Lineamientos complementarios de los programas de posgrado aprobados por el Consejo de Programas Docentes en cumplimiento del artículo 3 del Reglamento General de Estudios de Posgrados

CIMAT

Lineamientos complementarios para la maestría con especialidad en Matemáticas Básicas

Página en blanco

Todas las maestrías y doctorados que se imparten en el Centro de Investigación en Matemáticas están regidas por el Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) y aquí se presentan los lineamientos para la Maestría con Especialidad en Matemáticas Básicas. Este programa está dirigido sobre todo a egresados de carreras en Ciencias Exactas, y en especial en Matemáticas, aunque egresados de Ingeniería con inclinación por las matemáticas, pueden optar por él.

Capítulo I. Disposiciones Generales

Artículo 1. De acuerdo al Artículo 3 del RGEP, este ordenamiento tiene por objetivo presentar los lineamientos complementarios para el logro de los objetivos y funciones específicos de la Maestría con Especialidad en Matemáticas Básicas.

Artículo 2. Los objetivos de la Maestría con Especialidad en Matemáticas Básicas son lograr que el estudiante:

1. Adquiera un conocimiento amplio en las áreas básicas de las matemáticas.

2. Profundice y cimiente un conocimiento sólido y un manejo eficiente de las matemáticas de acuerdo a su especialidad.

3. Adquiera las formas de pensamiento y expresión propias de un profesional de la matemática.

4. Tenga la preparación necesaria para desempeñarse como docente en una institución de educación superior o colaborar con grupos multidisciplinarios dentro del sector productivo o continuar estudios doctorales.

Artículo 3. Los estudiantes de la Maestría con Especialidad en Matemáticas Básicas deberán ser estudiantes de tiempo completo.

Capítulo II.
De la admisión a la maestría con especialidad en Matemáticas Básicas

Artículo 4. La admisión al Programa de Maestría en Matemáticas Básicas se llevará a cabo anualmente. Bajo circunstancias excepcionales, a juicio de los coordinadores respectivos, se considerarán admisiones en fechas distintas a las usuales.

Artículo 5. Para ingresar al Programa de Maestría en Matemáticas Básicas se deberá cumplir con lo siguiente:

1. Cumplir los requisitos que piden los artículos 26 y 27 del RGEP.

2. Presentarse a una entrevista de preselección ante un comité, en donde se le examinará sobre conocimientos básicos. El comité en base a esa entrevista decidirá si el solicitante podrá o no presentar examen de admisión y podrá recomendar al solicitante la asistencia a un curso propedéutico previo al examen de admisión.

3. Aprobar el examen de admisión.

Capítulo III.
De la obtención del grado en la Maestría con especialidad en Matemáticas

Artículo 6. Para obtener el grado de Maestría con Especialidad en Matemáticas Básicas el estudiante deberá:

1. Satisfacer los requisitos de los artículos del Capítulo III, Título Segundo del RGEP.

2. Solicitar una Revisión de Estudios a la Dirección de Servicios Educativos, en la que conste que el solicitante haya satisfecho todos los requisitos, tanto académicos como administrativos.

Artículo 7. El estudiante deberá cursar en total un mínimo de 10 materias durante sus estudios de la maestría. Las materias no están seriadas y serán calificadas en base a tareas, exposiciones, exámenes parciales y exámenes finales. A principios de cada semestre, cada profesor que imparta una materia, deberá informar a los estudiantes su forma de evaluarla.

Las materias que deberá cursar el estudiante deberán estar organizadas de la manera siguiente:

a. En el primer semestre todos los estudiantes deberán tomar los cursos de Análisis I y Álgebra Lineal.

b. Los restantes cursos están divididos en 5 bloques: i) Álgebra, ii) Análisis, iii) Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Dinámicos, iv) Geometría y Topología y v) Variable Compleja. Y Geometría Algebraica. A lo largo de los siguientes 3 semestres el estudiante deberá tomar la primera materia de cada bloque, a saber: Álgebra I, Análisis II, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Topología I, y Variable Compleja I. Además, deberá tomar dos materias más de un mismo bloque de su elección y la décima materia podrá elegirla libremente.

Los siguientes son ejemplos típicos de materias que conforman los distintos bloques. Algunas materias pueden pertenecer a más de un bloque.

i) Bloque de Álgebra: Álgebra I, Álgebra Lineal II (álgebra multilineal, álgebras de Lie), Álgebra 2 (seminario de tópicos especiales) etc.

ii) Bloque de Análisis: Análisis II, Análisis Funcional I, Análisis Funcional II, Ecuaciones Diferenciales Parciales etc.

iii) Bloque de Ecuaciones Diferenciales y Sistemas Dinámicos: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, Sistemas Dinámicos I, Sistemas Dinámicos II, Ecuaciones Diferenciales Parciales etc.

iv) Bloque de Geometría y Topología: Topología I, Topología II, Topología Diferencial, Geometría Riemanniana etc.

v) Bloque de Variable Compleja y Geometría Algebraica: Variable Compleja I, Variable Compleja II, Geometría Algebraica I etc.

Artículo 8. De acuerdo al Artículo 32 parte II, del RGEP, para la obtención del grado de Maestro es requisito aprobar el examen del idioma inglés. Con este propósito se cuenta con el Laboratorio de Idiomas del CIMAT. Es obligatorio para los estudiantes presentar el examen de selección del idioma inglés al inicio del primer semestre de su Programa, de acuerdo a las fechas publicadas por la Dirección de Servicios Educativos. De no aprobar el examen será obligatorio para el estudiante asistir y aprobar los niveles de inglés que le correspondan, en el Laboratorio de Idiomas del CIMAT.

Capítulo IV.
De los exámenes Generales y/o tesis

Según el Artículo 32, III del RGEP cada programa debe determinar si para la obtención del grado se requerirán presentar exámenes generales y/o tesis. La reglamentación general de los exámenes generales aparece en el Artículo 52 y de la tesis para obtener el grado, en los Artículos 34 y 54 del RGEP.

Artículo 9. Para obtener el grado en la Maestría en Matemáticas con especialidad en Matemáticas Básicas, el estudiante tendrá dos opciones:

Opción 1. Aprobar tres exámenes generales obligatorios (Análisis, Álgebra Lineal, Ecuaciones Diferenciales) y dos exámenes generales optativos escogidos entre las siguientes materias

1. Álgebra Moderna
2. Análisis II (Teoría de la Medida)
3. Análisis Funcional
4. Ecuaciones Diferenciales Parciales
5. Geometría Algebraica
6. Geometría Diferencial
7. Sistemas Dinámicos
8. Topología
9. Topología Diferencial
10. Variable Compleja

Una vez elegido un examen, éste tendrá que ser aprobado según se especifica en el Artículo11 de estos lineamientos.

Opción 2: Pasar los tres exámenes generales obligatorios y elaborar una tesis calificada por un jurado.

Artículo 10. Los exámenes generales se programarán semestralmente. Los exámenes generales obligatorios se aplicarán en tres días consecutivos y los optativos a la siguiente semana. Al principio de cada semestre se anunciarán las fechas en que estos exámenes serán aplicados. Las inscripciones a los exámenes generales se cerrarán tres semanas antes de la fecha de su aplicación. Una vez inscrito, el alumno no se podrá dar de baja, si no se presenta al examen, habrá perdido una de las oportunidades para acreditarlo. De preferencia los estudiantes deberán presentar los exámenes generales obligatorios en los dos primeros semestres y los otros dos durante el segundo año.

Artículo 11. En caso de reprobación de algún examen general, el estudiante contará con una segunda oportunidad para la acreditación de este examen. Si no lograra acreditar alguno de los exámenes en la segunda oportunidad, el alumno deberá solicitar por escrito al CPD la revisión de su caso y éste determinará si procede una única nueva oportunidad.

Anexo I.
Temario de los exámenes generales obligatorios

Análisis I. Temario

1. Topología en Rn
1.1 Sucesiones y series en R y Rn
1.2 Infimos y supremos, límites inferiores y superiores
1.3 Conjuntos abuiertos y cerrados en Rn
1.4 Conjuntos compactos
1.5 Conjuntos conexos y conexos por trayectorias
1.6 Teoremas de Heine-Borel y Bolzano-Weierstrass

2. Funciones Continuas
2.1 Compacidad y continuidad
2.2 Conexidad y continuidad
2.3 Continuidad uniforme

3. Derivación en Rn
3.1 La derivada como transformación lineal. Gradiente
3.2 Condiciones para la diferenciabilidad
3.3 Regla de la cadena
3.4 Multiplicadores de Lagrange
3.5 Teorema de Taylor
3.6 Teorema de la función inversa
3.7 Teorema de la función implícita

4. Integración en Rn
4.1 Propiedades
4.2 Teorema de cambio de variable
4.3 Integral de línea
4.4 Teorema Fundamental del Cálculo
4.5 Teorema de Fubini
4.5 Teoremas de Green, Gauss y Stokes

5. Sucesiones y series de funciones
5.1 Convergencia puntual y uniforme
5.2 Convergencia uniforme y continuidad, integrabilidad, derivabilidad

Bibliografía

1. R. Courant and F. John, *Introduction to calculus and analysis*, Vol. 2. Wiley, 1974.
2. S. Lang, *Real Analysis I*, Addison Wesley, 1983.
2. J. Marsden, *Elementary classical analysis,* W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1974.
3. W. Rudin, *Principios de análisis matemático*, McGraw-Hill, 1980.
4. M. Spivak, *Calculus on Manifolds*.

Álgebra Lineal. Temario

1. Eliminación Gaussiana
1.1 Eliminación Gaussiana
1.2 Factorización Triangular

2. La teoría de Ecuaciones Lineales Simultáneas
2.1 Espacios vectoriales, subespacios, independencia lineal, bases, dimensión
2.2 Soluciones de m ecuaciones con n incógnitas
2.3 Los cuatro espacios fundamentales
2.4 Ortogonalidad de vectores
2.5 Ortogonalidad de subespacios

3. Proyecciones Ortogonales y Mínimos Cuadrados
3.1 Productos interiores y proyecciones sobre líneas
3.2 Proyecciones sobre subespacios y aproximaciones con mínimos cuadrados
3.3 Bases ortogonales, matrices ortogonales, ortogonalización
3.4 La seudoinversa y la descomposición en valores singulares

4. Determinantes
4.1 Propiedades, fórmulas y aplicaciones

5. Valores y Espacios Propios
5.1 Forma diagonal de una matriz
5.2 Forma canónica de Jordan
5.3 Ecuaciones diferenciales y las potencias Ak
5.4 Ecuaciones Diferenciales y la exponencial exp(At)
5.5 El caso complejo. Matrices hermitianas y unitarias
5.6 Formas canónicas para matrices simétricas, antisimétricas, hermitianas y subhermitianas

6. Formas Bilineales
6.1 Formas bilineales semétricas
6.2 Formas bilineales antisimétricas
6.3 Matrices positivas definidas
6.4 Signatura de formas bilineales simétricas
6.5 Métodos para el cálculo de la signatura

Bibliografía

1. J. Fraleigh and Beauregard, *Linear algebra*, Addison-Wesley, 1990.
2. G. Strang, *Linear algebra and its applications*, Academic Press, 1980.
3. P. J. Knopp, *Linear algebra, an introduction*, Hamilton Pub. Co.
4. K. Hoffman y R. Kunze, *Álgebra lineal*, Ed. Prentice-Hall Int., 1982.
5. W. Greub, *Linear algebra. Graduate Texts in Math*, Springer-Verlag, 1975.

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I Temario

1. Métodos Clásicos para Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden
1.1 Ecuaciones diferenciales lineales
1.2 Ecuaciones diferenciales separables
1.3 Ecuaciones diferenciales homogéneas
1.4 Ecuaciones diferenciales exactas

2. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales
2.1 Sistema homogéneo
2.2 Caso de coeficientes constantes. Exponencial de una matriz

2.3 Sistema no-homogéneo. Método de variación de parámetros y de coeficientes indeterminados
2.4 Ecuaciones diferenciales de segundo orden
2.5 Ecuaciones diferenciales lineales dependientes del tiempo. Soluciones en serie
2.6 Ejemplos y aplicaciones

3. Teoría básica
3.1 Existencia y unicidad. Método de aproximaciones sucesivas
3.2 Dependencia continua o diferenciable respecto a condiciones iniciales y parámetros
3.3 Ecuación autónoma. Espacio Fase
3.4 Primeras integrales

4. Estabilidad
4.1 Clasificación de Puntos de equilibrio
4.2 Hiperbolicidad de Puntos de equilibrio
4.3 Coordenadas Polares
4.4 Teorema de Liapunov

Bibliografía

1. V. I. Arnold, *Ordinary differential equations,* MIT Press, 1973.
2. R. Courant y D. Hilbert, *Methods of mathematical physics*, Interscience Publishers, New York, 1953.
3. M. Hirsch and S. Smale, *Differential equations, dynamical systems and linear algebra*, Academic Press, New York, 1974.
4. W. Hurewicz, *Lectures on Ordinary Differential Equations*, Dover.
5. V. V. Nemytskii and V. V. Stepanov, *Qualitative theory of ordinary differential equations*, Princeton University Press, 1960.
6. M. Braun, *Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones*, Grupo Editorial Iberoamérica, 1990.

Anexo II.
Temarios de los exámenes generales optativos

1. Álgebra I

Objetivos

1. Reforzar y completar el conocimiento de las estructura algebraicas básicas adquirido durante la licenciatura, buscando un manejo maduro tanto en su parte formal como en la operativa.
2. Proporcionar los elementos necesarios para proseguir en diversas direcciones del álgebra, como la teoría de módulos, la teoría de representaciones de álgebras, y el álgebra conmutativa.
3. Proporcionar la base necesaria para la utilización del álgebra en otras áreas, como en la geometría o topología.

Temario

1. Grupos
1.1 Grupo
1.2 Subgrupo
1.3 Grupo cociente
1.4 Extensiones de grupos
1.5 El grupo conmutador

2. Anillos
2.1 Subanillo
2.2 Ideal
2.3 Anillo cociente
2.4 El anillo de polinomios
2.5 El anillo de fracciones

3. Campos
3.1 Campo
3.2 Dominio entero
3.3 Ideales primos
3.4 El campo de cocientes de un dominio entero

4. Módulos
4.1 Módulos izquierdos y derechos, el anillo opuesto
4.2 Módulos cociente, sucesiones exactas
4.3 Intersección y suma de submódulos
4.4 Bases y módulos libres
4.5 Espacios vectoriales

5. Operaciones básicas en módulos 1.
5.1 La aplicación Hom
5.2 La suma directa y el producto directo
    i. La propiedad universal
5.3 El producto tensorial
    i. La propiedad universal
    ii. Cambio de base

6. Representaciones de grupos
6.1 Subrepresentaciones
6.2 La representación regular
6.3 Teoremas de descomposición para grupos finitos
6.4 El caracter de una representación. El lema de Schur
6.5 Relaciones de ortogonalidad

Bibliografía

1. K. Anderson and F. Fuller, *Rings and categories of modules*, Springer-Verlag, 1974.
2. G. Birkhoff and S. MacLane, *A survey of modern algebra*, Macmillan Publishing Co., New York, 1977.
3. T. Hungerford, *Algebra*, Springer-Verlag 1980.
4. N. Jacobson, *Basic algebra*, W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1980.
5. S. Lang, *Algebra*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading Mass., 1978.
6. J. Rotman, *The theory of groups*, Allyn and Bacon, 1978.
7. R. Shaw, *Linear algebra and group representations*, Vol. I. Academic Press, London, 1982.
8. B. L. Van der Waerden, *Algebra*, Vol. I and II, Frederick Ungar Publishing, 1970.

2. Análisis II
(Medida e Integral de Lebesgue en Rn)

Objetivos

1. Construir la medida y la integral de Lebesgue en R , y establecer sus propiedades básicas.
2. Construir la medida y la integral de Lebesgue en Rn. Este desarrollo se efectuará sin repetir lo análogo a R , sino enfatizando conceptos y resultados nuevos como la medida producto y los teoremas de Fubini y Tonelli.
3. Motivar la necesidad de estudiar espacios de medida abstractos, e introducir conceptos básicos.

Temario

1. Medida de Lebesgue en Rn
1.1 Medida exterior. Medida producto en Rn (n>2)
1.2 Conjuntos medibles Aproximación de conjuntos medibles por conjuntos borelianos.
1.3 Criterio de Carathéodory
1.4 Conjuntos de medida finita
1.5 Invarianza de la medida de Lebesgue bajo traslaciones
1.6 Conjuntos de medida cero . Propiedades que se cumplen casi todas partes
1.7 El conjunto de Cantor
1.8 Un conjunto no-medible
1.9 Sigma álgebra de Borel

2. Funciones medibles
2.1 Operaciones algebraicas con funciones medibles
2.2 Medibilidad de una función continua
2.3 Límite de funciones medibles

3. Integral de Lebesgue
3.1 La Integral para funciones simples no-negativas
3.2 La Integral para funciones medibles no-negativas
3.3 Teorema de convergencia monótona

3.4 Aproximación de funciones medibles por funciones simples
3.5 La integral en el caso general Monotonía -aditividad respecto al dominio Linealidad
3.6 Lema de Fatou y teorema de convergencia dominada
3.7 Relación con la integral de Riemann (n=1)
3.8 Relación con las integrales impropias (n=1)
3.8 Medida producto. Teoremas de Fubini y de Tonelli
3.9 El espacio Funciones continuas con soporte compacto. Integración de Riemann compleja

4. Introducción a la teoría de la medida abstracta
4.1 Espacio medible
4.2 Funciones medible
4.3 Medida y espacio de medida
4.4 Integral correspondiente a una medida

Bibliografía

1. R.G. Bartle, *The elements of integration and Lebesgue measure*, J. Wiley and Sons, New York, 1995.
2. 2 .J. C. Burkill, *The Lebesgue integral, Cambridge University Press*, London, 1951.
3. F. Galaz Fontes, *Medida e integral de Lebesgue en Rn. Notas de clase*, CIMAT, México 1996.
4. H. Royden, *Real analysis,* McMillan Publishing Co., New York, 1968.
5. A. Kolmogorov and S. Fomín, *Introductory real analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J., 1970.
6. W. Rudin, *Real and Complex analysis*, McGraw-Hill, New Delhi, 1978.

3. Análisis Funcional I

Objetivos

1. Motivar la necesidad de introducir los espacios de Banach y presentar los ejemplos clásicos: B(A), C(K), lp, Lp.

2. Desarrollar las propiedades elementales de los espacios de Banach y destacar los espacios de Hilbert.

3. Estudiar las propiedades básicas de los operadores lineales continuos y establecer los tres principios fundamentales del análisis funcional: teoremas de Hahn-Banach, del acotamiento uniforme y de la gráfica cerrada.

Temario

1. Topología en espacios normados
1.1 Introducción
1.2 Espacio topológico
1.3 Espacio métrico
1.4 Teorema de contracción

2. Espacios de Banach
2.1 Estructura algebraica
2.2 Norma
2.3 Completez
2.4 Los espacios clásicos de Banach: B(A), C(K), lp, L2
2.5 Completación de un espacio normado
2.6 Espacio normado cociente
2.8 Normas equivalentes

3. Espacios de Hilbert
3.1 Desigualdad de Schwarz
3.2 Proyección ortogonal, complemento ortogonal
3.3 Base ortonormal. Series de Fourier
3.4 Los espacios de Hilbert clásicos l2, L2.
3.5 Teorema de representación de Riesz

4. Dualidad
4.1 Espacio dual
4.2 El espacio dual de lp
4.3 Espacio bidual e identificación canónica de X en su bidual

5. Operadores lineales continuos
5.1 Propiedades básicas
5.2 Teorema de Hahn-Banach
5.3 Operador transpuesto
5.4 Teorema de categoría de Baire
5.5 Teorema de acotamiento uniforme
5.6 Teoremas de la gráfica cerrada y del mapeo abierto
5.7 Operadores compactos

Bibliografía

1. G. Bachman y L. Narici, *Functional analysis, Academic Press*, New York, 1966.
2. H. Fetter y B. Gamboa, *Introducción al análisis funcional y a la geometría de espacios de Banach*, Grupo Ed. Iberoamérica, 1997.
3. J.A. Canavati, *Introducción al análisis funcional*, Fondo de Cultura Económica, 1998.
4. A. *Kolmogorov and S. Fomín, Introductory real analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J., 1970.
5. S. Lang, *Real analysis*, Addison-Wesley, Reading Mass., 1969.
6. F. Riesz and B. Sz Nagy, *Functional analysis*, Frederick Ungar, New York, 1958.
7. W. Rudin, *Functional analysis*, Mc-Graw-Hill, 1991.

4. Ecuaciones Diferenciales Parciales

Temario

1. Ecuaciones de Primer Orden
1.1 Ecuaciones Lineales
1.2 Ecuaciones quasi-lineales
1.3 Ecuación general de primer orden
1.4 Aplicaciones

2. Ecuaciones de Segundo Orden en dos Variables
2.1 Características de ecuaciones quasi-lineales
2.2 La ecuación lineal de segundo orden
2.3 Clasificación de ecuaciones de segundo orden

3. La ecuación de onda
3.1 El método de promedios esféricos
3.2 El método de descenso de Hadamard
3.3 El principio de Duhamel
3.4 Aplicaciones

4. La Ecuación de Laplace
4.1 Las identidades de Green
4.2 El principio del Máximo
4.3 El Problema de Dirichlet
4.4 El Método de Perron de funciones sub-armónicas
4.5 Aplicaciones

5. La Ecuación del Calor
5.1 El Problema de Cauchy
5.2 El principio del Máximo
5.3 Unicidad y Regularidad
5.4 Aplicaciones

Bibliografía

1. J. M. Cooper, *Introduction to partial differential equations with MatLab*, Birkhauser, Boston, 2000.
2. L.C. Evans, *Partial differential equations*, AMS, Providence, 1998.
3. F. John, *Partial differential equations*, Springer-Verlag, New York, 1986.
4. J. Ockendon, S. Howison, A. Lacey, A. Movchan, *Applied partial differential equations*, Oxford University Press, 1999.

5. Geometría Algebraica

Objetivos

A partir de mediados del siglo pasado y en particular en las últimas décadas, la Geometría Algebraica ha tenido gran desarrollo. Debido a su interacción con otras ramas de la matemática también su desarrollo ha sido en varias direcciones.

Para poder entender la Geometría Algebraica moderna es necesario que el alumno esté familiarizado con los conceptos básicos de anillos, ideales, polinomios y topología. El objetivo de esta materia es que el alumno, a partir de esos conocimientos básicos, conozca y pueda dar ejemplos de variedades afines y proyectivas, así como algunos de los principales teoremas y aplicaciones de estos teoremas y que desarrolle la teoría de curvas algebraicas desde el punto de vista de la Geometría Algebraica moderna.

Temario

1. Variedades afines
Definición, propiedades y ejemplos de conjuntos algebraicos, curvas afines, variedades afines, el ideal de una variedad.
1.1 Descomposición en irreducibles, Teorema de los ceros de Hilbert, ejemplos.
1.2 Curvas planas, propiedades, invariantes, ejemplos.

2. Variedades proyectivas
2.1 Definición, propiedades y ejemplos de conjunto algebraico proyectivo, curvas proyectivas planas y curvas proyectivas complejas, variedades proyectivas.
2.2 Ideales homogéneos de variedades proyectivas. Teorema de Bezout. Singularidades.

3. Topología
3.1 Topología de Zariski y sus propiedades.
3.2 Topología Analitica de variedades complejas no singulares. Dimensión de variedades, subvariedades, productos de variedades, familias de variedades, funciones entre variedades, cubrientes, funciones racionales, ejemplos.

Bibliografía

1. M. Atiyah and MacDonald, *Introduction to commutative algebra*, Addison-Wesley, New York, 1969.
2. W. Fulton, *Algebraic curves, mathematics lecture note series*, W.A. Benjamin, INC. 1974.
3. P. Griffiths, *Introduction to algebraic curves, translation of mathematical monographs 76*, AMS, 1989.
4. J. Harris, *Algebraic geometry: a first course*, Springer-Verlag, New York, 1992.
5. R. Hartshorne, *Algebraic geometry*, Springer-Verlag, New York, 1977.
6.F. Kirwan, *Complex algebraic curves, London Math*, Soc., Student texts 23, 1992.
7. R. Miranda, *Algebraic curves and Riemann surfaces*, *Graduate Studies in Mathematics,* vol. 5, AMS, 1995.
8. M. Reid, *Undergraduate Algebraic geometry*, Lon. Math. Soc. Student Texts 12, 1990.

7. Sistemas Dinámicos

Temario

1. Ejemplos
1.1 Ecuación de Lorentz
1.2 Ecuación de Duffing
1.3 Ecuación de Van Der Pol
1.4 Sucesión de Fibonacci
1.5 Difeomorfismos del círculo

2. Teoría local
2.1 Teorema del flujo tubular
2.2 Sistemas lineales
2.3 Singularidades y puntos fijos hiperbólicos
2.4 Estabilidad y clasificación local
2.5 Variedades invariantes

3. Genericidad y estabilidad de sistemas dinámicos
3.1 Teorema de Kupka-Smale
3.2 Estabilidad de campos Morse-Smale

4. Introducción a dinámica unidimensional
4.1 Número de rotación
4.2 Teoría de Denjoy

Bibliografía

1. J. Guckenheimer and P. Holmes, *Nonlinear oscillations, dynamical systems and bifurcation of vector fields*, Springer-Verlag, 1983.
2. A. Katok and B. Hasselblat, *Introduction to the modern theory of dynamical systems*, Cambridge University Press, 1995.
3. R. Mañé, Ergodic theory and differentiable dynamics, Springer-Verlag, 1987.
4. J. Palis, W. de Mello, *Geometrical theory of dynamical systems,* Springer-Verlag, 1982.
5. M. Shub, *Global stability of dynamical systems*, Springer-Verlag, 1987

7. Sistemas Dinámicos II

Temario

1. Conjuntos hiperbólicos
1.1 Definición y métricas adaptadas
1.2 Ejemplos: sistemas Anosov, herradura de Smale, solenoide, atractor de Plykin.

2. Variedad estable
2.1 Automorfismos hiperbólicos
2.2 La transformación de la gráfica

3. Consecuencias de la hiperbolicidad
3.1 Expansividad

3.2 Lema de sombreado
3.3 Estabilidad

4. Introducción a la teoría ergódica
4.1 Elementos de teoría de la medida
4.2 Medidas invariantes y teorema de recurrencia de Poincaré.
4.3 Teorema de Birkhoff y definición de ergodicidad
4.4 Ejemplos: Hamiltonianos, shifts, fracciones continuas

Bibliografía

1. J. Guckenheimer and P. Holmes, *Nonlinear oscillations, dynamical systems and bifurcation of vector fields*, Springer-Verlag, 1983.
2. A. Katok and B. Hasselblat, *Introduction to the modern theory of dynamical systems*, Cambridge University Press, 1995.
3. R. Mañé, *Ergodic theory and differentiable dynamics*, Springer-Verlag, 1987.
4. J. Palis, W. de Mello, Geometrical theory of dynamical systems. Springer-Verlag, 1982.
5. M. Shub, *Global stability of dynamical systems*, Springer-Verlag, 1987.

8. Topología I

Objetivos

- Que el alumno conozca y utilice con habilidad los conceptos fundamentales de la topología general de conjuntos.
- Que el alumno domine los rudimentos de la topología algebraica.
- Que el alumno conozca la teoría básica de los espacios cubrientes.

Temario

1. Topología de conjuntos
1.1 Espacios topológicos y conceptos fundamentales (vecindades, bases, etc.)
1.2 Funciones continuas y homeomorfismos
1.3 Subespacios, productos, sumas y cocientes de espacios topológicos

1.4 Espacios conexos y espacios compactos; teorema de Tychonoff
1.5 Axiomas de separación
1.6 Lema de Urysohn y teorema de extensión de Tietze

2. El grupo fundamental y espacios cubrientes
2.1 Motivación: clasificación de variedades de dimensión dos
2.2 Conexidad por trayectorias
2.3 El grupo fundamental; definición y comportamiento bajo funciones continuas
2.4 Grupo fundamental de un producto
2.5 Paréntesis algebraico: grupos libres y productos libres
2.6 Teorema de Van Kampen y sus aplicaciones; el grupo fundamental de una superficie compacta y el grupo fundamental del complemento de un nudo
2.7 Espacios cubrientes
2.8 Levantamiento de homotopías
2.9 Transformaciones cubrientes y acción del grupo fundamental
2.10 Cubrientes regulares, cocientes y correspondencia fundamental entre cubrientes y subgrupos normales
2.11 Existencia del cubriente universal

Bibliografía

1. R. Bott and L. Tu, *Differential forms in algebraic topology. Graduate texts in Math*, Ser., Springer-Verlag, New York, 1982.
2. V. Guillemin and A. Pollack, *Differential topology*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1974.
3. W. Massey, *Algebraic topology: an introduction*, Graduate texts in Math. Ser. Vol. 56, Springer-Verlag, New York, 1977.
4. J. Milnor, *Topology from a differential viewpoint*, University of Virginia Press, 1965.
5. H. Schubert, *Topology*, Allyn and Bacon Inc., Boston, 1968.
6. I. Singer and J. Thorpe, *Lecture notes on elementary topology and geometry, Undergraduate texts in Math*, Ser., Springer-Verlag, New York, 1967.
7. M. Spivak, *Calculus on manifolds*, Benjamin, New York, 1965.
8. S. Willard, *General topology*, Addison-Wesley, Reading Massachusetts, 1970.

8. Topología II

Objetivos

1. Introducir al alumno a las teorías de homología. El curso tiene por objeto establecer la relación existente entre el grupo fundamental y el primer grupo de homología, así como estudiar el anillo de cohomología de una variedad topológica.
2. Capacitar al alumno para abordar temas de geometría y de topología más avanzados como variedades, homotopía, homología, nudos, etc.

Temario

1. Homología y cohomología singular
1.1 Geometría de los complejos simpliciales; subdivisiones baricéntricas
1.2 Teorema de la aproximación simplicial
1.3 Complejos celulares
1.4 Grupos de homología singular
1.5 Invariancia homotópica de la homología
1.6 Relación entre pi_1 y H_1
1.7 Homología relativa
1.8 Sucesión exacta larga de homología
1.9 Sucesión de Mayer-Vietoris y aplicaciones
1.10 Cálculo de números de incidencia
1.11 La fórmula de la traza y el teorema de Lefschetz del punto fijo
1.12 Cohomología singular
1.13 Anillo de cohomología
1.14 Dualidad de Poincaré.

Bibliografía

1. R. Bott and L. Tu, *Differential forms in algebraic topology. Graduate texts in Math*, Ser., Springer-Verlag, New York, 1982.
2. M. Greenberg and J. Harper, *Algebraic topology, a first course*, Benjamin/ Cummings Pub, Co., Reading Massachusetts, 1981.

3. V. Guillemin and A. Pollack, *Differential topology*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1974.
4. J. Milnor, *Topology from a differential viewpoint*, University of Virginia Press, 1965.
5. H. Schubert, *Topology*, Allyn and Bacon Inc., Boston, 1968.
6. I. Singer and J. Thorpe, *Lecture notes on elementary topology and geometry, Undergraduate texts in Math*, Ser., Springer-Verlag, New York, 1967.
7. M. Spivak, *Calculus on manifolds*, Benjamin, New York, 1965.
8. J. Vick, *Homology theory. Academic Press*, New York, 1973.

10. Variable compleja. Temario

1. Funciones analíticas.
1.1 Propiedades básicas de la diferenciación.
1.2 Funciones elementales: exponencial, logaritmo (ramas del logaritmo), raíces.
1.3 Las ecuaciones de Cauchy Riemann

2. Teorema de Cauchy.
2.1 Integrales de contorno
2.2 Fórmula integral de Cauchy
2.3 Teorema de Liouville
2.4 Teorema de Morera
2.5 Principio del módulo máximo

3. Representación en series
3.1 Series de potencias y teorema de Taylor.
3.2 Series de Laurent
3.3 Clasificación de singularidades

4. Cálculo de residuos
4.1 Cálculo de residuos
4.2 El teorema del residuo
4.3 Cálculo de integrales definidas

5. Temas selectos adicionales: Propiedades elementales de
5.1 Aplicaciones conformes (definición, relación con analiticidad, proyección estereográfica)
5.2 Continuación analítica (definición, principio de reflexión de Schwarz)
5.3 Teorema de Rouché y principio del argumento.

Bibliografía

1. L. Ahlfors, *Complex analysis*, Mc-Graw-Hill, 1979.
2. N. Levinson and R. Ledheffer, *Complex variables*, McGraw-Hill, 1970.
3. J. Marsden and Hoffman, *Basic complex analysis*, Freeman. 1987.
4. R. Nevanlinna and V. Paatero, *Introduction to complex analysis*, Addison-Wesley, 1969.