súper-estabilidad. Control H_∞ . Aplicación al estudio de sistemas lineales bidimensionales de interconexión.

Bibliografía:

- Lurié A.Y., Postnikov B.N. Sobre la teoría de estabilidad de sistemas de control. Prikladnaya Matematika i Mejanika., Vol. 7, No. 3 (1944) [en ruso]
- Iakubovich V.A. Métodos de la teoría de Estabilidad Absoluta. Editorial Nauka, Moscú (1972) [en ruso]
- Filippov A.F. Stability conditions of homogeneous systems with arbitrary switches of the operating modes. Automat. Remote Control, Vol. 41, No. 8, pp. 1078-1085 (1980)
- Barabanov N.E. Estabilidad de inclusiones diferenciales. Ecuaciones diferenciales, Vol. 26, No. 10, pp. 1817-1818 (1990) [en ruso]
- Hinrichsen D., Pritchard A.J. Stochastic H_∞ SIAM J. Control Optim. Vol. 36, No. 5 (1998)
- Hinrichsen D., Pritchard A.J. Mathematical Systems Theory I. Modelling State Space Analysis, Stability and Robustness. Series: Texts in Applied Mathematics, Vol. 8 (2005). Springer-Verlag, Berlin
- Ibeas A. Superstability of linear switched systems. Int J. of Systems Sciences (2013) (<http://dx.doi.org/10.1080/08839510600903718>)

Sistema de evaluación: se acordará con los maestrantes

Profesores que lo imparten: Dr.C. Efrén Vázquez Silva, Dr.C. Rosa I. Urquiza Salgado

Asignatura: Introducción a la teoría matemática de los problemas inversos

Código:ED221

Total de horas lectivas: 50

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducir las nociones básicas y dificultades encontradas en el tratamiento de problemas mal planteados.

Estudiar las propiedades de los métodos de regularización aplicados a problemas lineales mal planteados.

Presentar una introducción a la teoría de los problemas inversos de dispersión de ondas que surgen en diferentes áreas de la ciencia y la tecnología.

Sistema de conocimientos:

I. Introducción y conceptos básicos.

1. Ejemplos de problemas inversos.
2. Problemas mal planteados.
3. Comportamiento del error total.

Teoría de regularización para ecuaciones de primer género

1. Teoría general de regularización.
2. Regularización de Tikhonov.
3. Iteraciones de Landweber.
4. Principio de discrepancia de Morozov.

Problema inverso de dispersión de ondas

1. Presentación de los problemas de dispersión de ondas.
2. El problema directo de dispersión de ondas.
3. Propiedades del patrón de campo lejano.
4. Unicidad del problema inverso.
5. Tratamiento numérico del problema inverso.

Bibliografía:

Regularization of Inverse Problems, Heinz Engl, Martin Hanke, Andreas Neubauer. Kluwer Academic Publishers, 1996.

Topics in Inverse Problems, Johann Baumeister, Antonio Leitão. 25 Coloquio Brasileiro de Matemática, 2005.

Computational Methods for Inverse Problems, Curtis R. Vogel. SIAM, Frontiers in Applied Mathematics, 2002.

Inverse Acoustic and Electromagnetic Scattering Theory, David Colton, Rainer Kress. Third Edition, Springer, 2013.

Sistema de evaluación: Seminarios, ejercicios y proyecto como evaluación final.

Profesor: Dr. Luis Orlando Castellanos Pérez

MENCIÓN: Probabilidades y Estadística

CRÉDITOS OBLIGATORIOS: 16

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OBLIGATORIOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
PE101	Teoría de las probabilidades	48	4
PE102	Teoría de la Estimación	48	4
PE103	Pruebas de Hipótesis	48	4
PE104	Modelos lineales y sus aplicaciones	48	4

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OPTATIVOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
PE205	Muestreo	48	4
PE206	Análisis exploratorio de datos	48	4
PE207	Datos Categóricos	48	4
PE208	Diseño de Experimentos	48	4
PE209	Análisis Discriminante y Clasificación	48	4
PE210	Teoría de Proximidades	48	4
PE211	Análisis de Regresión	48	4
PE212	Temas de Muestreo	48	4
PE213	Regresión Logística	48	4
PE214	Procesos Estocásticos	48	4
PE215	Estadística Multivariada	48	4
PE216	Serie de Tiempo	48	4
PE217	Métodos no Paramétricos y Métodos Robustos	48	4
PE218	Temas de Serie de Tiempo	48	4
PE219	Estadística Bayesiana	48	4
PE220	Temas de Análisis de Regresión	48	4
PE221	Temas de Procesos Estocásticos	48	4

Asignatura: Teoría de las Probabilidades

Código: PE101

Horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Adquirir los conocimientos básicos de la teoría de las probabilidades con base en la teoría de la medida e integración, y necesarios para la investigación y aplicaciones en teoría de las probabilidades, modelos estocásticos y estadística matemática.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Integral con respecto a una medida de probabilidad. Valor esperado. Propiedades. Teorema de la convergencia monótona. Teorema de la convergencia dominada. Lema de Fatou. Espacios de funciones integrables. Espacio producto. Teorema de Fubini. Tipos de convergencia de sucesiones de variables aleatorias. Desigualdades.

Teorema de Radon-Nikodym. Esperanza condicional. Propiedades. Martingala. Tiempo de parada. Propiedades. Ejemplos. Teorema de convergencia de martingalas. Desigualdades.

Algunos modelos estocásticos, por ejemplo: Modelos de confiabilidad. Modelos de líneas de espera. Modelos de inventario. Modelos de procesos de ramificación.

Orientaciones metodológicas:

Las actividades lectivas incluirán conferencias y seminarios. Se propondrán problemas y ejercicios de tarea.

Una parte del contenido constituye un recordatorio, interpretado desde el punto de vista de la Probabilidad, de resultados del curso de Medida e Integración de la carrera de Lic. En Matemática. Por esta razón el énfasis del curso estará dirigido a: espacio producto, esperanza condicional, martingalas y los modelos estocásticos que se seleccionen.

Sistema de evaluación: Examen final, complementándose con la evaluación de tareas y seminarios.

Bibliografía:

- Capinski, M. and Kopp, E. (2004). Measure, integral and probability. 7th ed. Springer.
- Durrett, R. (2010). Probability. Theory and examples. 4th ed. Wadsworth Publishing Company.
- Ross, S. M. (2010). Introduction to probability models. 10th ed. Elsevier Inc.
- Williams, D. (1991). Probability with Martingales. Cambridge University Press.

Profesores que la imparten: Dr. José Valdés Castro, Dr. Armando Salomón.

Asignatura: Teoría de la Estimación

Código: PE102

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

El objeto de estudio de la Teoría de la Estimación Estadística. Modulación para el planteamiento del estudio de la estimación. Conceptos básicos. Estrategia para la determinación de estimadores. Algunas propiedades

deseables de los estimadores. Estimadores insesgados. Estimadores insesgados de una mínima varianza. Obtención de estimadores insesgados de varianza mínima. Vías de obtención de optimalidad mediante desigualdades. Estadísticos suficientes y estadísticos completos. . Obtención de estimadores insesgados vía suficiente y completitud. Sobre el comportamiento de estimadores. Equivarianza. El principio de equivarianza. Estimadores equivariantes. Principales propiedades y resultados. Utilidad en la determinación de estimadores. Estimación basada en muestras grandes. Comparación de estimadores. Eficiencia asintótica. Eficiencia asintótica de estimadores máximos verosímiles.

Sistema de conocimientos y habilidades

Que el estudiante adquiera las herramientas y los conocimientos para la determinación y/o selección de estimadores adecuados, así como, para el análisis y el desempeño de estos y su aplicación en problemas o de investigación.

La asignatura se desarrollará mediante la exposición por el docente de las temáticas del programa y la participación de los estudiantes a través de seminarios y tareas que completen el estudio del contenido de la asignatura. Debe estimularse el uso de la computación en la solución de problemas prácticos.

Sistema de evaluación: Mediante la evaluación de seminarios y tareas, así como el examen final (oral y/o escrito) o la defensa de un trabajo final de curso.

Bibliografía:

- Bouza C. N. (2013): ELEMENTOS DE LA TEORÍA DE ESTIMACIÓN . Notas de un libro en preparación
- Lehman, E.L. & Romano , J.P.(2010): “TESTING STATISTICAL HYPOTHESIS”. Ed. Springer. U.S.A.
- Parmigiani G. & Inoue L. (2009): “DECISION THEORY: PRINCIPLES AND APPROACHES”. Ed. John Wiley. U.S.A
- Knight, . (2000): MATHEMATICAL STATISTICS. Chapman & Hall/CRC, USA
- Lehman, E.L. (1998): “THEORY OF POINT ESTIMATION”. Ed. John Wiley. U.S.A.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Bouza Herrera, Dra. Lilian Muñiz Álvarez

Asignatura: Teoría de Pruebas de Hipótesis

Código: PE103 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

El problema de pruebas de hipótesis. Las pruebas de Significación. Ejemplos y aplicaciones. La teoría de Neyman y Pearson. El lema de Neyman y Pearson. Otros problemas de prueba de hipótesis Nula Simple. Teoremas fundamentales. Ejemplos y Aplicaciones. Otras soluciones al problema de hipótesis nula compuesta: El argumento fiducial. Pruebas de hipótesis para problemas no paramétricos basadas en el estadígrafo de orden. La dócima general de la razón de verosimilitud. Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza. Inssegadez en la Teoría de Pruebas de Hipótesis. Similaridad. Familias de distribuciones completas. El principio de invarianza en la Teoría de Pruebas de Hipótesis. El problema de Pruebas Múltiples. Otros enfoques del problema de pruebas de hipótesis para muestras grandes.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Que el estudiante adquiera los conocimientos y habilidades necesarias para la solución de problemas mediante el uso de las pruebas de hipótesis estadísticas, con conocimiento de las ventajas y limitaciones de los diferentes procedimientos.

La asignatura se desarrollará mediante la exposición por el docente de los temas del programa y la participación de los estudiantes mediante seminarios y tareas que completen el estudio de la asignatura.

Sistema de evaluación:

Se evaluarán seminarios y tareas, debe ser opcional para el profesor la realización de examen final o la indicación de un trabajo de curso final.

Bibliografía:

- Cox, D.R. and Hinkley, D.V. (1974): "Theoretical Statistics". Chapman and Hall, U.S.A.
- Lehman, E.L. (1959): "Testing Statistics Hypotheses". John Wiley U.S.A.
- Rao, C.R. (1973): "Linear Statistics Inference and its Applications". John Wiley. U.S.A.
- Ferguson, T.D. (1967): "Mathematical Statistics. A Decision Theoretic Approach.". Academic press. USA.
- Lehman, E.L. (1997): "Testing Statistics Hypotheses". John Wiley. USA (Ubicar copia en biblioteca)
- Lehmann E., Romano J. (2005). "Testing Statistical Hypotheses". Springer 3ed. (existe en formato digital).
- Knight (2000). "Mathematical Statistics". Chapman and Hall, U.S.A. (en formato digital)
- Jun Shao (1999). "Mathematical Statistics". Springer. (en formato digital)

Profesores que la imparten: Dr. Nicolás Hernández, Dra. Lilian Muñiz Álvarez

Asignatura: Modelos Lineales y sus aplicaciones

Código: PE104 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

1. Aplicar la teoría de los modelos lineales y no lineales a situaciones de carácter práctico y teórico
2. Reconocer, formular y resolver problemas de estimación y dójimas en el modelo lineal con efecto fijos, en el modelo lineal con efectos aleatorios, en el modelo lineal multivariado y en modelos particulares no lineales. Se hará mayor énfasis en los modelos de Regresión, de Análisis de varianza y Regresión logística.
3. Aplicar las técnicas principales que conciernen a la metodología general del ajuste de un modelo a situaciones concretas.
4. Utilizar la computación a través de un sistema de programas estadísticos, elegido convenientemente entre los más avanzados, para lograr la aplicación de los modelos y técnicas estudiadas.

Sistema de conocimientos

Distribución e independencia de formas cuadráticas: Teoremas fundamentales. El modelo lineal general. Ejemplos de aplicaciones que conduzcan a casos particulares del modelo lineal general.. Estimación mínimo cuadrática: Diferentes casos de acuerdo a la matriz de covarianzas. Caso de rango maximal. Función estimable. Inversa generalizada: Definición, propiedades y formas de cálculo. Métodos de comparaciones múltiples. Modelo de regresión: Problemáticas de la selección de un modelo. Distribución F no central. Dójimas de interés, análisis de las observaciones y algunas técnicas básicas de diagnóstico. Transformaciones que conducen a la normalidad. Transformaciones que estabilizan la varianza. Análisis de Varianza: Clasificación simple y Clasificación doble. Regresión no lineal. Tablas de contingencia y Regresión logística. Modelo de componentes de la varianza: Definición y principales métodos de estimación. Modelo lineal multivariado: Estimación y Dójimas de hipótesis. Introducción a los modelos Lineales Generalizados.

Sistema de habilidades

Reconocer, formular y resolver problemas relacionados con los modelos: lineal univariado con efecto fijos, lineal univariado con efectos aleatorios, lineal multivariado y en modelos particulares no lineales. Utilizar el concepto de funciones estimables y los diferentes tipos de estimadores mínimos cuadráticos. Aplicar las distribuciones de los estimadores de los parámetros. Calcular regiones de confianza. Aplicar la d6cima por raz6n de verosimilitud. Identificar, formular y saber resolver problemas que correspondan a los casos particulares de Regresi6n, An6lisis de varianza, Componentes de la varianza, modelo lineal multivariado y Regresi6n log6stica. Saber utilizar algunas t6cnicas del diagn6stico de regresi6n. Saber utilizar m6dulos de la modelaci6n de alg6n o algunos sistemas de c6mputo estad6stico.

Sistema de Evaluaci6n

Mediante la realizaci6n de seminarios y trabajos pr6cticos, y un examen final o discusi6n de un trabajo de curso.

Bibliograf6a

- Cu6, J. L., Hern6ndez, N. y. Castell, E. Modelo Lineal y sus Aplicaciones. Editorial Pueblo y Educaci6n. Cuba, 1985.
- Drapper-Smith. "Applied Regression Analysis". Edit. Wiley, New York. 1981
- Kutner, M.H, Nachtsheim, C.J., Neter, J. and Li, W Applied linear statistical models. Fifth edition. McGraw-Hill/Irwin, New Cork .2005.
- McCulloch,C.E, and Searle S.R.Generalized,Linearand Mixed Models, John Wiley & Songs, INC, 2001.
- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J. and Wasserman, W. Applied linear statistical models. 4th Ed. Irwin, Chicago, 1996.
- Rao, C. R. Linear Statistical Inferences and its Applications. John Wiley. USA, 1973.
- Linear Models with R, Faraway, J.J .(2009) Chapman and Hall / CRS.
- Linear Models , an integrated approach, Sengupta, D. and Rao, S.(2003)World Scientific Publishing Co. Pte Ltd.

Profesores que la imparten : Dr. Carlos Bouza Herrera, Dra. Vivian Sistachs Vega

Asignatura: Muestreo

C6digo: PE205 Total de horas lectivas: 48 Cr6ditos: 4

Objetivos espec6ficos:

Objeto de estudio del muestreo probabil6stico con estructura estoc6stica introducida por la selecci6n probabil6stica de la muestra. El modelo b6sico. Dise1o muestral. Datos y estimadores. Insesgadez. Suficiencia y verosimilitud. Criterio para evaluar estimadores y estrategias. No existencia de estimadores insesgados uniformemente de una misma varianza. Estimadores y estrategias minimax. Estimadores invariantes.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Dotar al estudiante de los conceptos y resultados b6sicos de las inferencias en poblaciones finitas bajo el enfoque cl6sico de la Teor6a del muestreo probabil6stico.

Exposici6n del contenido por parte del docente, complementado con la exposici6n en seminarios por parte de los estudiantes, as6 como, la realizaci6n de tareas y ejercicios propuestos.

Sistema de evaluaci6n: Consta de 3 trabajos de curso, m6s las evaluaciones de seminarios y tareas.

Bibliografía:

- Chauduri A. and H. Stenger (1994) Survey Sampling Theory and Methods. M. Dekker, N. York,
- Cochran, W. (1981): Sampling Techniques. J. Wiley, N. York.
- Sarndal, C.E; Swenson, B. And Wretman, J.(2004). “Model Assisted Survey Sampling”.
- Ed. Springer-Verlag. New York
- Thompson, S K & Seber GAF (1996). Adaptive Sampling survey, J. Wiley

Profesores que la imparten: Dr. Carlos. Bouza Herrera, Dr. Nicolás Hernández Guillén

Asignatura: Análisis Exploratorio de Datos

Código: PE206 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Conceptos generales del análisis exploratorio de datos. Pasos a realizar en un análisis exploratorio. Técnicas univariadas y multivariadas. Técnicas factoriales: Análisis de componentes principales, biplots y Análisis de correspondencias simple y múltiples. Técnicas de aglomeración.

Sistema de conocimientos y habilidades

Realizar análisis exploratorio de datos utilizando algún sistema de cómputo. Elaborar el informe que sintetiza un análisis exploratorio de datos de un problema particular.

Se darán conferencias, se desarrollaran trabajos en grupo y laboratorio con STATITCF.

Sistema de evaluación: Entrega y discusión de un informe de un estudio exploratorio de datos.

Bibliografía:

- Linares, G.(1994)”Análisis exploratorio de datos”. Monografía. Universidad del Valle.
- Colombia.
- Jambu, M.(1990). “Exploratory and multivariate Data Analysis”. Academic Press inc.
- Escofiel, B. Y Pagés, J.(1992). “Análisis factoriales simples y múltiples”. Ed. De la Universidad del País Vasco.
- Donald Hedeker, Robert D. Gibbons “Longitudinal Data Analysis” Jonh Wiley 2006

Profesores que la imparten: Dra. Vivian Sistachs, Dra Elina Miret

Asignatura: Datos Categóricos.

Código: PE207 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Tabla de contingencias. Concepto y notaciones. Esquemas muestrales. Estimación de las probabilidades de la población. Prueba de hipótesis sobre independencia. Grado de asociación en tablas de contingencia. Asociación en tablas de tres o más entradas. Establecimiento de modelos en tablas de contingencias. Modelos log-lineal. Uso de los modelos log-lineal en el análisis de datos. El modelo logístico en tablas de contingencias: relación entre los modelos logísticos y los modelos log-lineales.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Identificar problemas cuya potencial solución es a través de la modulación de tablas de contingencias. Procesar datos utilizando algún sistema de computación con los modelos log-lineales y logísticos.

Se darán conferencias y se desarrollaran actividades grupales y de laboratorio con SYSTAT.

Sistema de evaluación: Entrega y discusión de un problema de aplicación.

Bibliografía:

- Wrigley, N. (1984): "Categorical data analysis for geographers and environmental scientists. Logman". London. (Ubicar fotocopia en biblioteca).
- Agresti, A. (2002). Categorical Data Analysis, 2nd edn. New York: Wiley.
- Agresti, A. (2007). An introduction to categorical data analysis". (2da ed) Ed. Wiley & Son, Inc., New Jersey.
- Von Eye, A., Niedermeier, K. E. (1999) "Statistical Analysis of Longitudinal Categorical Data in the Social and Behavioral Sciences: An Introduction with Computer Illustrations" , Michigan State University.
- Molenberghs, G. and Verbeke, G. (2005). Discrete Longitudinal Data. New York: Springer
- Lloyd, C. J. (1999). Statistical Analysis of Categorical Data. New York: Wiley.
- Simonoff, J. S. (2003). Analyzing Categorical Data. New York: Springer.

Profesores que la imparten: Dra. Vivian Sistachs, Dra. Minerva Montero

Asignatura: Diseño de Experimentos

Código: PE208

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducción al diseño de experimentos. Conceptos básicos. Principios fundamentales. Ejemplos. Diseños básicos. Completamente aleatorio, bloques aleatorios, cuadrado latino. Asignación aleatoria. Modelos y Análisis de los resultados. Diagnóstico del modelo. Discusión de problemas. Experimentos factoriales completos y replicación fraccionaria. Selección de tratamientos. Formas de diseñar. Experimentos Multifactoriales. Análisis. Modelos y Análisis de resultados. Confusión de efectos. Principios de la confusión. Tipos de confusión. Confusión total y parcial. Análisis de resultados. Ejemplos de aplicación.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Saber decidir la configuración de un diseño de experimento, así como, analizar la selección del diseño, Análisis del mismo su validación y diagnóstico de los modelos correspondientes utilizando los procedimientos estadísticos paramétricos y no paramétricos con ayuda de Paquetes de Programas existentes.

Sistema de evaluación:

Mediante la realización de seminarios y trabajos prácticos, y un examen final o discusión de un trabajo de curso.

Bibliografía:

- Peterson, R. (1985): "Design and Analysis of Experiments". Primera Edición. Editorial Dekker.
- Box, H. Hunter and Hunter (1989): "Introducción al Diseño de Experimentos Análisis y Construcción de Modelos,". Segunda Edición. Editorial Reverte. España.

Profesores que la imparten: Dra. Vivian Sistachs Vega

Asignatura: Análisis Discriminantes y Clasificación

Código: PE209

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducción al Análisis Discriminante y clasificación. Formulación del problema. Conceptos fundamentales. Regla de decisión para clasificación. Función discriminante. Probabilidades de clasificación errónea. Criterio

de construcción de reglas de clasificación. Reglas de clasificación óptima. El problema de estimación en el A.D. Procedimientos paramétricos y de distribución libre. Técnicas de estimación de la probabilidad de clasificación errónea: resustitución, validación cruzada, relacional y bootstrap. Ejemplos. Regla de clasificación paramétricos: Funciones discriminantes para variables continuas, discretas categóricas y mezclas bajo diferentes modelos probabilísticos. Estimación de parámetros y obtención de reglas de clasificación adaptativos. Aplicación a problemas reales. Reglas de clasificación de distribución: casos de variable continua, discreta, categórica y mezclas utilizando criterios de estimación no paramétricas de reglas de clasificación. Aplicaciones a problemas reales

Sistema de conocimientos y habilidades:

Conocer el problema de Análisis Discriminante y Clasificación. Conocer los distintos métodos de solución empleados en el AD. y la clasificación para diferentes tipos de variables.

Sistema de evaluación:

Mediante la realización de seminarios, trabajos prácticos y examen final o trabajo de curso.

Bibliografía:

- Hand, D.I.(1981). “Discrimination and classification”. Wiley.
- Artículos en revistas especializadas existentes en Cuba.
- Atkinson A.C. (1992). “Optimum experimental design”. Clarentom. Press
- Nuevos métodos de análisis multivariante. Cuadras ,(2012).
- Applied Multivariate Statistical Analysis. Johnson,R., A. and Wichern, D.W. (2002) Prentice Hall. Inc.

Profesores que la imparten: Dra. Vivian Sistachs Vega, Dra. Lilian Muñiz Álvarez

Asignatura: Teoría de Proximidades.

Código: PE210

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Operadores lineales en espacios con métrica definida e indefinida. Descomposición en valores singulares. Disimilaridades, distancias euclideas y no euclideas. Enfoque unificado del Análisis de Componentes Principales, el Análisis de Correspondencias y el Escalamiento Multidimensional Clásico empleando coordenadas canónicas. Escalamiento Multidimensional métrico y no métrico. Funciones de pérdida en las técnicas de representación euclidiana.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Representar gráficamente datos multidimensionales en el plano y en el espacio. Se darán conferencias, actividades grupales y laboratorios con MATLAB.

Sistema de evaluación:

Parcial: Evaluaciones en seminarios y trabajos prácticos.

Final: Discusión de un trabajo de curso o examen final.

Bibliografía:

- Jolliffe, I. T. [2002]. “Principal Component Analysis.” 2nd. Ed. Springer-Verlag New York, Inc.
- Borg, I and Groenen, P. [1997]. “Modern multidimensional scaling”. Springer-Verlag New York, Inc.
- Lebart, L., Morineau, A. & Piron, M. [1997]. “Statistique exploratoire multidimensionnelle.” 2nd. Ed. DUNOC. Paris.
- Rao, C. R. [1995]. “A review of canonical coordinates and an alternative to correspondence analysis using Hellinger distance”. *Qüestió*, Barcelona. Vol. 19 (1,2,3), pp. 23-63.
- Cox, T. F. and Cox, M. A.A. [1994]. Multidimensional Scaling. Chapman & Hall. London.

Profesores: Dra Elina Miret Barroso

Asignatura: Análisis de Regresión

Código: PE211

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducción. Análisis residual clásico. Outliers, leverage y observaciones influyentes. Supresión de observaciones y diagnóstico de regresión. Algunas medidas de diagnóstico. Gráficos de diagnóstico para variables independientes. Transformaciones.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Conocer los principales problemas que se puedan presentar en un conjunto de observaciones. Conocer y aplicar las principales técnicas de diagnóstico. Conocer la necesidad y la aplicación de la familia de transformaciones.

Sistema de evaluación: Clases prácticas en laboratorio. Trabajo de aplicación y defensa del mismo.

Bibliografía:

1. Atkinson, A. C. "Plots, transformations and regression. An introduction to Graphical Methods of Diagnostics in Regression Analysis". Clarendon Press, Oxford, 1985.
2. Drapper-Smith. (1981). "Applied Regression Analysis". Edit. Wiley, New York.
3. Faraway, J. Practical Regression and ANOVA using R , 2002 (www.sta.lsa.umich.edu/~faraway/book).
4. Kutner, M.H, Nachtsheim, C.J., Neter, J. and Li, W. Applied linear statistical models. Fifth edition. McGraw-Hill/Irwin, New York .2005
5. Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J. and Wasserman, W. Applied linear statistical models. 4th Ed. Irwin, Chicago, 1996.
6. Shealtet, S.J. A modern approach to Regression with R, Springer, 2009.
7. Yang, X. and Gang Sun, X . Linear Regression Analysis, Theory and Computing, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2009.
8. Análisis de Regresión. Introducción Teórica y Práctica basada en R. Tussel, F. (2011)
9. Applied Linear Regression Models , fourth edition. Kutner, M. H., Nachtsheim, C., J., Neter, J.(2004). ISBN 0-07-238691-6(acid-free-paper).

Profesores: Dra. Vivian Sistachs Vega, Dr. Jesús Sánchez, Dra. Lilian Muñiz Álvarez

Asignatura: Temas de muestreo

Código: PE212

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

El concepto de superpoblación y el enfoque superpoblacional para la inferencia en poblaciones finitas. Algunos modelos superpoblacionales. Estrategias insesgadas-diseños óptimos. Predictores. Predictores óptimos de cuantiles poblacionales. Predictores Bayes y minimax. Predictores máximos verosímiles. Intervalos de predicciones clásicos bayesianos.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Que el estudiante adquiera los conceptos y resultados básicos del enfoque superpoblacional para la inferencia en poblaciones finitas, así como, que domine la estimación basada en la predicción usando modelos de superpoblación. Harán exposiciones del contenido por parte del docente, complementando con la exposición de seminarios por parte de los estudiantes, así como, la realización de tareas y ejercicios propuestos

Sistema de evaluación: Examen final y/o discusión de trabajo de curso, más evaluación de seminarios y tareas.

Bibliografía:

- Bolfarine, H. And Zacks, S. "Theory for finite populations". Ed. Springer-Berlag. USA, 1972.
- Chauduri A. and H. Stenger. Survey Sampling Theory and Methods. M. Dekker, N. York, 1994.

- Sarndal, C.E; Swenson, B. And Wretman, J. “Model Assisted Survey Sampling”. Springer-Verlag. New York, 2004.
- Longford T. Missing data and small area estimation Springer N. York, 2005.

Profesores: Dr. Carlos Bouza, Dr. Nicolás Hernández

Asignatura: Regresión Logística.

Código: PE213

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Modelo Lineal Generalizado. Regresión Logística. Supuestos del modelo. Analogía con la Regresión ordinaria. Estimación de parámetros. Pruebas de ajuste del modelo X y G. Regresión logística con predictores continuos, categóricos y mixtos. Técnica de diagnóstico para la regresión Logística.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Se harán exposiciones del contenido por parte del docente, complementando con la exposición de seminarios por parte de los estudiantes, así como, la realización de tareas y ejercicios propuestos. Identificar problemas de regresión logística y resolverlos a través del sistema computacional GLIM.

Sistema de evaluación: Tareas y examen final.

Bibliografía:

- Hosmer, D. W. and S. Lemeshow (2000). Applied Logistic Regression, 2nd edn. New York: Wiley.
- Silva, J.C. (1994). “Excursión a la regresión logística”. Ed. Santos España.
- Dobson, A.J. (1990). “An Introduction Generalized linear Models”. London. Chapman and Hall 1ra edición.
- Mc Cullagh, P. Y Nelder, J. 1989: Generalised linear models (2da edición). London: Chapman y Hall.

Profesores: Dra. Vivian Sistachs, Dra. Minerva Montero Díaz

Asignatura: Procesos Estocásticos

Código: PE214

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Definición de proceso. Clases. Distribuciones finitas dimensionales. Teorema de Kolmogorov. Separabilidad. Regularidad de las trayectorias. Cadenas de Markov a tiempo discreto. Ecuación de Chapman-Kolmogorov. Clasificación de estados. Teoremas ergódicos. Cadenas a tiempo continuo: Proceso de nacimiento y muerte. Procesos ramificados. Ecuaciones de Kolmogorov. Teoremas de equivalencias. Operadores infinitesimales. Inferencia en procesos de Markov: Estimación máximo verosímil. Teorema ergódico. Normalidad asintótica. Aplicaciones: colas, inventarios, dinámica poblacional, epidemias, rumores. Martingalas: definición y propiedades. Desigualdades. Teoremas límites. Aplicaciones Estadísticas. Procesos de contaje: Proceso de Poisson. Proceso de renovación. Proceso de intensidad multiplicativa. Estimadores de Salem.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Modelos fenómenos de la naturaleza, estudiando aspectos de la inferencia de sus parámetros. Conocer herramientas utilizadas en el análisis de los procesos estocásticos.

Sistema de evaluación:

Examen final escrito y/u oral, complementándose con la realización de tareas y seminarios.

Bibliografía:

- Korling, S. and Taylor, H. (1975). "A first course of stochastic processes". Ed. J. Wiley. USA.
- Vantsell, A.D. (1986). "A course in the theory of stochastic processes". Ed. J. Wiley. USA.
- Parsen, E. (1975). "Introducción a los procesos estocásticos". Springer-Verlag. USA.

Profesores que la imparten: Dr. José Valdés, Dr. Armando Salomón

Asignatura: Estadística Multivariada.

Código: PE215

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

El modelo lineal general y el modelo factorial. Relación entre ambos y técnicas multivariadas asociadas.

El modelo factorial lineal. Planteamiento y Suposiciones. Estimación de parámetros del modelo factorial:

Métodos basados en la obtención del factor principal. Rotación ortogonal. Medición de factores.

La regresión multivariada, las correlaciones canónicas, el análisis multivariado de varianzas, y el discriminante

lineal. Procedimientos del modelo lineal general. Planteamiento y suposiciones. Estimación mínimo cuadrática.

Pruebas de hipótesis.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Identificar problemas de estadísticas multivariada y enmarcar su solución en los modelos lineales general y factorial.

Se darán conferencias y se desarrollarán actividades grupales y laboratorios con MATLAB.

Sistema de evaluación: Tareas y examen final.

Bibliografía:

- Cuadras, C.M. (1990). "Estadística multivariada". (ubicar fotocopias en la biblioteca)
- Linares, G. (1990). "Análisis de datos". MES.
- Dilow, W.R y Goldstein, M. (1984). "Multivariate Analysis. Methods and Applications" Ed. Wiley. New York.
- Hair, J.F.J; Anderson, R.E. Tatham, R.L. and Black, W.C. (1992). "Multivariate Data Analysis". Macmillan Publishing Company. New York.
- Johnson, R. and Wichern, D. (2002): Applied multivariate statistical analysis (5th ed.), Prentice.

Profesores que la imparten: Dra. Vivian Sistachs, Dra. Minerva Montero, Dr. Jesús Sánchez

Asignatura: Series de Tiempo

Código: PE216

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos: Aplicar métodos de series de tiempo para el estudio de fenómenos univariados de tipo natural, económico, etc. Modelación de estos fenómenos temporales.

Sistema de conocimientos y habilidades

Estimación de componentes de la Serie. Análisis espectral, tratamientos de ciclos. Modelos ARIMA y FARIMAS.

Uso de variables exógenas para pronóstico. Modelación y pronósticos de series univariadas. Condiciones de Estacionalidad y reversibilidad de un proceso ARIMA. Pruebas no paramétricas asociadas. Métodos econométricos de pronósticos.

Sistema de evaluación:

Tareas y realización de seminarios y laboratorios.

Bibliografía:

- M. Jenkins, Gregory C., George E.P. Box, Reinsel. W. Gwilym (1994). "Time Series Analysis. Forecasting and Control". Third Edition.
- Weiss, W. (1996). (ubicar fotocopia en biblioteca)
- B. Tirozzi, S. Puca, . Pitallis, A. Bruschi, . Morucci, E. Ferraro and S.Corsini (2006) Neural networks and sea time series. Reconstruction and extreme/event análisis. Birkhauser
- Paqul Doukhan (2006) Tours de troisieme année. ENSAE Econometría

Profesores que la imparten: Dr. Armando Salomón.

Asignatura: Métodos no Paramétricos y Métodos Robustos

Código: PE217

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos: Conocer el significado estadístico de métodos no paramétricos y robustos. Conocer algunos estos Métodos.

Conocer los métodos intensivos de computación.

Sistema de conocimientos y habilidades: Robustez de las pruebas t, F y otras relacionadas. Pruebas no paramétricas. Métodos Robustos. Métodos intensivos de computación.

Sistema de evaluación: Mediante trabajos de control, seminarios y examen final o discusión de trabajo de curso.

Bibliografía:

1. Hall Peter. "En Edgerworth View of Bootstrap". Wiley, N.York, 1990.
2. Huber J. "Robust Inference". Wiley, N. York, 1992.
3. Huber M., G. Pison, A. Struyf and S. van Aelst. Theory and applications of recent robust methods Birkhäuser, 2004.
4. Nikulin M., Balkrihsna N., M. Meshsh and N. Liminios. Parametric and semiparametric models with applications to reliability , survival analysis and quality of life Birkhäuser, 2004.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Bouza, Dra. Lilian Muñoz Álvarez

Asignatura: Temas de Series de Tiempo

Código: PE218

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos: Que sepan hacer el pronóstico y el análisis de series multivariadas

Sistema de conocimientos y habilidades:

Modelo ARMA multivariado. Regresión en series múltiples. Componentes principales y correlaciones canónicas en series. Filtro de Kalman.

Pronóstico con serie múltiple. Introducción a la GeoEstadística. Variables regionalizadas. Variogramas. Kriging lineal

Sistema de evaluación: Tareas y laboratorios.

Bibliografía:

- George E.P. Box, Gwinlym M. Jenkins and Gregory C. Reinsel. (1994). "Times Series Analysis. Forecasting and Control" Third Edition. Edit Wiley, New York

Profesores que la imparten: Dr. Armando Salomón

Asignatura: Estadística Bayesiana

Código: PE219 Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducción a la Inferencia Bayesiana. Conceptos Básicos. Teorema de Bayes. Distribución a priori y a posteriori. Distribución predictiva. Familia de distribuciones conjugadas. Función de utilidad. Procedimientos de estimación Bayesianos, distribución conjunta de las variables aleatorias y los parámetros completamente conocida. Distribuciones no informativas, procedimientos de estimación bayesianas empíricos. Prueba de hipótesis. Modelación, comparación de modelos y selección de variables. Procedimientos numéricos.

Sistema de conocimientos y habilidades:

Conocer el enfoque bayesiano en la solución de los problemas que estudia la Estadística Matemática. Conocer diferentes tipos de soluciones bayesianas a los problemas de estimación y pruebas de hipótesis y de algunos problemas específicos. Sistema de evaluación: Trabajos prácticos desarrollados en el curso y encuentro final de evaluación.

Bibliografía:

1. Ando, T. Bayesian Model Selection and Statistical Modeling, A Chapman & Hall Book, 2010.
2. Congdon, P.D. Applied Bayesian Hierarchical Methods, A Chapman & Hall Book, 2010.
3. Bernardo, J. M. "Bioestadística: una perspectiva Bayesiana. Editorial, Vicens-Vives. España 1981.
4. Bernardo, J.M. and Smith A.F.M. "Bayesian Theory" Wiley & Sons, 1994.
5. Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S. and Rubin, D.B.: Bayesian Data Analysis, Chapman & Hall, 1995.
6. Carlin, B.P. and Louis, T.A.: Bayes and Empirical Bayes Methods for Data Analysis, Chapman & Hall, 1996.
7. Bernardo, J. M "Bayesian Statistics". Encyclopedia of Live Support Systems (EOLSS), UNESCO, 2003.

Profesores que la imparten: Dra. Vivian Sistachs Vega.

Asignatura: Temas de Análisis de Regresión

Código: PE220 Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos: Conocer el problema de regresión no lineal. Conocer cómo estimar y hacer dójimas de hipótesis bajo no linealidad de la función de regresión.

Sistema de evaluación: Seminarios y discusión de ejemplos en el laboratorio.

Sistema de conocimientos y habilidades: Introducción a la Regresión No Lineal. Mínimos Cuadrados para el caso no lineal. Ejemplos y estudio de la convergencia.

Mínimo cuadrados generalizados. El caso de no homogeneidad de varianza para la regresión no lineal. Estimación de parámetros en el caso de no homogeneidad de varianza. Algunos ejemplos importantes y generales de modelación no lineal.

Bibliografía:

1. Carroll, R.J., Ruppert T. Transformations and Weighting in Regression, Chapman and Hall, London, 1989.
2. Drapper – Simth. "Applied Regression Analysis". Edit. Wiley, New York, 1981.
3. Faraway, J. Practical Regression and ANOVA using R, 2002 (www.sta.lsa.umich.edu/~faraway/book).
4. Huet - Jolivet – Messean. "La Regresion non Lineaire". Edit. INRA, France, 1994.
5. Kutner, M.H, Nachtsheim, C.J., Neter, J. and Li, WApplied linear statistical models. Fifth edition.

McGraw-Hill/Irwin, New Cork .2005.

6. Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J. and Wasserman, W. Applied linear statistical models.
7. 4th Ed. Irwin, Chicago. 1996
8. Shealtet, S.J. A modern approach to Regression with R, Springer, 2009.
9. Yang,X. and Gang Sun, X . Linear Regresssion Analysis, Theory and Computing, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2009.

Profesores que la imparten: Dra Vivian Sistachs Vega, Dra. Lilian Muñiz Álvarez

Asignatura: Temas de Procesos Estocásticos

Código: PE221

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos: Aplicar aspectos de los procesos estocásticos vinculados a la modelación de fenómenos e Ciencias Matemáticas y Técnicas.

Sistema de conocimientos y habilidades: Movimiento browniano. Ecuación de Fokker-Plank. Inferencia. Ecuaciones diferenciales estocásticas. Integral estocástica. Fórmula de Ito. Existencia y unicidad de soluciones. Aplicaciones. Cadenas de Markov. Ecuación de la programación dinámica. Condiciones de optimalidad. Soluciones numéricas ecuación de optimalidad. Procesos gaussianos.

Sistema de evaluación: Tareas y realización de seminarios.

Bibliografía:

1. Ventsell, A.D. “A Course in the Theory of Stochastic Processes”. Ed John Wiley. USA, 1986.
2. Hernández-Lerma, O. “Adaptive Control”. Ed. Springer-Verlag. USA, 1989.

Profesores que la imparten: Dr. José Valdes Castro

MENCIÓN: Matemática Numérica

CRÉDITOS OBLIGATORIOS: 18

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OBLIGATORIOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
MN101	Curso introductorio de Matlab	48	4
OP206	Métodos numéricos de la PNL	48	4
MN102	Algebra Lineal Numérica	60	5
MN103	Aproximación de Funciones	60	5
MN104	Solución numérica de EDO's	60	5
MN105	Métodos numéricos avanzados para EDDP	60	5

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OPTATIVOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
MN206	Análisis Numérico Teórico	36	3
MN207	Modelación Matemática	36	3
MN208	Resolución numérica de s.e.l. a gran escala	60	5
MN209	Diferenciación algorítmica	36	3
MN210	Diseño geométrico	48	4
MN211	Resolución numérica del problema algebraico de valores propios	48	4
MN212	Método de Diferencias Finitas	48	4
MN213	Temas avanzados de la PNL	36	3
MN214	Métodos de los elementos finitos	48	4
MN215	Control Optimal Numérico	24	2
MN216	Análisis y diseño de algoritmos	24	2
MN217	Introducción al procesamiento paralelo	36	3
MN218	Problemas inversos discretos. Teoría y algoritmos	24	2
MN219	Introducción a la aproximación con funciones wavelet. Teoría y aplicaciones	36	3

Programa de los cursos

Asignatura: Curso introductorio de Matlab.

Código: MN101

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos:

Que el estudiante se familiarice con el ambiente de trabajo de Matlab y pueda lo mismo trabajar en modo interactivo o modo programa. Que sea capaz de trabajar con las principales funciones y tenga las habilidades necesarias para realizar la búsqueda de nuevas funciones y/o de desarrollar herramientas de trabajo en Matlab.

Sistema de conocimientos y habilidades:

1. Introducción.

El sistema Matlab. Medio ambiente de trabajo. Espacio de trabajo. Invocación y salida. Ventana de comandos. Otras características.

2. Operaciones con matrices y vectores.

Entrada de matrices. Operaciones con matrices. Tipos de datos. Algunas funciones con matrices. Operador: y subíndices. Matriz vacía. Definición de matrices y vectores a partir de ficheros. Definición de matrices y vectores mediante funciones. Supresión de salida. El ; . Format short y format long. Operadores relacionales y operadores lógicos.

3. Funciones elementales de Matlab que operan sobre escalares y sobre matrices.

Ejemplos de funciones con las que se puede graficar. Descomposiciones matriciales. Factorizaciones triangulares. Valores y vectores propios. Rango y condición de una matriz. Operaciones con vectores identificados con polinomios.

4. Programación en Matlab.

Ficheros .m. Bifurcaciones y bucles. Sentencias if, switch, for, while, break. Lectura y escritura interactiva de variables. Funciones input y disk. Recomendaciones generales de programación.

5. Gráficos en Matlab.

Creación de gráficos en 2D y 3D. Ploteo. Especificación de estilos líneas y colores. Ejes, etiquetas y títulos. Función fplot. Ploteo de líneas y marcadores.

Formas de Evaluación: Proyecto.

Bibliografía:

1. "Introducción a Matlab". Angel Garcímartín (matlab0.html, disponible en formato digital).
2. Graphical User Interface en Matlab. (guimatlab.html, disponible en formato digital).
3. Moler, Cleve. "Numerical Computing with Matlab" (NCMatlab), 2004. A disposición en formato digital.

Profesores: Dr. Jorge Lemagne Pérez, Dra. Marta L. Baguer, Dr. Alejandro Mesejo

Asignatura: Algebra Lineal Numérica

Código: MN102

Total de horas lectivas: 60 horas

Créditos: 5

Objetivos específicos:

Que el estudiante profundice en el estudio y las aplicaciones de las distintas factorizaciones matriciales y los métodos iterativos estacionarios y no estacionarios. Que conozca y sepa aplicar otras factorizaciones matriciales. Que sea capaz dado un problema de aplicación seleccionar el algoritmo adecuado teniendo en cuenta las características de la matriz del sistema.

Sistema de conocimientos:

I- Métodos directos

1. Descomposiciones LU y de Cholesky. Teoremas de existencia, deducción de algoritmos. Aplicaciones: solución de sistemas de ecuaciones lineales, cálculo de inversas y determinantes, cálculo del número de condición. Ejercicios teóricos, trabajo en MATLAB.
2. Descomposición QR. Proceso de Gram-Schmidt simple y modificado. Relación de la factorización de Cholesky y de la QR. Factorización QR con transformaciones de Householder y de Givens. Teoremas y algoritmos con y sin pivoteo. Aplicaciones: problema de mínimos cuadrados. cálculo de autovalores de matrices simétricas.. Ejercicios teóricos, trabajo con MATLAB.
3. Descomposición en Valores Singulares (SVD). Teorema de Existencia. Algoritmos. Relación con los valores propios. Aplicaciones: solución del problema de mínimos cuadrados, cálculo de pseudoinversas y rango. Limitaciones.
4. Descomposición RRQR. Teorema de existencia, algoritmos. Ventajas sobre la descomposición QR y SVD. Aplicaciones en la solución de diversos problemas.
5. Trabajo con matrices sparse. Reordenamientos.

II- Métodos iterativos

1. Iteraciones estacionarias: Jacobi, Gauss Seidel y Relajación. Convergencia y consistencia.
2. Iteraciones no estacionarias. Métodos de los subespacios de Krylov. GMRES y Gradiente Conjugado.

Bibliografía:

1. G. Golub, Ch. Van Loan. "Matrix Computations". Third Edition. The Johns Hopkins University Press, 1996.
2. N. Higham, "Accuracy and Stability of Numerical Algorithms". SIAM, 1996
3. W. Yan, W. Cao, T. Chung, J. Morris, "Applied Numerical Methods using Matlab". John Wiley and Sons, 2005.
4. J. Demmel, "Applied Numerical Linear Algebra". SIAM, 1997.
5. A. Björck, "Numerical Methods for Least Squares Problems", SIAM 1996.
6. Artículos sobre la descomposición RRQR.

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos Prácticos, Clases Prácticas y eventualmente examen escrito.

Profesores que la imparten: Dra. Marta L. Baguer, Dra. Valia Guerra Ones

Asignatura: Aproximación de Funciones

Código: MN103

Total de horas lectivas: 60 horas

Créditos: 5

Objetivos específicos:

Que el estudiante conozca y sepa aplicar las distintas formas de interpolación así como otras formas de aproximación de funciones.

Sistema de conocimientos:

I- Interpolación polinomial.

Interpolación con un número creciente de puntos, teoremas. Interpolación en puntos equidistantes, fenómeno de Runge. Error de interpolación, cómo corregirlo. Puntos óptimos de interpolación: puntos de Chebyshev, su conexión con la aproximación uniforme.

II- Otros tipos de interpolación.

Interpolación mediante funciones racionales. Diferencias inversas y recíprocas. Algoritmos de tipo Neville. Comparación entre la interpolación polinomial y racional. Interpolación trigonométrica. Transformada rápida de Fourier.

III- Funciones polinomiales por tramos.

El espacio de las funciones polinomiales por tramos. Derivada de una función. Representación pp de una función polinomial por tramos. Funciones MATLAB correspondientes.

IV- Funciones Spline.

Definición. Representación en términos de los B-Spline. Diferencias divididas (Definición de C. de Boor). Definición y propiedades básicas de los B-Splines. Cálculo con B-Splines: evaluación de una función spline y sus derivadas. Funciones MATLAB correspondientes.

V- Interpolación con funciones Spline.

Spline cúbico de interpolación con diferentes condiciones de frontera. Spline cúbico paramétrico de interpolación. Interpolación mediante funciones Spline de orden arbitrario. Teorema de Shoenberg-Whitney. Relación entre los nodos y los puntos de interpolación. Interpolación en los nodos promedio. Spline óptimo de interpolación. Funciones MATLAB correspondientes.

VI- Ajuste con funciones Spline.

Spline de ajuste mínimo cuadrado con nodos fijos. Ecuaciones normales. Spline de ajuste mínimo cuadrado con nodos variables: un problema de optimización no lineal con restricciones. Un algoritmo automático para el ajuste de una curva spline. Spline cúbico de suavizamiento. Planteamiento general del problema. Cálculo de los coeficientes en la base de B-splines. Propiedades del Spline de suavizamiento: Determinación del parámetro de suavizamiento. Una estrategia para la localización de los nodos. Funciones MATLAB correspondientes.

VII- Interpolación con superficies Spline.

Definición del Spline producto tensorial. Representación pp del mismo. Conversión de la B a la pp representación del Spline producto tensorial. Limitaciones de la aproximación mediante producto tensorial y alternativas.

Bibliografía:

1. T. Rivlin, An introduction to the approximation of functions, Blaisdel Publ., Waltham, MA, 1969.
2. M.J.D. Powell, Approximation theory and methods, Cambridge University Press, 1981.
3. C. de Boor, A practical guide to splines, Springer Verlag, 1978.
4. D. Kincaid, W. Cheney, Análisis Numérico, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
5. J. Stoer, R. Bulirsch, Introduction to Numerical Analysis, Springer Verlag, 1979.
6. P. Dierckx, Curve and Surface fitting with splines, Clarendon Press, 1993.
7. P. Barrera, V. Hernández, El ABC de los Splines, Publicado por la Sociedad Matemática Mexicana., 1996.
8. H. Spaeth, Splines algorithms for curves and surfaces, Utilitas Mathematica Publishing Incorporated, 1974.

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos Prácticos, Clases Prácticas y eventualmente examen escrito.

Profesores que la imparten: Dr. Jorge Lemagne Pérez, Dra. Victoria Hernández.

Asignatura: Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias

Código: MN104

Total de horas lectivas: 60 horas

Créditos: 5

Objetivos específicos:

Que los estudiantes sean capaces de reconocer los problemas estudiados y abordar su solución numérica eficiente.

Sistema de conocimientos:

I- Problemas de valores iniciales.

1. Problemas de valores iniciales

1.1 Métodos de un solo paso explícitos. Error de discretización local y consistencia. Error de discretización global y convergencia.

1.2 Análisis de estabilidad

1.3 Métodos explícitos e implícitos de Runge-Kutta

1.4 Métodos de paso múltiple. Orden, consistencia, estabilidad y convergencia

1.5 Métodos predictor-corrector

2. Métodos especiales para problemas “stiff”: Método de Gear, Métodos A-estables, tipo de rigidez, aplicaciones y ejemplos.

3. Experimentos numéricos con diferentes paquetes de programas.

II- Problemas de contorno.

1. Planteamiento de problemas de contorno. Ejemplos de aplicaciones

2. Método de tiro

3. Introducción al Método de diferencias finitas

3.1 Métodos en diferencias finitas para problemas no lineales.

4. Introducción al Método de los elementos finitos

5. Problemas de Sturm-Liouville. Tratamiento numérico.

III- Otros métodos avanzados para la solución numérica de EDO's.

1. Métodos de integración geométrica

Bibliografía:

- Multistep methods for Stiff Initial Value Problems. Dana Petcu. Universty of Timisoara, Timisoara, 1995.
- Numerical Methods for Ordinary differential equations, Butcher J.C., John Wiley and Sons Ltd, 2008.
- Numerical Mathematics, Quarteroni A., Sacco R., Saleri F., , Springer Verlag 2000.
- Geometric Numerical Integration. Structure- Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Ernst Hairer, Christian Lubich, Gerhard Wanner. Springer Verlag 2006.

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos de implementación Prácticos, Clases Prácticas y eventualmente examen escrito.

Profesores que la imparten: Dra. Ángela León Mecías, Dr. José A. Mesejo Chiong, MC Yadira Hernández.

Asignatura: Métodos numéricos avanzados para Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales (EDDP).

Código: MN105

Total de horas lectivas: 60 horas

Créditos: 5

Objetivos específicos:

Que los estudiantes conozcan las características que diferencian a los métodos de resolución numérica de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y sean capaces de escoger el método más adecuado según la aplicación a resolver.

Sistema de conocimientos:

I- Introducción al Método de Diferencias Finitas.

1. Método de Diferencias Finitas (MDF) para la ecuación de Poisson. El problema de Dirichlet.
2. Calidad de la aproximación por el método de diferencias finitas. Estabilidad y convergencia.
3. Método de diferencias para ecuaciones diferenciales parabólicas con coeficientes constantes.
4. Generalizaciones y restricciones del MDF

II.- Introducción al método de Elemento Finito (M.E.F.)

1. Introducción al MEF a partir de ejemplos unidimensionales con elementos lineales.
2. Elementos de orden superior.
3. El MEF en dos dimensiones a partir de la ecuación de Poisson con elementos lineales
4. Estabilidad y convergencia del MEF
5. Implementación

III.- Introducción al Método de Elemento de Frontera

1. Introducción
2. Conceptos básicos.
3. La función Delta de Dirac.
4. Soluciones Fundamentales para la ecuación de Laplace 2D.
5. El método de elemento de frontera bidimensional
6. Comparación entre el método de elemento de frontera y el método de elemento finito.

Bibliografía:

1. Partial Differential Equations with Numerical Methods, Stig Larsson, Vidar Thomée. Texts in Applied Mathematics ISSN 0939-2475, Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 2009. (disponible en format digital)

2. Numerical Partial Differential Equations for Environmental Scientists and Engineers. A First Practical Course, Daniel R. Lynch. Springer Verlag 2005. (disponible en format digital)
3. Numerik partieller Differentialgleichungen, eine anwendungsorientierte Einfuehrung, Peter Knabner, Lutz Angermann, Springer-Verlag 2000. (disponible en format digital)
4. Numerical Partial Differential Equations. Finite Difference Methods. J.W. Thomas, Springer-Verlag 1999.
5. Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Christian Grossmann, Hans-Görg Ross, Martin Stynes, Springer Verlag Heidelberg 2007. (disponible en format digital)

Sistema de evaluación: Seminarios, Clases Prácticas y proyecto como evaluación final.

Profesores: Dra. Angela León Mecías, Dr. Alejandro Mesejo Chiong

Asignatura: Análisis Numérico Teórico

Código: MN206

Total de horas lectivas: 36 horas

Créditos: 3

Objetivos específicos:

- Que el estudiante comprenda la filosofía de los métodos numéricos desde el punto de vista conceptual del análisis funcional.
- Que se familiarice con el enfoque de la solución de problemas numéricos como procesos iterativos cuya convergencia se puede obtener en las topologías débiles o fuertes del espacio. Que pueda estimar los órdenes de aproximación de estas sucesiones.

Sistema de conocimientos:

1. Bases Teóricas en el marco del Análisis Funcional.

Espacios Lineales. Espacios Métricos Espacios Normados. Completamiento. Teorema de Hans-Banach. Espacios Euclídeos. Ortogonalidad. Espacios de Hilbert. Espacios L_p y l_p .

1.1 Funcionales y Operadores Lineales

Clasificación de los Problemas de Métodos Numéricos. Funcionales lineales. Espacio Dual. Teorema de Riesz-Fischer. Convergencia Debil. Operadores Compactos, Adjuntos, Autoadjuntos y Totalmente Continuos. Teoría Espectral.

1.2 Teoría de Aproximación.

Interpolación. Interpolación Polinomial: Lagrange., Hermite. A pedazos (Splines). Trigonométrica. Elemento de la mejor aproximación. En espacios de Banach y Hilbert. Polinomios Ortogonales.

2. Aspectos Teóricos de Métodos Computacionales.

2.1 Reglas de Cuadratura.

2.2 Resolución de Ecuaciones como Límites de Procesos Iterativos. Teorema de Punto Fijo de Banach. Aplicaciones: Ecuaciones Integrales, Ecuaciones Lineales y No lineales. Existencia y Unicidad de Solución de Ecuaciones Diferenciales.

- Método de Newton. Tasas de Convergencia. Condición de Dennis-Moré.

2.3 Diferencias Finitas.

Bibliografía:

1. Theoretical Numerical Analysis. A Functional Analysis Framework, Kendall Atkinson and Weimin Han. Springer. 2001.

2. Theoretical Numerical Analysis. Peter Lins. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons. 1979.
3. Elementos de la Teoría de Funciones y del Análisis Funcional. A. N., Kolmogorov y S. V. Fomin. MIR 1972.
4. Introduction to Iterative Methods for linear and non linear equations, Kelley, 1995.

Sistema de Evaluación: Seminarios, Ejercicios y examen escrito.

Profesores que la imparten: Dr. Jorge Lemagne Pérez, Dr. Alejandro Mesejo

Asignatura: Modelación Matemática

Código: MN207

Total de horas lectivas: 36

Créditos: 3

Objetivos específicos:

Transmitir ideas generales acerca del estudio de fenómenos y procesos naturales mediante modelos matemáticos. Formular, dado el planteamiento de un problema, el correspondiente modelo matemático discreto o continuo. Hallar las soluciones numéricas de los modelos estudiados. Extraer, dadas dichas soluciones, las conclusiones correspondientes acerca del comportamiento del fenómeno modelado.

Sistema de conocimientos:

Clasificación general de los modelos matemáticos. Breves nociones sobre sistemas dinámicos discretos y continuos. Teoría de las ecuaciones en diferencias.

Modelos de compartimentos. Dinámica de poblaciones. Modelos de difusión-reacción. Modelos avanzados. Problemas inversos en modelación matemática.

Aplicación de los modelos en problemas biológicos (absorción de medicamentos, propagación de epidemias, etc.), problemas de crecimiento demográfico y de poblaciones generales, problemas financieros y problemas selectos avanzados.

Bibliografía:

1. Fowler, A.C., Mathematical Models in the Applied Sciences, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press, New York, 1997
2. Murray, J.D., Mathematical biology. Springer-Verlag, 2nd ed., Berlin, 1993

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos Prácticos, Clases Prácticas y eventualmente examen escrito.

Profesores que la imparten: Dr. Alejandro Mesejo, Dr Julián Bravo Castellero

Asignatura: Resolución numérica de sistemas de ecuaciones lineales a gran escala

Código: MN208

Total de horas lectivas: 60 horas

Créditos: 5

Objetivos específicos:

- 1- Que el estudiante adquiera habilidades en el trabajo con matrices de grandes dimensiones densas o sparse. Que conozca las principales fuentes de sistemas de ecuaciones lineales de grandes dimensiones. Que sea capaz de utilizar las funciones de Matlab para el trabajo con matrices de este tipo: la forma de almacenamiento, las operaciones y los métodos iterativos, así como con la colección de matrices gallery.

- 2- Que el estudiante conozca la idea general de los métodos de los subespacios de Krylov. Que sea capaz de escoger el método iterativo adecuado para resolver un sistema de ecuaciones lineales de grandes dimensiones según las características de la matriz con o sin el uso de preconditionadores.
- 3- Proveer a los estudiantes de la información sobre las tendencias del trabajo en esta área.

Sistema de conocimientos:

1. Introducción. Sistemas de ecuaciones de grandes dimensiones. Fuentes de este tipo de problemas. Patrones de almacenamiento sparse. Operaciones entre matrices sparse. Factorizaciones matriciales. Permutaciones y reordenamientos.
2. Ideas básicas de los métodos iterativos.
3. Subespacios de Krylov. Propiedades de los subespacios de Krylov. Métodos de Arnoldi y Lanczos.
4. Métodos iterativos. GMRES y MINRES. Gradiente Conjugado. Ideas básicas del Gradiente Biconjugado y de QMR.
5. Precondicionamiento. Precondicionador LU y Choleski incompleto. Otros preconditionadores.

Bibliografía:

- “Iterative methods for sparse linear systems”. Y. Saad (En formato digital a disposición en \\Pdc\clases\Matematica\3er ano\Matematica Numerica\SAAD.
- “Applied Numerical Linear Algebra”. J. Demmel, SIAM (En formato digital a disposición en la red.)
- “A short introduction to iterative methods for large linear systems.” Angelika Bunse-Gerstner. Skript en formato digital a disposición en: \\Pdc\clases\Matematica\3er ano\Matematica Numerica.
- “Sparse matrices in Matlab: Design and Implementation.” John R. Gilbert, Cleve Moler and Robert Schreiber. (En formato digital a disposición en la red.)

Sistema de evaluación: Seminarios, Clases Prácticas y proyecto como evaluación final.

Profesores que la imparten: Dra. Marta L. Baguer, Dra. Valia Guerra Ones.

Asignatura: Diferenciación Algorítmica

Código: MN209

Total de horas lectivas: 36 horas

Créditos: 3

Objetivos específicos:

Que los estudiantes conozcan los principios básicos de la Diferenciación Automática (DA) y sepan aplicar algunos de los algoritmos a ejemplos concretos. Se pretende además que los estudiantes sepan utilizar algunos de los paquetes de DA disponibles como ADIFOR, ADOLC y ADIMAT

Sistema de conocimientos:

- 1- Historia de la Diferenciación Automática o Computacional. Aspectos de la matemática en que se basa.
- 2- ¿Qué es la Diferenciación Automática?
- 3- La Diferenciación Automática y el error de redondeo.
- 4- Procedimientos forward y reverse.
- 5- Problemas especiales de la Diferenciación Automática.
- 6- Aplicaciones en la Optimización.

- 7- Tipos de códigos de la DA.
- 8- Relación con el álgebra computacional y la modelación.
- 9- Extensiones de la Diferenciación Automática.
- 10- Experiencia en la Diferenciación Automática.

Bibliografía:

1. Griewank, A. Corliss, George F. eds., Automatic Differentiation of Algorithms: Theory, Implementation, and Application. SIAM, Philadelphia 1991
2. Griewank, A. "Evaluating derivatives: principles techniques and tools", SIAM 2000.

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos Prácticos, Prácticas de Laboratorio.

Profesores que la imparten: Dra. Marta L. Bager, MC Fernando Rodríguez Flores

Asignatura: Curvas y Superficies para Diseño Geométrico asistido por Computadoras.

Código: MN210

Total de horas lectivas: 48 horas

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Profundizar en el estudio de las curvas y superficies mas usadas en el diseño geométrico asistido por computadoras. Que conozcan los fundamentos de este tipo de diseño.

Sistema de conocimientos:

- 1- Introducción
- 2- Preliminares
 - 2.1- Puntos y vectores
 - 2.2- Transformaciones afines
 - 2.3- Interpolación lineal
 - 2.4- Curvas paramétricas
 - 2.5 Superficies paramétricas
 - 2.6- Geometría Diferencial de curvas y superficies
- 3- Curvas
 - 3.1- Algoritmo de Casteljaou
 - 3.2- Forma de Bernstein de una curva de Bezier
 - 3.3- Temas sobre curvas de Bezier
 - 3.4- Curvas spline de Bezier
 - 3.5- Interpolación con splines cúbicos de Bezier C1 continuos
 - 3.6- Interpolación con splines cúbicos C2 continuos
 - 3.7- Curvas spline y el polígono de Boor
 - 3.8- Algoritmo de Boor
 - 3.9- La base de los B-splines
 - 3.10- Curvas spline en términos de los B-splines
- 4- Superficies
 - 4.1- Superficies paramétricas
 - 4.2- Superficies de Bezier producto tensorial
 - 4.3- Superficies spline producto tensorial
 - 4.4- Parches triangulares de Bezier

Bibliografía:

1. Curves and Surfaces for CAGD. A practical guide, Gerald Farin. Academic Press, 1992, 3rd Edition.
2. An Introduction to the Curves and Surfaces of Computer Aided Geometric Design, Robert C. Beach, Van Nostrand Reihhold, 1991.
3. Interactive Curves and Surfaces. A multimedia tutorial on CAGD, Alyn Rockwood, Peters Chambers. Morgan Kauffmann Publishers, 1996.
4. Fundamentals of CAGD, Josef Hoschek, Pieter Lasser, A. K. Peters, 1993.

Sistema de evaluación: Seminarios, Proyecto.

Profesores que la imparten: Dra. Victoria Hernández Mederos

Asignatura: Resolución numérica del problema algebraico de valores propios

Código: MN211

Total de horas lectivas: 48 horas

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Reconocer el tipo de problema de valores propios. Resolver numéricamente los distintos problemas de valores propios. Realizar aplicaciones en problemas de la Estadística, entre otros.

Sistema de conocimientos:

1. Introducción.
2. Problema estándar de valores propios: Aspectos de teoría de perturbación. Algoritmo QR básico y sus implementaciones computacionales. Actualización sobre las modificaciones más recientes. Balanceo y escalamiento. Aplicaciones.
3. Problema generalizado de valores propios: Sensibilidad numérica. Algoritmo QZ. Aplicaciones.
4. Algoritmos iterativos para el problema de valores propios de gran dimensión. Algoritmo de Krylov-Schur. Problemas de aplicación.

Bibliografía:

1. Golub, G. , Van Loan, C. “Matrix Computations”. The John Hopkins University Press 1996.
2. D. Kressner, “Numerical methods for general and structured eigenproblems”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.

Sistema de evaluación: Seminarios, Ejercicios y examen escrito.

Profesores que la imparten: Dra. Valia Guerra Ones, Dra. Marta L. Bager.

Asignatura: Método de Diferencias Finitas.

Código: MN212

Total de horas lectivas: 48 horas

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducir al estudiante en la Teoría de los Esquemas en Diferencias a partir de la construcción de esquemas para problemas clásicos de la Física-Matemática.

Sistema de conocimientos:

Ecuaciones de tipo elíptico. Aproximación en diferencias del problema de Dirichlet para la ecuación de Poisson en el rectángulo. Principio del máximo. Teoremas fundamentales. Estabilidad. Ejemplos de utilización del principio del máximo. Solución del esquema. Extensión del esquema en diferencias para regiones irregulares.

Ecuaciones de tipo parabólico. Aproximación en diferencias del problema de transporte del calor en una barra. Orden de aproximación. Estabilidad del esquema. Método de las desigualdades energéticas. Solución del esquema.

Ecuaciones de tipo hiperbólico. Aproximación en diferencias del problema de las oscilaciones de una cuerda. Investigación de estabilidad del esquema. Solución del esquema. Esquemas para los problemas con los coeficientes no constantes. Esquemas locales unidimensionales.

Acerca del desarrollo del Software relacionado con la solución de problemas de la Física-Matemática. Estrategias para la solución de problemas concretos de aplicación. Panorama sobre el estado actual del software. Ejemplos de software originales desarrollados para aplicaciones concretas.

Bibliografía:

1. Grossmann Ch., Roos H-G, Stynes M. Numerical Treatment of Partial Differential Equations, Springer Verlag Berlín-Heidelberg 2007. (disponible en format digital)
2. Knabner Peter, Angermann Lutz. Numerik partieller Differentialgleichungen, eine anwendungsorientierte Einfuehrung, Springer-Verlag 2000.
3. Samarski, A. A. Teoría de los esquemas en diferencias, 1977.
4. Thomas, J. W. Numerical Partial Differential Equations. Finite Difference Methods., Springer-Verlag 1999.
5. Trefethen, Lloyd N. Finite Difference and Spectral Methods for ordinary and partial differential equations, Copyright 1996. (disponible en format digital)

Sistema de evaluación: Seminarios, Clases Prácticas y proyecto como evaluación final.

Profesores que la imparten: Dra. Angela León Mecías

Asignatura: Temas avanzados de la Programación no lineal numérica

Código: MN213

Total de horas lectivas: 36 horas

Créditos: 3

Objetivos específicos:

Introducir al estudiante en aspectos avanzados de algoritmos para problemas de programación no lineal que pueden surgir de aplicaciones.

Sistema de conocimientos:

- I- Métodos numéricos para problemas sin restricciones en una variable: algoritmos con y sin uso de derivadas.
- II- Sistemas de ecuaciones no lineales y problemas sin restricciones en varias variables: variantes de métodos tipo Newton: homotopías, truncamiento, método Simplex no lineal, métodos a gran escala.
- III- Problemas con restricciones: métodos interiores, métodos para problemas de complementariedad y para programación bi-nivel.

Bibliografía:

- [Conn, Andrew R.](#); [Gould, Nick](#); [Toint, Philippe L.](#) Large-scale nonlinear constrained optimization: a current survey. *Algorithms for continuous optimization (Il Ciocco, 1993)*, 287--332, [NATO Adv. Sci. Inst. Ser. C Math. Phys. Sci., 434](#), *Kluwer Acad. Publ., Dordrecht*, 1994.
- [Nocedal, Jorge](#); Wright, Stephen J.: Numerical optimization, Springer Series in Operations Research, *Springer-Verlag, New York*, 1999.
- Luenberger, D.G.: Linear and non-linear programming.
- [Dempe, Stephan](#) Annotated bibliography on bilevel programming and mathematical programs with equilibrium constraints. *Optimization* 52 (2003), [no. 3](#), 333--359.

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos Prácticos, Clases Prácticas y eventualmente examen escrito.

Profesores que la imparten: Dra. Gemayqzel Bouza.

Asignatura: El Método de los Elementos Finitos.

Código: MN214

Total de horas lectivas: 48 horas

Créditos: 4

Objetivos específicos:

Introducir al estudiante en la Teoría del Método de los Elementos Finitos resolviendo problemas clásicos de la Física-Matemática.

Sistema de conocimientos:

Modelo matemático. Formulación clásica o fuerte del problema. Formulaciones débiles o variacionales. Métodos de residuos ponderados. Método de Galerkin. Método de mínimos cuadrados. Ejemplos. Introducción al método de los Elementos Finitos (M.E.F.) a partir de ejemplos unidimensionales con elementos lineales. Elementos de orden superior. El MEF en dos dimensiones a partir de la ecuación de Poisson con elementos lineales. Estabilidad y convergencia del MEF. Implementación. El MEF para problemas elípticos lineales de 2do orden. Triangulación. Estimación del error de interpolación de elemento finito. Convergencia y estimación del error. Ejemplos. Utilización de software profesionales ANSYS y FEMLab

Bibliografía:

1. El método de los elementos finites, O.C. Zienkiewickz, R. L. Taylor. 4ta edición McGraw Hill Interamericana SA, Volumen 1 y 2, 1994. (disponible en formato digital)
2. Erdogan Madenci, Ibrahim Guven. THE FINITE ELEMENT METHOD AND APPLICATIONS IN ENGINEERING USING ANSYS. Springer Verlag 2006. (disponible en formato digital)
3. Finite Elements Analysis. Theory and Applications with Ansys, Saeed Moaveni, Prentice Hall 1999. (disponible en format digital)
4. The finite Element Method: A practical course, G.R. Liu, S. S. Quek, Butterworth Heinemann, Copyright Elsevier 2003. (disponible en formato digital)
5. Carlos A. Felippa, Advance Finite Elements Method, 2000.

Sistema de evaluación: Seminarios, Clases Prácticas y proyecto como evaluación final.

Profesores: Dra. Angela León Mecías

Asignatura: Control Optimal Numérico

Código: MN215

Total de horas lectivas: 24 horas

Créditos: 2

Objetivos específicos:

Que el estudiante se familiarice con las distintas estrategias de solución numérica de los Problemas de Control Optimal y algunos problemas específicos y de aplicarlo a la solución de problemas de relevancia actual.

Que sea capaz de manejar el software OCTAVE, disponible libremente en Internet para plataformas Linux y Windows.

Sistema de conocimientos:

Recordatorio de elementos del Algebra Lineal y de la solución de problemas de valor inicial en EDO's. Teoría matemática del Control Óptimo, métodos numéricos. Teoría y métodos numéricos para EDA's. Problemas de Control Optimo convexos. El caso no convexo. Problemas con restricciones de estado. Reducción de modelo.

Bibliografía:

1. K.E. Brenan, S.L. Campbell, L.R. Petzold, "Numerical Solution of Initial Value Problems in Differential Algebraic Equations" (Classics in Applied Mathematics, 14), Prentice Hall, 1996.
2. E. Hairer, S.P. Norsett, G. Wanner, "Solving Ordinary Differential Equations I", Springer Verlag , 2000.
3. E. Hairer, "Solving Ordinary Differential Equations II". Springer Verlag, 1996
4. L.R. Petzold, U.M. Ascher, "Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential- Algebraic Equations", SIAM, 1998
5. Gómez Fernández, Juan A. "Cálculo Variacional y Control Optimal", Ediciones UH, 1994
6. E.D. Sontag, "Mathematical Control Theory: Deterministic Finite Dimensional Systems", Text in Applied Mathematics, Vol. 6, Springer Verlag, 1998
7. Lions, J.L. "Optimal Control Systems governed by partial differential equations", Springer Verlag, Berlin, 1971
8. Neitaamäki, P., Tiba, D. "Optimal Control for nonlinear parabolic systems: Theory, algorithms and applications", Marcel Dekker, New York, 1994

Sistema de evaluación: Seminarios, Trabajos Prácticos, Clases Prácticas y eventualmente examen escrito.

Profesores que la imparten: Dra. Aymeé Marrero, Dra. Marta L. Baguer, Dra. Gemayqzel Bouza.

Asignatura: Diseño y análisis de algoritmos

Código: MN216

Total de horas lectivas: 24 horas

Créditos: 2

Objetivos específicos:

Profundizar en los temas de análisis de eficiencia en tiempo y espacio de los algoritmos y análisis de complejidad de problemas. Brindar herramientas de diseño para la solución de problemas. Conocer la NP-completitud.

Sistema de conocimientos:

Conceptos. Notación. Modelos de cómputo. Cotas mínimas. Técnicas de diseño. Introducción a la teoría de la NP-completitud.

Bibliografía:

1. Introduction to Algorithms, Cormen et al, MIT Press and Mc. Graw Hill, 2001 (2da ed.)
2. Computer Algorithms, Horowitz y Sahni, Computer Science Press, 1998.
3. The Algorithm Design Manual, Skiena, Springer Verlag, 1998.

Sistema de evaluación: Seminarios, Clases Prácticas y proyecto como evaluación final.

Profesor que la imparte: Dr. Alejandro Mesejo Chiong

Asignatura: Introducción al Cálculo Paralelo

Código: MN217

Total de horas lectivas: 36 horas

Créditos: 3

Objetivos específicos:

Diseñar y programar algoritmos básicos en sistemas computacionales con arquitecturas que permitan el procesamiento paralelo. Brindar herramientas para el desarrollo de aplicaciones en estos ambientes.

Sistema de conocimientos:

- 1- Introducción, historia, arquitecturas en paralelo. ¿Qué es la computación en paralelo? Evolución de la supercomputación. Métricas del paralelismo: Speed up, eficiencia, Ley de Amdahl. Computadoras paralelas. Perspectiva tecnológica.
- 2- Supercomputadoras. Multiprocesadores. Costo asociado a la computación en paralelo (hardware, software). Hardware de los clústeres HPC: arquitectura y clasificación.
- 3- Diseño de algoritmos en paralelo. Principios y fundamentos. Estructuras de datos. Aprovechamiento del paralelismo. Algoritmos para matrices densas y para matrices de elementos dispersos.
- 4- ¿Cómo se programan las computadoras paralelas I? MPI. Paradigma de paso de mensaje. Ambiente de administración de rutinas. Funciones básicas más importantes. Comunicación punto a punto. Funciones. Comunicación global. Funciones. Tipos derivados. Administración de grupos y comunicadores. Ejemplos.
- 5- ¿Cómo se programan las computadoras paralelas II? FSharp. Ejemplos. Comparación con la programación usando múltiples hilos.
- 6- ¿Cómo se programan las computadoras paralelas III? Toolbox de Matlab para el cálculo paralelo.

Bibliografía:

1. Introduction to Parallel Computing, Grama et al, Addison Wesley, 2003 (2da ed.)
2. Tools and Environments for Parallel and Distributed Computing, Hariri et al., Wesley Interscience, 2004.
3. Golub, Gene H., Van Loan, Charles F., "Matrix Computations", The Johns Hopkins University Press, 3rd edition, 1996. Cap. 6 Parallel Computations

4. Materiales del Curso "Introduction to Parallel Computing", Yousef Saad.

Sistema de evaluación: Seminarios, Proyecto
Profesores que la imparten: Dra Marta L. Baguer

Asignatura: Problemas inversos discretos: Teoría y algoritmos

Código: MN218

Total de horas lectivas: 24 horas

Créditos: 2

Prerequisitos: Conocimientos básicos de Algoritmos, Algebra Lineal Numérica, Lenguaje MATLAB

Objetivos específicos:

Facilitar la reconstrucción de soluciones para los problemas inversos mal planteados formulados de forma discreta y en presencia de ruido.

Que los estudiantes aprendan a manejar una colección de códigos en MATLAB y utilizar un conjunto de problemas de pruebas derivados en su mayoría de la discretización de ecuaciones integrales vinculadas a aplicaciones como restauración de imágenes digitales y la ecuación de dispersión angular de la luz, entre otros.

Sistema de conocimientos

Introducción y motivación: Problemas inversos lineales. Conceptos de mal planteamiento y mal condicionamiento. Ejemplos. Tratamiento numérico en el caso bien condicionado. Herramientas matriciales básicas. Discretizaciones. Métodos de Regularización directos. Regularización de Tijonov y otros esquemas de regularización.. Condición discreta de Picard. Formulación y algoritmos. Cálculo del parámetro de regularización. Principio de discrepancia. Métodos basados en la estimación del error: Validación Cruzada y L-curva. Métodos de Regularización Iterativa. Métodos iterativos clásicos. Gradiente Conjugado Regularizado. Semiconvergencia. Métodos de Regularización en problemas reales.

Bibliografía básica:

- P. Hansen, Rank Deficient and Discrete Ill-posed Problems, SIAM (1998)
- P. C. Hansen, Discrete Inverse Problems: Insight and Algorithms, SIAM (2010)
- G. H. Golub, C. F. Van Loan, Matrix Computation, Third Edition, the Johns Hopkins University Press, MD, 1996

Profesores que la imparten: Dra. Valia Guerra Ones

Asignatura: Introducción a la aproximación con funciones wavelet. Teoría y aplicaciones

Código: MN219

Total de horas lectivas: 36 horas

Créditos: 3

Objetivos específicos:

Sistema de conocimientos:

Bibliografía:

- Burke Hubbard B., The World According to Wavelets, 1996 by AK Peters Ltd.
- Cohen Albert, Numerical Analysis of wavelets methods. Studies in Mathematics and its Applications, Volume 32. Elsevier Science BV 2003.
- Daubechies Ingrid, Ten Lectures on Wavelets 1992.

- Desanka P. Radunovic, Wavelets. From Math to Practice. Springer 2009.
- Christensen Ole, Christensen Khadija, Approximation Theory. From Taylor Polynomials to Wavelets Birkhöuser 2004.
- Mallat Stéphane, A wavelet tour of signal processing. The sparse way, Third Edition, 2009 by Elsevier Inc.
- Walnut David F, An Introduction to Wavelet Analysis, 2002 Birkhäuser Boston.

Profesores que la imparten: Dra. Ángela León Mecías, MC. Maibys Sierra Lorenzo

MENCIÓN: Enseñanza de la Matemática en la Educación Superior

CRÉDITOS OBLIGATORIOS: 16

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OBLIGATORIOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
EM101	Psicología Educacional	48	4
EM 102	Didáctica Universitaria	48	4

EM 103	Metodología de la Investigación Educativa	48	4
EM 104	Métodos estadísticos en la investigación educativa	48	4
EM 105	TIC en la Enseñanza de la Matemática	48	4
EM 106	Didáctica de la Matemática	48	4
EM 107	Historia y Metodología de la Matemática	48	4
EM 108	Educación, Ciencia Tecnología y Sociedad	48	4
EM 109	Análisis Matemático	48	4
EM 110	Complementos de Álgebra Lineal	48	4

RELACIÓN DE CURSOS PARA CRÉDITOS OPTATIVOS:

Código	Asignatura	Horas	Créditos
AA226	Historia y Metodología del Análisis Matemático	48	4
EM 212	Historia y Metodología del Álgebra	48	4
EM 213	Representación de Funciones	48	4
EM 214	Variable Compleja	48	4
EM 215	Análisis Funcional	48	4
EM 216	Medida e Integración	48	4
EM 217	Análisis Numérico	48	4
EM 218	Métodos Numéricos para las Ecuaciones Diferenciales	48	4
EM 219	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	48	4
EM 220	Ecuaciones Diferenciales Lineales	48	4
EM 221	Complementos de Grupos y Anillos	48	4
EM 222	Geometría	48	4
EM 223	Investigación de Operaciones	48	4
EM224	Enseñanza del Análisis Matemático	48	4
EM225	Teoría aritmética de los números	48	4

Programa de los cursos

Asignatura: Psicología Educativa.

Código: EM101 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Reconocer los conceptos de la teoría psicológica relacionados con el aprendizaje y el desarrollo.
- Debatir los aportes fundamentales de las corrientes psicológicas a la teoría del aprendizaje.
- Identificar las bases para la comprensión interdisciplinaria del fenómeno pedagógico.
- Diseñar y poner en práctica las influencias pedagógicas a partir del modelo psicológico del funcionamiento del individuo, de su aprendizaje y del desarrollo de su personalidad.

Sistema de conocimientos:

Unidad enseñanza-aprendizaje-desarrollo. Regularidades del proceso de aprendizaje. Regularidades del desarrollo de la personalidad: sus implicaciones pedagógicas. Aprendizaje y desarrollo personal: un modelo para el diseño curricular.

Exigencias actuales de la teoría y prácticas de la educación a la luz de la psicología de la educación. Releyendo la teoría de la formación planificada de las acciones mentales de P. Ya. Galperin. Coordinadas psicológicas del aprender a aprender. Los cuatro grupos de habilidades generales en el aprendizaje de alto orden. Coordinadas psicológicas del aprender a aprender.

Metodología:

Conferencias y seminarios con técnicas de participación activa.

Bibliografía:

- Anderson R., Faust G. 1981. Psicología Educativa y la ciencia de la enseñanza y el aprendizaje. Ed. Trillas, Mexico.
- Fariñas, G. (2001): Psicología Educativa. Selección de Lecturas. Ed. Félix Varela, La Habana.
- Fariñas, G. (2004): Maestro, para una didáctica del aprender a aprender. Ed. Pueblo y Educación, La Habana.
- Fariñas, G. (2005): Problemas del desarrollo del pensamiento complejo. En Anales de la Convención Internacional Hominis 2005. CD-ROM.
- Fariñas, G. (2010): Aprender a aprender en la educación superior: la experiencia cubana. En: <http://revistas.mes.edu.cu/eduniv/02-Libros-por-ISBN/0601-0700/978-959-16-0648-8-Cursos-Universidad2008.pdf/view>.

Sistema de evaluación:

Participación en clases, elaboración y presentación ante el grupo de un ensayo de 5 a 10 cuartillas de una situación docente sobre temas propuestos.

Profesor:

Dr. Omar Torres Rodríguez: Jefe del Departamento Docente Ejercicio de la Profesión y Jefe de la Disciplina Psicología Educativa. Facultad de Psicología Universidad de La Habana

Asignatura: Didáctica Universitaria.

Código: EM102 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Valorar críticamente la propia práctica docente teniendo en cuenta el vínculo entre los diferentes elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

- Identificar posibles problemas que afecten la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática sobre la base de los principios y teorías del enfoque histórico-cultural y de la actividad.

Sistema de conocimientos:

Tendencias pedagógicas contemporáneas. El enfoque histórico-cultural y de la actividad. Modelo de los objetivos, de los contenidos y del proceso de asimilación. Métodos, medios y formas de enseñanza. Aprendizaje grupal y métodos participativos. El control y la evaluación del aprendizaje. Elementos de diseño curricular.

Metodología:

Conferencias y seminarios utilizando métodos participativos.

Bibliografía:

1. Colectivo de autores. 1992. El planeamiento curricular en la Enseñanza Superior. CEPES, UH. La Habana.
2. Colectivo de autores. 2003. Curriculum y formación profesional. CEPES, UH. La Habana.
3. Colectivo de autores. 2000. Tendencias pedagógicas en la realidad educativa actual. CEPES, UH. La Habana.
4. Colectivo de autores. 1995. Los métodos participativos ¿una nueva concepción de la enseñanza? CEPES. UH. La Habana.
5. Talizina, N. 1986. Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza en la educación superior. CEPES. UH. La Habana.
6. Vívenes, J. y Coll, E., 1993. Didáctica Total. Edit. Alfa. Mérida. Venezuela.
7. Vívenes, J., 1993. Aprendizaje y evaluación. Edit. Alfa. Venezuela.

Sistema de evaluación:

Participación en clases y realización de una presentación donde quede reflejado el análisis crítico de los conceptos a tratar y en cada caso, debe quedar clara la posición teórica asumida sobre el tema que el maestrando haya elegido para su trabajo de tesis. Debe entregarse una copia escrita del trabajo presentado.

Profesores: Dra. Rita Roldán Inguanzo, MSc. María del Carmen Rivalta Valladares, Dr. Ricardo Sánchez Casanova.

Asignatura: Metodología de la Investigación Educativa

Código: EM103 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

- Los maestrandos deberán ser capaces de elaborar un anteproyecto de investigación relacionado con la propia práctica docente, teniendo en cuenta los elementos del diseño teórico de la investigación educativa.

Sistema de conocimientos:

Teorías que sustentan la investigación social. Principales paradigmas. Métodos cuantitativos y cualitativos. Caracterización de la investigación educativa. Su desarrollo en América Latina. Tipos de investigación educativa. La investigación acción. Pasos de la investigación educativa: Diseño de la investigación. Principales métodos y técnicas de investigación. Análisis, interpretación y presentación de los resultados.

Metodología:

Aprendizaje a través de la ejercitación práctica de los contenidos y la elaboración de un anteproyecto de investigación que se presentará y defenderá. Las actividades prácticas se llevarán a cabo mediante el empleo de métodos participativos.

Bibliografía:

- Cereza J. y Fiallo J. 2005. ¿Cómo investigar en Pedagogía? La Habana.
- Ojalvo V. 1990. La investigación educacional y su influencia en la práctica educativa. CEPES, UH. La Habana.
- Hernández Sampieri, R. 2004. Metodología de la Investigación V 1 y 2. Ed. Félix Varela. La Habana.

Sistema de evaluación:

Elaboración, presentación ante el grupo y discusión de un anteproyecto de investigación.

Profesores:

Dra. Orietta Martínez Chacón, Dr. Giraldo LLanio Martínez, Dr. Ricardo Sánchez Casanova .

Asignatura: Métodos estadísticos en la investigación educativa.

Código: EM104 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos deberán ser capaces de utilizar las principales herramientas estadísticas en trabajos investigativos sobre temas pedagógicos y educacionales referidos a estudios observacionales.

Sistema de conocimientos:

Papel de la estadística en la investigación educativa. Diseños estadísticos, análisis de datos, métodos y modelación estadística en la investigación educativa. Interpretar salidas de computadoras de las técnicas estadísticas utilizadas en las investigaciones educativas.

Metodología:

Clases utilizando técnicas participativas y ejemplos prácticos y sistemas de programas estadísticos comerciales para computadoras con medio ambiente de menú de utilitarios.

Bibliografía:

1. Bouza C.y Sistachs V. 2002. Estadística Teoría y Problemas. Ed. Félix Varela. La Habana.
2. Linares G. 1990. Análisis de datos. ENPES. La Habana.
3. Sidney y Siegel. 1974. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Editorial Miller, México.

Sistema de evaluación: Tareas de aplicación.

Profesores: Dra. Lilian Muñiz Álvarez, Dr. Luis Armando Salomón Hernández.

Asignatura: TIC en la Enseñanza de la Matemática.

Código: EM105 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Caracterizar las TIC y su función en el proceso de enseñanza.
- Reconocer los fundamentos de la instrucción asistida y gestionada por computadoras y sus principales aplicaciones.

- Utilizar los asistentes computacionales matemáticos en la resolución de problemas y como apoyo a la docencia y la investigación.

Sistema de conocimientos:

Los medios de enseñanza como parte de la actividad de estudio. Función de los medios en el proceso de enseñanza. Selección de los medios de enseñanza según el tipo de actividad docente. Análisis de las propiedades de las producciones utilizadas como medios de enseñanza. Características técnicas de los diferentes medios de enseñanza. La enseñanza gestionada y asistida por computadoras. Diseño y elaboración de medios de enseñanza mediante el uso de las TIC. Aplicación de las Redes de computadoras en la Educación. Internet como nuevo modelo educativo. El uso de asistentes computacionales matemáticos tales como DERIVE y MATHEMATICA.

Metodología:

Clases teóricas y prácticas con el uso de software para el desarrollo de aplicaciones educativas e investigativas.

Bibliografía:

1. Asistentes computacionales: DERIVE, MATHEMATICA, etc.
2. Ferreres, V. y Molina E. La preparación del profesor para el cambio en la institución educativa. PPU Barcelona, 1995.
3. González V. Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza. Ed. Pueblo y Educación. La Habana. 1986.
4. La enseñanza gestionada por computadora. Internet como nuevo modelo educativo. Materiales publicados en INTERNET.
5. OShea, T. Educación Asistida por Computadoras. Mc Graw Hill. Iberoamericana. Madrid. 1989.

Sistema de evaluación:

Elaboración de un proyecto práctico.

Profesores:

MSc. Valentina Badía Albanés, Dra. Idania Urrutia Romaní.

Asignatura: Didáctica de la Matemática

Código: EM106 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

- El maestrando será capaz de analizar las líneas fundamentales actuales y perspectivas del desarrollo de la enseñanza de la Matemática y de aplicarlas en la resolución de los problemas que esta enseñanza presenta en la Educación Superior.

Sistema de conocimientos:

Tendencias en el desarrollo de la Educación Superior y su incidencia en la preparación de los profesionales. La matemática como ciencia fundamental en el desarrollo actual. Tendencias iberoamericanas en la enseñanza de la Matemática. Tratamiento de conceptos y procedimientos matemáticos. Determinación y desarrollo de competencias cognitivas y niveles de desempeño escolar en la Educación Superior.

Metodología:

Clases utilizando métodos participativos.

Bibliografía:

- Blanco, L. J. 2004. Competencias en la formación inicial de profesores de Matemática. Universidad de Extremadura. España. Competencias específicas en la opción educativa de la Licenciatura de Matemáticas. Seminario 'Itinerario Educativo de la Licenciatura de Matemáticas'. Granada, (22-24)/01/04.
- Colectivo de autores. 2000. Tendencias pedagógicas en la realidad educativa actual. CEPES, UH. La Habana.
- Puig, S. 2003. La medición de la eficiencia en el aprendizaje de los alumnos. Una aproximación a los niveles de desempeño cognitivo. (Artículo) ICCP. MINED.
- Torres, P. et al. Tendencias Iberoamericanas en la Educación Matemática. Ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, México, 2001.
- Vinner, S. 1983. Concept definition, concept image and the notion of function. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. N 14, 239-305.
- The Teaching and Learning of Mathematics at University Level - An ICMI Study, Springer Verlag, 2001.

Sistema de evaluación: Tarea discutida en seminario.

Profesores: Dra. Rita Roldán, MSc. Valentina Badía, MSc. María del Carmen Rivalta Valladares, Dr. Ricardo Sánchez Casanova.

Asignatura: Historia y Metodología de la Matemática.

Código: EM107 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

El maestrando será capaz de:

- Reconstruir la riqueza del contenido real del desarrollo histórico de las Matemáticas.
- Ilustrar cómo y por qué surgieron las ideas, métodos y conceptos matemáticos fundamentales y cómo se constituyeron las diferentes teorías que hasta la actualidad conforman las disciplinas matemáticas que se incluyen en las carreras de nivel superior.
- Establecer las variadas relaciones entre las partes integrantes de la Matemática, la relación existente con otras ciencias y con la actividad general de los hombres en cada formación socio-económica.
- Analizar las posibilidades de la historia de la matemática como recurso didáctico en la Educación Superior.

Sistema de conocimientos:

La Historia de la Matemática: objeto y métodos. Principales períodos en el desarrollo de la Matemática. Características generales de la Historia y Metodología de la Matemática en cada período. Aplicación de la Historia de la Matemática y sus disciplinas al perfeccionamiento de la Educación Superior. Características generales de la Matemática en el siglo XX y su impacto en la Educación Superior Contemporánea.

Metodología:

Exposiciones generales y clases con uso de técnicas de participación.

Bibliografía.

- Calinger, R. 1995. Classics of Mathematics. Ed. Prentice Hall. NY.

- Gheverghese, G. 1996. La Cresta del Pavo Real. Las Matemáticas y sus raíces no europeas. Ed. Pirámide Madrid.
- Katz, V. 1993. A History of Mathematics. Ed. John Wiley Inc. NY 1ª ed.
- Ribnikov K. 1987. Historia de las Matemáticas. Ed. Mir Moscú.
- Struik, DJ. 1989. A Concise History of Mathematics Ed. Dover Publ. Inc. NY.
- Struik, DJ. 1969. A source Book of Mathematics. Ed. Harvard University Press.
- Swetz, FG. et al. 1995. Learn from the masters. Washington DC.

Sistema de evaluación:

Frecuente a través de seminarios y final por medio de una tarea.

Profesores:

Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Concepción Valdés, MSc. Luis Giraldo González.

Asignatura: Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad

Código: EM108 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Caracterizar los estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, mostrando sus potencialidades para la educación científica, tecnológica, humanista y sus interrelaciones.
- Caracterizar la ciencia y la tecnología como procesos vinculados a determinaciones sociales, políticas, culturales, económicas y éticas.
- Caracterizar condicionamientos e impactos fundamentales del desarrollo científico-tecnológico contemporáneo.
- Discutir sobre el papel de la educación y las universidades ante los desafíos de la “Sociedad del Conocimiento”.

Sistema de conocimientos:

Las imágenes de la ciencia y la tecnología: Acentuando la perspectiva social en ciencia y tecnología.

Los Estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad: sus proyecciones educativas, en políticas públicas y en el campo académico. Ciencia y tecnología en la sociedad contemporánea. Educación, Universidad y “Sociedad del Conocimiento”.

Metodología:

Conferencias, seminarios y talleres.

Bibliografía:

1. Aibar, E. (2002): Controversias tecnocientíficas públicas: la pericia no es siempre suficiente, Revista Digital de Humanitats, UOC. En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
2. Aibar, E. (2002): Fatalismo y tecnología: ¿es autónomo el desarrollo tecnológico? En: Revista Digital de Humanitats, UOC. En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
3. Albornoz, M. Política Científica y Tecnológica Una visión desde América Latina. Revista CTS+I. Número1 <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero1/albornoz.htm>
4. Arocena, R y Sutz, J. (2001): La Transformación de la Universidad Latinoamericana Mirada Desde una Perspectiva CTS. Publicado en: José A. López Cerezo y José M. Sánchez Ron, editores, Ciencia,

- Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo, Biblioteca Nueva, Organización de Estados Iberoamericanos, Madrid, 2001
5. Arocena, R. y Sutz, J. (2003): Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento. Cambridge University Press, Madrid. En formato electrónico: El estudio de la Innovación desde el Sur y las perspectivas de un Nuevo Desarrollo.
 6. Didriksson, A. (2006): “Universidad, sociedad del conocimiento y nueva economía”, Construcción de nuevo conocimiento en el espacio CAB, Convenio Andrés Bello.
 7. Gallopin, G. et.al. (2001): Una ciencia para el siglo XXI: del contrato social al núcleo científico. Revista Internacional de Ciencias Sociales, UNESCO, no. 168, junio 2001. En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
 8. Lage, A (2001): “Propiedad y expropiación en la economía del conocimiento”, Ciencia, Innovación y Desarrollo, vol. 6, no. 4, CITMA, La Habana.
 9. López Cerezo, J.A. (2002): Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
 10. Núñez, J (2001): “Ciencia y cultura en el cambio de siglo. A propósito de C. P. Snow”, Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo, López Cerezo, J. A y Sánchez Ron, J. M (editores), Biblioteca Nueva / OEI. Madrid pp 89-107. En formato electrónico con el título: Las Dos Culturas: medio siglo después.
 11. Núñez, J (2002): “Ética, Ciencia y Tecnología: sobre la Función Social de la Tecnociencia”, Lull, vol.25 (No. 53), Zaragoza, pp 459 – 484
 12. Núñez, J (2003): “De la ciencia a la tecnociencia: pongamos los conceptos en orden” Tomado de Nuñez Jover, J. La Ciencia y la Tecnología como Procesos Sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Ed. Felix Varela, La Habana. En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
 13. Núñez, J. (2003): Tratando de conectar las Dos Culturas Tomado de Nuñez Jover, J. La Ciencia y la Tecnología como Procesos Sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Ed. Felix Varela, La Habana. En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
 14. Núñez, J (2005): Ciencia y Bienestar humano: del Programa Ilustrado al Programa Social Conferencia por el XV Aniversario del CESBH de la UH, 16 de setiembre.
 15. Núñez, J. (2005): “La cuestión de la democratización de la ciencia como asunto epistemológico, ético y político”, Universidad y Sociedad, Vol I, Año I, Trimestre enero-febrero-marzo, Universidad de Cienfuegos.
 16. Núñez, J y Figaredo, F. (2006): CTS en contexto: la construcción social de una tradición académica (en proceso de edición).
 17. Ricyt (2004): El estado de la ciencia, En: <http://www.ricyt.edu.ar/>
 18. Salomón, J.J (2001): El nuevo escenario de las políticas de ciencia. Revista Internacional de Ciencias Sociales, UNESCO, no. 168, junio 2001 <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctsdoc.htm>
 19. Unesco – ICSU): *Declaración de Budapest. Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico.*, En: <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>
 20. Unesco (1999): Declaración de Santo Domingo. La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción, – Montevideo, En: <http://www.campus-oei.org/salactsi>

Sistema de evaluación:

El curso se evalúa a través de la participación en el aula y la entrega de un texto de unas 10 pp. sobre uno de los asuntos tratados en el curso. El texto debe ser escrito en Arial 12 a un espacio y consta de Introducción, Desarrollo (organizado por epígrafes), Conclusiones y Recomendaciones. Incluye además la bibliografía utilizada.

Profesor: Dr. Jorge Nuñez Jover. Profesor

Asignatura: Análisis Matemático.

Código: EM109

Total de horas lectivas: 48

Créditos: 4

Objetivos específicos:

- El maestrando será capaz de aplicar los resultados fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral en una o varias variables a la resolución de problemas variados.

Sistema de conocimientos:

Temas selectos del Análisis Matemático real: Límite, continuidad, derivada y diferencial de funciones de una y varias variables. Integral de Riemann para funciones de una variable. Integrales impropias. Series numéricas y de potencias.

Metodología:

Clases utilizando técnicas participativas.

Bibliografía:

- Apóstol T. M. 1970. Calculus, Vol I y II. Ed. Reverté. Barcelona.
- Sánchez C. y otros. 1982. Análisis Matemático I. Ed. Pueblo y Educación, La Habana.
- Spivak, M. 1970. Cálculo, Tomos 1 y 2. Ed. Reverté. Barcelona.
- Valdés C. 2006. Análisis de Funciones de Varias Variables. Editorial Félix Varela. La Habana.
- Valdés C, Sánchez C. 2014. Análisis de Funciones de una Variable. UH. Formato digital.
- Zorich V.A. 2004 Mathematical analysis 1. Springer. Formato digital.

Sistema de evaluación: Seminarios y tarea discutida.

Profesores: Dra. Sofía Behar Jequín, Dra. Idania Urrutia Romaní, MSc. Valentina Badía Albanés.

Asignatura: Complementos de Álgebra Lineal

Código: EM110 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Los maestrandos serán capaces de:

- Trabajar con aplicaciones lineales entre espacios vectoriales.
- Reducir endomorfismos de un espacio vectorial y matrices.
- Construir bases ortogonales y ortonormales en un espacio euclideo.
- Reducir endomorfismos de un espacio euclideo.
- Describir la geometría asociada a una forma bilineal.
- Reducir formas cuadráticas a la forma canónica y normal.

Sistema de conocimientos:

Revisión del Álgebra de Matrices y los Espacios Vectoriales. Aplicaciones Lineales. Reducción de endomorfismos y matrices. Espacios Euclidianos. Reducción de endomorfismos en base ortonormal. Formas bilineales. Formas simétricas y hermíticas. La Geometría asociada a las formas bilineales. Reducción de formas cuadráticas a la forma canónica y normal.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

- “Álgebra. Tomo II”. Noriega, T. & Piñeiro, L. Editorial Pueblo y Educación, 1985, 341 págs.
- “Álgebra. Tomo I”. De Arazoza, H. & Noriega, T. Editorial Pueblo y Educación, 1989, 315 págs.
- Artin, M. 1991. Álgebra. Prentice Hall.

Sistema de evaluación:

Sistema de tareas individuales.

Profesores:

Dr. José F. Hernández Advíncula, Dra. Elina Miret Barroso

Asignatura: Historia y Metodología del Análisis Matemático

Código: AA227 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer el desarrollo histórico del Análisis Matemático y su metodología.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Arquímedes y los métodos infinitesimales en la antigüedad. Influencias para el surgimiento del Nuevo Cálculo en el s. XVII. Comparación de los métodos de Newton y Leibniz. El aporte de los Bernoulli y de Euler. Influencias de la escuela francesa en el desarrollo del análisis algebraico. La aritmetización del análisis en el s.XIX. Ampliación del aparato analítico y de sus aplicaciones en los siglos XIX y XX.

Bibliografía:

- Dugac, P. “Histoire de l'Analyse“. Vuibert. París-, 2003
- Grabiner, J. V. “The origins of Cauchy's Rigorous Calculus“. MIT Press, Massachusetts, 1981
- Janhke, H. N. (ed.) “A History of Analysis”, Amer. Math. Soc. Washigton D.C., 2003
- Sánchez, C. y Valdés, C. De los Bernoulli a los Bourbaki: una historia del arte y la ciencia del cálculo. Nivola ed. Madrid. 2004

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández, Dra. Concepción Valdés Castro

Asignatura: Historia y Metodología del Álgebra

Código: AA228 Total de horas lectivas: 48 Créditos 4

Objetivos específicos:

Los maestrandos serán capaces de:

Reconocer el desarrollo histórico del Álgebra y su metodología.

Sistema de Conocimientos y Habilidades:

Evolución de la teoría de las ecuaciones desde la edad antigua hasta el s. XIX. Influencias de los matemáticos del mundo islámico en el desarrollo del álgebra comercial del Medioevo en el Sacro Imperio Romano Germánico. Surgimiento de la “Nueva Álgebra” en Francia y los Países Bajos. Impacto del desarrollo de la teoría de números en el siglo XIX. Los sistemas hipercomplejos y la formación del

Álgebra no conmutativa. Surgimiento del álgebra lineal y evolución de las ideas sobre las estructuras algebraicas abstractas en los siglos XIX y XX.

Bibliografía:

- Bourbaki, N.: Elementos de Historia de las matemáticas. Alianza Universidad, Madrid 1976.
- Corry, L. Modern Álgebra and the rise of mathematical Structures. Birkhauser, Basel, 1996.
- Kleiner, I. A History of Abstract Algebra. Birkhauser, Basel, 2007.
- Van der Waerden, A History of Álgebra from Al-Kharizm to Emma Noether. Springer Verlag, 1985.

Sistema de Evaluación: Se acordará con los maestrandos.

Profesores que la imparten: Dr. Carlos Sánchez Fernández

Asignatura: Representación de funciones

Código: EM213 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

- El maestrando deberá ser capaz de aplicar los conceptos de convergencia, límite, continuidad, diferenciación y representación de funciones por series en la estructura de espacio normado, así como los métodos fundamentales vinculados con ellos, a la resolución de problemas variados.

Sistema de conocimientos:

Elementos de topología en espacios normados. Diferenciación en espacios normados. Convergencia en espacios funcionales. Desarrollos ortogonales y series de Fourier.

Metodología:

Clases utilizando técnicas participativas.

Bibliografía:

1. Hendrischen y otros. 1977. *Topología*. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
2. Kolmogorov, A.N.; Fomin, S. V. 1978. *Elementos de la Teoría de Funciones y del Análisis Funcional*. Ed. MIR Moscú.
3. Spivak, M. 1972. *Cálculo de variedades*. Ed. Reverté. Barcelona.
4. Valdés Castro, C. 2006. *Análisis de funciones de varias variables*. Ed. Felix Varela. La Habana.
5. Valdés C. y Sánchez C. 2012. Representación de funciones. UH. Formato digital.
6. Zorich V.A. 2004 *Mathematical analysis 2*. Springer. Formato digital.

Sistema de evaluación: Seminarios y tarea discutida.

Profesores: Dra. Concepción Valdés. Dra. Rita Roldán, MSc. Valentina Badía, Dr. Raúl Guinovart.

Asignatura: Variable Compleja.

Código: EM214 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

- El maestrando adquirirá métodos y habilidades necesarias para el empleo de la teoría de funciones analíticas al cálculo de desarrollos en series de Taylor y de Laurent y al cálculo de integrales impropias.

Sistema de conocimientos:

Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Teoría de Cauchy. Series y productos infinitos. Representaciones conformes.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Ahlfors, L. 1966. Complex Analysis. Ed Mc. Graw Hill. New York.
2. Markushevich, A. 1970. Teoría de las funciones analíticas. Tomo I. Ed. MIR Moscú.

Sistema de evaluación: Examen final

Profesores: Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz.

Asignatura: Análisis Funcional.

Código: EM215 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

- El maestrando adquirirá métodos y habilidades para la resolución de problemas del Análisis Funcional.

Sistema de conocimientos:

Espacios normados. Espacios de Hilbert. Operadores. Algunos teoremas básicos (Baire, acotación uniforme, aplicaciones abiertas, grafo cerrado, Hahn-Banach). Dualidad. Operadores conjugados. Teoría espectral.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Jiménez, M. 1989. Medida, Integración y Funcionales. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
2. Kolmogorov y Fomin. 1978. Introducción a la teoría de funciones y al análisis funcional. Ed. MIR. Moscú.
3. Meise, R. y Vogt, D. 1997. Introduction to Functional Analysis. Clarendon Press. Oxford.
4. Rudin, W. 1973. Análisis Funcional. Ed Mc. Graw Hill. New York.

Sistema de evaluación: Examen final.

Profesores: Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo, Dr. Raúl Guinovart Díaz

Asignatura: Medida e Integración.

Código: EM216 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

- El maestrando adquirirá métodos y habilidades necesarias para el empleo de los resultados fundamentales de la Teoría de la Medida e Integración a la resolución de problemas.

Sistema de conocimientos:

Estructuras medibles. Medidas. Construcción de premedidas. Medidas de Stieltjes y de Lebesgue. Integral de funciones positivas y medibles. Teoremas de Lebesgue y de Fubini.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Jiménez M. 1989. Medida, Integración y Funcionales. Ed. Pueblo y Educación. La Habana.
2. Kolmogorov y Fomin. 1978. Introducción a la teoría de Funciones y al Análisis Funcional. Ed. MIR. Moscú. 1978.
3. Robertson y Robertson. 1973. Espacios vectoriales topológicos. Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
4. Rudin, W. 1973. Análisis Funcional. Ed Mc. Graw Hill. New York.

Sistema de evaluación: Examen final.

Profesores: Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Ignacio Pérez Izquierdo.

Asignatura: Análisis Numérico

Código: EM217 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

- El maestrando será capaz de aplicar métodos numéricos para la resolución de problemas prácticos del Álgebra y el Análisis Matemático con el auxilio de la computación.

Sistema de conocimientos:

Teoría de Errores. Aritmética de punto flotante. Resolución aproximada de ecuaciones y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. Álgebra lineal numérica. Métodos numéricos de aproximación.

Metodología:

Clases teóricas y prácticas de laboratorio de computación usando el software MatLab.

Bibliografía:

1. Moler, N.C., Numerical Computing with MATLAB, 2005
2. Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, and John Morris, Applied Numerical Methods using MATLAB. John Wiley & Sons, Inc, 2005.

Sistema de evaluación: Tareas.

Profesores: Dra. Martha Lourdes Baguer, Dra. Ángela León Mecías.

Asignatura: Métodos Numéricos para las Ecuaciones Diferenciales.

Código: EM218 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

El maestrando adquirirá los conocimientos y habilidades necesarios para la resolución numérica de las ecuaciones diferenciales ordinarias, teniendo en cuenta las especificidades de éstas para la selección adecuada de métodos y códigos que conduzcan a una solución exitosa.

Sistema de conocimientos:

El problema de Cauchy para Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO's). Estabilidad de las soluciones. Métodos numéricos de paso simple. Métodos numéricos de paso múltiple. Problema de contorno. Introducción al Método de Diferencias Finitas.

Metodología:

Clases teóricas y prácticas de laboratorio de computación usando el software Matlab.

Bibliografía.

- Moler, N. C. 2004. Numerical Computing with MATLAB.
- Stoer, Bulirsch. 1989. Numerische Mathematik. Ed. Springer Verlag. Berlín.
- Won Young Yang, Wenwu Cao, Tae-Sang Chung, John Morris. 2005. Applied Numerical Methods using MATLAB. John Wiley & Sons , Inc.

Sistema de evaluación: Tareas

Profesores:

Dra. Ángela León Mecías, Dr. Alejandro Mesejo Chiong.

Asignatura: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

Código: EM219 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

- El maestrando debe ser capaz de utilizar los conceptos básicos y reconocer los teoremas fundamentales de la teoría de las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, así como aplicarlos en ejemplos concretos.

Sistema de conocimientos:

Conceptos básicos y resultados fundamentales. Enunciado del Teorema de existencia y unicidad. Teoremas fundamentales de la teoría de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones de primer orden. Sistemas dinámicos, espacio de fases. Puntos críticos de sistemas dinámicos lineales y no lineales. Clasificación de los puntos críticos.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Arnold V.I. 1984. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ed. Nauka. Moscú.
2. Boyce W.E., DiPrima R.C. 2001. Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, J.Wiley.
3. Hirsch W. Smale S. 1974. Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal. Academic Press. New York.
4. Tejero, A., Ruiz, P. 2003. Ecuaciones diferenciales ordinarias, <http://alqua.org/libredoc/EDO>.

Sistema de evaluación: Examen final.

Profesores: Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castillero.

Asignatura: Ecuaciones Diferenciales Lineales.

Código: EM220 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

- El maestrando debe ser capaz de utilizar los conceptos básicos y demostrar los teoremas fundamentales de la teoría de las Ecuaciones Diferenciales Lineales y desarrollar sus aplicaciones más importantes.

Sistema de conocimientos:

Teoría analítica de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones lineales y de orden n . Puntos singulares regulares de las ecuaciones lineales. Series generalizadas de potencias como soluciones de las ecuaciones lineales. Problemas de contorno de las ecuaciones lineales. Clasificación de los puntos singulares de campos vectoriales lineales.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

- Arnold V.I. 1984. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ed. Nauka. Moscú.
- Boyce W.E., DiPrima R.C. 2001. Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, J.Wiley.
- Hirsch W. Smale S. 1974. Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal. Academic Press. New York.
- Tejero, A., Ruiz, P. 2003. Ecuaciones diferenciales ordinarias, <http://alqua.org/libredoc/EDO>.

Sistema de evaluación:

Examen final.

Profesores:

Dr. Mariano Rodríguez Ricard, Dr. Julián Bravo Castillero.

Asignatura: Complementos de grupos y anillos.

Código: EM221 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos:

Los maestrandos serán capaces de:

- Describir la clase de los grupos abelianos finitamente generados.
- Describir algunos grupos finitos no abelianos.
- Describir los tipos principales de anillos, así como concretar en éstos la teoría de la divisibilidad.
- Trabajar con anillos de polinomios sobre un anillo dado.

Sistema de conocimientos:

Conceptos básicos de grupos. Grupos abelianos finitamente generados. Series de grupos. Grupos simples y solubles. Teorema de Jordan-Hölder. Teoremas de Sylow. Aplicaciones a los p -grupos. Grupos libres. Conceptos básicos de anillos y cuerpos. Ideales primos y factorización. Dominios euclidianos, dominios principales y dominios de factorización única. Anillos de polinomios.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Artin, M. 1991. Algebra. Prentice Hall.
2. Cohn. P. M. 1989. Algebra Vol 1 y 2. John Wiley & sons.
3. Fraleigh, J. 1976. A first Course in Abstract Algebra. Addison-Wesley.

Sistema de evaluación:

Sistema de tareas individuales. La exposición de los problemas planteados en las tareas se hará en el marco de un Seminario.

Profesores: Dr. José F. Hernández Advíncula.

Asignatura: Geometría.

Código: EM222 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

El maestrando debe ser capaz de:

- Aplicar los conocimientos básicos de geometría del espacio de dimensión 3 al estudio de espacios de dimensión mayor.

Sistema de conocimientos:

Puntos y vectores en espacios cartesianos. Conjuntos lineales en espacios cartesianos. Relación entre hiperplanos en espacios cartesianos. Poliedros y sus propiedades elementales. Isometrías. Aplicaciones afines. Curvas planas y superficies.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Borsuk. K. Multidimensional Analytic Geometry. Polish Scientific. Pub. Varsovia, 1969.

Sistema de evaluación: Examen final.

Profesores: Dra. Rita Roldán, MSc. Leonardo Cortés Carrasquero.

Asignatura: Investigación de operaciones.

Código: EM223 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos:

Los maestrandos deben ser capaces de:

1. Caracterizar las situaciones de toma de decisiones que pueden ser resueltas aplicando la teoría de la decisión, los modelos de programación lineal, en enteros y la teoría de juegos.
2. Explicar la construcción de modelos sencillos de Programación Lineal representativos de distintas situaciones, utilizando el procedimiento general para la construcción de modelos.
3. Utilizar paquetes de programas para microcomputadoras para calcular la solución óptima de un problema de programación lineal y en enteros, interpretando los resultados.
4. Identificar situaciones de toma de decisiones en conflictos y aplicar criterios correspondientes para la solución de problemas.

Sistema de conocimientos:

Concepto de decisión. Elementos constitutivos de una situación de decisión. Matriz de decisión. Toma de decisiones en incertidumbre y riesgo. Planteamiento del problema y criterios a utilizar. Valor esperado de la información perfecta. Decisiones secuenciales. Árbol de decisión.

Formulación matemática del modelo de programación lineal. Construcción de modelos. Métodos de solución. Interpretación de resultados. Dualidad y sensibilidad. Empleo de softwares.

Programación en enteros: Casos puro y mixto. Uso de variables binarias para la modelación de problemas de la práctica. El modelo de asignación. Utilización de la computación para la solución de los modelos e interpretación de resultados.

Teoría de juegos: Conceptos básicos. Juegos de suma constante. Principio de MinMax. Juegos estrictamente determinados por estrategias puras y por estrategias mixtas. Juegos de suma no constante. El dilema del prisionero. Equilibrio de Nash. Métodos de solución e interpretación de resultados.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Bazaraa, M.S., Jarvis J.J., Sherald H. H. 1990. Linear Programming and Networks. Ed. Wiley New York.
2. Luenberger D. 1973. Linear and Non linear Programming, Ed. Addison Wesley.
3. Modelos Econométricos, Técnicas y Aplicaciones. 1990. Ed. Fondo de Cultura Económica. S.A. de C.V. México.

Sistema de evaluación: Tareas de aplicación.

Profesores: Dra. Aymée Marrero Severo, MSc. Alina Fernández

Asignatura: Enseñanza del Análisis Matemático

Código: EM224 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivos específicos:

- El maestrando conocerá y será capaz de analizar algunos de los métodos fundamentales utilizados actualmente en la enseñanza de los conceptos y resultados básicos del Cálculo Diferencial e Integral, con el fin de aplicarlos en el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina.

Sistema de conocimientos:

La intuición y la formalización en las nociones de número real, límite, continuidad, derivada e integral. Uso de la visualización y la experimentación. Papel de la contextualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral. Obstáculos epistemológicos y didácticos en la comprensión de los conceptos básicos del cálculo. Uso de ejemplos, contraejemplos y situaciones paradójicas. Posibilidades que brinda una perspectiva histórica de la génesis de los conceptos y resultados fundamentales.

Metodología:

Conferencias y Clases utilizando métodos participativos.

Bibliografía:

- Giaquinto, M. (1994) *Epistemology of Visual Thinking in Elementary Real Analysis*, The British Journal for the Philosophy of Science, V.45 No.3 pp. 789-813.
- Holton, Derek (Ed.) (2001) *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level ICMI Study*, Vol. 7, Springer
- Katz, V. (Ed.) (2001) *Using History to Teach Mathematics. An International Perspective*, MAA Notes #51.
- Klymchuk, S. (2007) *Counter-Examples in Calculus*, Maths Press, Nueva Zelanda.
- Krantz, S.G. (2003) *Calculus Demystified*, McGraw-Hill.
- Tall, D. (2001) *Natural and Formal Infinities Educational Studies in Mathematics* V.48, pp. 199-238.

- Tall, D.(Ed.) (1991) *Advanced Mathematical Thinking*, Kluwer Academic Publishers.
- Valdés, C. (2013) *Paradojas en la problematización del cálculo* Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2013. V. 8. Número 11. pp 265-279. Costa Rica.

Sistema de evaluación:

Tarea discutida en seminario.

Profesores:

Dra. Concepción Valdés Castro, Dra. Rita Roldan Inguanzo, MSc. Valentina Badía Albanés

Asignatura: Teoría aritmética de los números.

Código: EM225 Total de horas lectivas: 48 Créditos: 4

Objetivo:

Contribuir al desarrollo de habilidades en los maestrandos para aplicar en forma productiva los conceptos y propiedades aritméticas de los números enteros a la resolución de problemas así como para utilizarlos como apoyo para la comprensión y realización de generalizaciones de los mismos a otros dominios.

Sistema de conocimientos:

Divisibilidad en el conjunto de los números enteros. Números primos. Congruencias y sus aplicaciones. Raíces primitivas. Residuos cuadráticos y reciprocidad. Fracciones continuas. Ecuaciones diofánticas.

Metodología:

Conferencias y seminarios.

Bibliografía:

1. Gentile, Enzo R. 1996. *Aritmética Elemental en la Formación Matemática*. Vínculos Matemáticos No. 211 (Serie: Textos).
2. Rosen, Kenneth H. 1993. *Elementary Number Theory and its Applications*. Addison-Wesley Publishing Company. New York.

Sistema de evaluación: Examen final.

Profesores: Dra. Rita Roldán Inguanzo, Dr. Luis Ramiro Piñeiro.

10.- Sistema de evaluación de la maestría

El sistema de evaluación principal de cada asignatura está establecido en su programa. No obstante, cuando las condiciones lo aconsejen el docente podrá modificarlo, siempre y cuando se garanticen la consecución de los objetivos y el nivel científico-técnico.

Todo maestreado tiene derecho a solicitar examen de suficiencia de cualquier asignatura establecida en su plan a inicio de cada trimestre y de aceptarse la solicitud, debe efectuarse dicho examen antes de la quinta semana del trimestre en curso. La solicitud debe presentarse ante el Comité Académico.

Todo maestreado tiene derecho a solicitar la convalidación de cualquier asignatura de su plan de estudio ante el Comité Académico, acompañando a dicha solicitud de la documentación correspondiente (certificación de nota, programa analítico certificado por la institución que lo patrocinó, quedando bien claro la fecha en que se cursó).

11.-Comité Académico

- Dra. Ángela Mireya León Mecías, coordinadora general de la maestría
- Dra. Rita Roldán Inguanzo, co- coordinadora científica de la mención *Álgebra y Análisis Matemático*

- Dr. Fidel Hernández Advíncula, co-coordinador científico de la mención *Álgebra y Análisis Matemático*
- Dr. Mariano Rodríguez Ricard, coordinador científico de la mención *Ecuaciones Diferenciales y Mecánica*
- MSc. Valentina Badía Albanés, coordinadora científica de la mención *Enseñanza de la Matemática*
- Dra. Marta Lourdes Baguer Díaz-Romañach, coordinadora científica de la mención *Matemática Numérica*
- Dra. Gemayqzel Bouza Allende, coordinadora científica de la mención *Optimización*
- Dr. Carlos Bouza Herrera, coordinador científico de la mención *Probabilidades y Estadística*

12.- Claustro. (Profesores y Tutores).

1. Dr. Carlos Bouza Herrera
2. Dr. Nicolás Hernández Guillén
3. Dra. Vivian Sistachs Vega
4. Dra. Lilian Muñoz Álvarez
5. Dr. Luis Armando Salomón Hernández
6. Dr. José E. Valdés Castro
7. Dra. Aymeé Marrero Severo
8. Dra. Marta Lourdes Baguer Díaz-Romañach
9. Dra. Ángela Mireya León Mecías
10. Dra. Gemayqzel Bouza Allende
11. Dra. Sira Allende Alonso
12. Dra. Alina Ruiz Jhones
13. Dr. Juan Manuel Otero Pereira
14. MC. Fernando Rodríguez Flores
15. Dra. Concepción Valdés Castro
16. Dra. Rita Roldán Inguanzo
17. Dr. Luis Ramiro Piñeiro Díaz
18. Dr. Julián Bravo Castellero
19. Dr. Carlos Sánchez Fernández
20. Dr. Reinaldo Rodríguez Ramos
21. Dr. Mariano Rodríguez Ricard
22. Dra. Elina Miret Barroso
23. Dr. Raúl Guinovart Díaz
24. Dr. José Alejandro Mesejo Chiong
25. Dr. Fidel Hernández Advíncula
26. Dra. Valia Guerra Ones (ICIMAF)
27. Dra. Victoria Hernández Mederos (ICIMAF)
28. Dr. Jorge Estrada Sarlabous (ICIMAF)
29. Dr. Jesús Eladio Sánchez García (ICIMAF)
30. Dra. Minerva Montero Díaz (ICIMAF)
31. MC. Valentina Badía Albanés
32. Dra. Idania Urrutia Romaní
33. Dra. Sofía Behar Jenquín
34. Dr. Ignacio Pérez Izquierdo
35. MC. Leonardo Cortés Carrasquero
36. Dr. Jorge Lemagne Pérez
37. Dra. Orietta Martínez Chacón
38. Dr. Giraldo LLanio Martínez

39. Dr. Jorge Núñez Jover
40. Dra. Angelika Buntse-Gerstner (Universidad de Bremen, Alemania) (tutor)
41. MC. María del Carmen Rivalta Valladares
42. Dr. Camilo Ernesto Nápoles Estepa
43. Dr. Héctor Fidel Dache Rodríguez
44. Dra. Ada Soto Corral
45. Dr. Carlos Miguel Legón Pérez
46. Dr. Pablo Freyre Arrozarena
47. MC. Yadira Hernández Solano
48. MC. Alina Fernández Arias
49. MC. Antonio Bolufé Röhler
50. MC. Wilfredo Morales Lezca
51. Dra. Hannelore Liero (Universidad de Potsdam, Alemania)
52. Dr. Henning Laeuter (Universidad de Potsdam, Alemania)
53. MC. Luis Giraldo González
54. Dr. Omar Torres Rodríguez (Facultad Psicología, UH)
55. Dra. Tania Moreno García (Universidad de Holguín)
56. Dr. Ricardo Abreu Blaya (Universidad de Holguín)
57. Dr. Pavel Novoa Hernández (Universidad de Holguín)
58. Dr. Miguel Cruz Ramírez (Universidad de Holguín)
59. Dr.C. Efrén Vázquez Silva (Universidad de Holguín)
60. Dr.C. Rosa I. Urquiza Salgado (Universidad de Holguín)
61. MC. Maibys Sierra Lorenzo (INSMET)
62. MC. Gianni Egaña Fernández
63. Dr. Ricardo Sánchez Casanova

13. Respaldo material y administrativo del programa. Carta del Decano/Director declarando si para la ejecución se cuenta con:

Para el desarrollo del presente programa la Facultad cuenta con el respaldo material y administrativo requerido. **Dada la gestión de los integrantes del claustro, se cuenta con amplia y actualizada bibliografía formato digital relativa a las áreas temáticas que se abordan. Hemos recibido además donaciones de libros y revistas que tratan los temas de estudio propuestos.**

Se dispone de un aula (Aula de Postgrado destinada mayoritariamente a las actividades de las maestrías) **equipada con 15 puntos de red que permiten el acceso a la Intranet de la Facultad así como a Internet de ser esto necesario. Los cursos que necesiten clases en el Laboratorio lo podrán hacer en uno de los Laboratorios de la Facultad y los estudiantes de la maestría tendrán una identificación que les permitirá el acceso a los mismos en el horario de trabajo.** Se dispone también del software de actualidad requerido y se obtienen periódicamente las actualizaciones correspondientes.

El control de expedientes y documentos asociados a los procesos de gestión del presente programa pasa a la secretaría docente de la Facultad.

14.- Dictamen (anexo) de aprobación del Consejo Científico de Facultad/Centro/Cátedra y del CUPOS-UH.

Documentos adjuntos:

Anexo 1.

- Resumen del currículum de profesores y tutores según formato UHM-01,

Anexo 2:

- Carta del Decano de la Facultad de Matemática y Computación sobre el respaldo material y administrativo para el presente programa