

**PLAN DE ESTUDIOS**

**DOCTORADO EN CIENCIAS  
CON ORIENTACIÓN EN  
MATEMÁTICAS BÁSICAS**

# PLAN DE ESTUDIOS



CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## PLAN DE ESTUDIOS

### DOCTORADO EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN MATEMÁTICAS BÁSICAS

Nombre del Posgrado

30 NOV. 2000

Vigencia

**ANTECEDENTES ACADÉMICOS DE INGRESO DEL ALUMNO:  
TÍTULO DE LICENCIATURA O GRADO DE MAestrÍA EN CIENCIAS  
EN EL ÁREA DE CIENCIAS EXACTAS, CIENCIAS NATURALES O INGENIERÍA.**

**MODALIDAD: ESCOLARIZADA**

**DURACIÓN DEL CICLO: SEMESTRAL, CON 15 SEMANAS EFECTIVAS DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS**

**CLAVE DEL PLAN DE ESTUDIOS: 2 0 0 0**

#### Objetivos Generales del Plan de Estudios

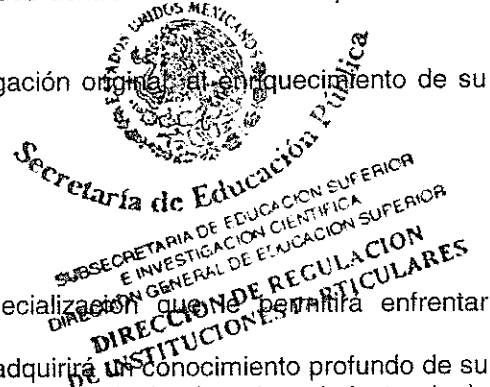
El Programa de Actividades Académicas del *Doctorado en Ciencias con Orientación en Matemáticas Básicas* tiene los siguientes objetivos:

1. Proporcionar un conocimiento básico sobre el cual se pueda fundamentar una sólida cultura matemática, propiciando y fomentando que los estudiantes desarrollen activamente una manera propia de pensar y trabajar profesionalmente problemas matemáticos.
2. Lograr que el alumno pueda acceder a los problemas y corrientes actuales dentro de un área de especialización de la matemática
3. Lograr que el estudiante contribuya mediante el desarrollo de investigación original al enriquecimiento de su área de especialización.

#### Perfil del egresado

El estudiante

- Adquirirá una sólida cultura matemática en su área de especialización que le permitirá enfrentar exitosamente problemas de interés actual en dicha área.
- Podrá manejar eficientemente el lenguaje de las matemáticas y adquirirá un conocimiento profundo de su especialidad, que le permitirán a través de investigación original contribuir al enriquecimiento de la matemática.
- Estará capacitado para la docencia en matemáticas o carreras afines tanto en el nivel de licenciatura como en el de posgrado
- Obtendrá la formación necesaria para un óptimo desempeño en el sector productivo.

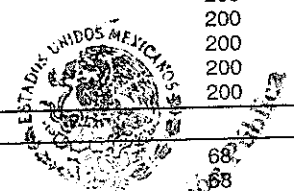




CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

Asignaturas	Clave	Hrs./Semestre/ T. Docente	Hrs./Semestre/T. Individual	Créditos
Actividades Académicas Especiales I	90AAE01	60	68	8
Actividades Académicas Especiales II	90AAE02	60	68	8
Álgebra II	90ALG02	60	68	8
Análisis II	90ANA02	60	68	8
Análisis Armónico	90AAR01	60	68	8
Análisis Funcional I	90AFU01	60	68	8
Análisis Funcional II	90AFU02	60	68	8
Análisis Funcional Aplicado	90AFA01	60	68	8
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias II	90EDO02	60	68	8
Geometría Algebraica I	90GAL01	60	68	8
Geometría Algebraica II	90GAL02	60	68	8
Geometría Diferencial I	90GDI01	60	68	8
Geometría Diferencial II	90GDI02	60	68	8
Medida e Integración	90MEI01	60	68	8
Seminario de Investigación I	90SIN01	120	200	0
Seminario de Investigación II	90SIN02	120	200	0
Seminario de Investigación III	90SIN03	120	200	0
Seminario de Investigación IV	90SIN04	120	200	0
Seminario de Tesis I	90STE01	120	200	20
Seminario de Tesis II	90STE02	120	200	20
Seminario de Tesis III	90STE03	120	200	20
Seminario de Tesis IV	90STE04	120	200	20
Seminario de Tesis V	90STE05	120	200	20
Seminario de Tesis VI	90STE06	120	200	20
Sistemas Dinámicos I	90SDI01	60	68	8
Sistemas Dinámicos II	90SDI02	60	68	8
Topología II	90TOP02	60	68	8
Variable Compleja II	90VCO02	60	68	8
Temas Selectos de Álgebra I	90TSA01	60	68	8
Temas Selectos de Álgebra II	90TSA02	60	68	8
Temas Selectos de Álgebra III	90TSA03	60	68	8
Temas Selectos de Álgebra IV	90TSA04	60	68	8
Temas Selectos de Análisis I	90SAN01	60	68	8
Temas Selectos de Análisis II	90SAN02	60	68	8
Temas Selectos de Análisis III	90SAN03	60	68	8
Temas Selectos de Análisis IV	90SAN04	60	68	8



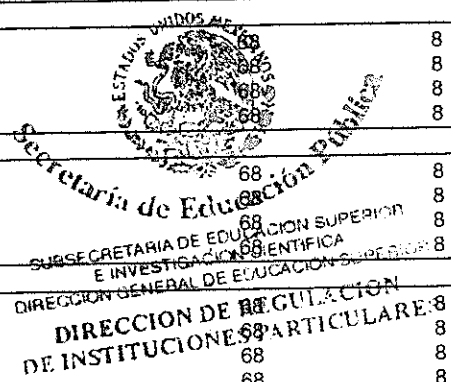
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
 DIRECCIÓN DE REGISTRO DE INSTITUCIONES PARTICULARES



CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

Temas Selectos de Análisis Numérico I	90SNU01	60	68	8
Temas Selectos de Análisis Numérico II	90SNU02	60	68	8
Temas Selectos de Análisis Numérico III	90SNU03	60	68	8
Temas Selectos de Análisis Numérico IV	90SNU04	60	68	8
Temas Selectos de Computación I	90SCO01	60	68	8
Temas Selectos de Computación II	90SCO02	60	68	8
Temas Selectos de Computación III	90SCO03	60	68	8
Temas Selectos de Computación IV	90SCO04	60	68	8
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales I	90SED01	60	68	8
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales II	90SED02	60	68	8
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales III	90SED03	60	68	8
Temas Selectos de Ecuaciones Diferenciales IV	90SED04	60	68	8
Temas Selectos de Física Matemática I	90SFM01	60	68	8
Temas Selectos de Física Matemática II	90SFM02	60	68	8
Temas Selectos de Física Matemática III	90SFM03	60	68	8
Temas Selectos de Física Matemática IV	90SFM04	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Algebraica I	90SGAL01	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Algebraica II	90SGAL02	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Algebraica III	90SGAL03	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Algebraica IV	90SGAL04	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Diferencial I	90SGD01	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Diferencial II	90SGD02	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Diferencial III	90SGD03	60	68	8
Temas Selectos de Geometría Diferencial IV	90SGD04	60	68	8
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas I	90SMA01	60	68	8
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas II	90SMA02	60	68	8
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas III	90SMA03	60	68	8
Temas Selectos de Matemáticas Aplicadas IV	90SMA04	60	68	8
Temas Selectos de Métodos Estadísticos I	90SME01	60	68	8
Temas Selectos de Métodos Estadísticos II	90SME02	60	68	8
Temas Selectos de Métodos Estadísticos III	90SME03	60	68	8
Temas Selectos de Métodos Estadísticos IV	90SME04	60	68	8
Temas Selectos de Probabilidad I	90SPR01	60	68	8
Temas Selectos de Probabilidad II	90SPR02	60	68	8
Temas Selectos de Probabilidad III	90SPR03	60	68	8
Temas Selectos de Probabilidad IV	90SPR04	60	68	8
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos I	90SSD01	60	68	8
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos II	90SSD02	60	68	8
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos III	90SSD03	60	68	8
Temas Selectos de Sistemas Dinámicos IV	90SSD04	60	68	8
Temas Selectos de Teoría Estadística I	90TSE01	60	68	8
Temas Selectos de Teoría Estadística II	90TSE02	60	68	8
Temas Selectos de Teoría Estadística III	90TSE03	60	68	8
Temas Selectos de Teoría Estadística IV	90TSE04	60	68	8
Temas Selectos de Topología I	90STO01	60	68	8
Temas Selectos de Topología II	90STO02	60	68	8
Temas Selectos de Topología III	90STO03	60	68	8
Temas Selectos de Topología IV	90STO04	60	68	8





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

Temas Selectos Variable Compleja I	90SVC01	60	68	8
Temas Selectos Variable Compleja II	90SVC02	60	68	8
Temas Selectos Variable Compleja III	90SVC03	60	68	8
Temas Selectos Variable Compleja IV	90SVC04	60	68	8

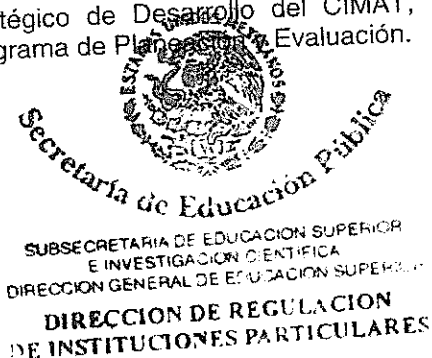
Mínimo de créditos requeridos para cubrir el Plan de Estudios del Doctorado: **160 Créditos**


### Evaluación y actualización periódica del Plan de Estudios

La evaluación y la actualización del Plan de Estudios estarán determinadas por las sugerencias y recomendaciones que realiza periódicamente el Comité de Evaluación de los Programas de Posgrado, para la permanencia en el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia del Consejo Nacional de Ciencia Tecnología (CONACYT), bajo el siguiente marco de referencia:

- Contexto del Programa evaluado.
- Planta Académica.
- Plan de Estudios.
- Alumnos.
- Área y líneas de investigación.
- Productividad científica y/o tecnológica de la planta académica.
- Infraestructura de apoyo y física.
- Vinculación e impacto en los sectores social y productivo.
- Compromiso institucional.

Así como también por los criterios determinados por el propio Plan Estratégico de Desarrollo del CIMAT, contemplados en sus lineamientos de Fortalecimiento de la Enseñanza y su Programa de Planes de Evaluación.



  
**GLORIA SANTOS MATEOS**  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN CURRICULAR  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

**2 ABR. 2002**



CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## CRITERIOS NORMATIVOS GENERALES DEL PROGRAMA

### Desarrollo del Plan de Estudios

El Programa Doctoral es semestral y contempla como mínimo quince semanas efectivas de clase con sesenta horas de teoría por semestre con docente para cada asignatura, más sesenta y ocho horas de trabajo individual. Ciento veinte horas por semestre por Seminario de Tesis y doscientas horas de investigación individual.

Se tratará que el desarrollo del Plan de Estudios para cada estudiante adquiera un carácter personalizado, en función de sus antecedentes académicos, y de la orientación o área de interés en sus estudios de doctorado.

El Plan de Trabajo para obtener el doctorado, estará diseñado para realizarse en seis semestres en el caso de un estudiante con maestría, y en general no deberá exceder de diez semestres.

Se podrán cursar o convalidar asignaturas contempladas en los demás programas de posgrado que imparte la institución y que cuenten con RVOE por parte de la SEP. En cualquier caso, el número de asignaturas revalidadas no podrá ser mayor del equivalente a cuarenta créditos del Plan de Estudios.

El Plan de Estudios está constituido esencialmente de materias optativas.

Dentro del Plan de Estudios el estudiante deberá acreditar las siguientes asignaturas:

*Actividades Académicas Especiales I:* Consiste en la presentación de los *Exámenes de Candidatura* al doctorado. Estos consistirán de una parte escrita y una parte oral y serán diseñados, aplicados y evaluados por una *Comisión de Evaluación* nombrada por el CPD. La parte escrita contemplará áreas básicas y la parte oral aspectos del área de especialización.

*Actividades Académicas Especiales II: (Examen de Eficiencia Profesional):* Consiste en la presentación de una *Tesina* que es una monografía sobre un tema específico. El tema a desarrollar por el candidato en un período no mayor que un mes, es asignado por una *Comisión de Evaluación* y debe ser un tema ajeno al área de especialidad del aspirante como también ajeno a los temas de tesis de licenciatura o maestría previos del candidato. Al finalizar el trabajo escrito se presenta un examen oral.

Las asignaturas señaladas como Temas Selectos, así como los Seminarios de Tesis, se corresponden con los diversos Seminarios de Investigación y líneas de investigación asociadas al Programa Doctoral, y que tienen establecidas cada una de las áreas de investigación del CIMAT, por lo que no se da un programa explícito.

Los Seminarios de Investigación I, II, III y IV son actividades académicas complementarias para efectos de terminación de tesis y no otorgarán crédito alguno.

Dentro de los cursos optativos, el estudiante puede seleccionar materias del Programa Doctoral en cualquiera de las tres orientaciones que se tienen, previa autorización de su tutor o asesor.

La no seriación de materias cursadas no invalida la continuidad de los estudios, bajo el criterio del establecimiento de créditos, que se computan por semestre. El Plan de Estudios está constituido esencialmente de materias optativas.



CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

Un programa de trabajo típico para un estudiante con maestría sería:

**Primer Semestre**

**Optativa** (8 créditos)  
**Seminario de Tesis** (20  
créditos)

**Segundo Semestre**

**Optativa** (8 créditos)  
**Seminario de Tesis** (20  
créditos)  
**Actividades Académicas  
Especiales I** (8 créditos)

**Tercer Semestre**

**Optativa** (8 créditos)  
**Seminario de Tesis** (20  
créditos)  
**Actividades Especiales II** (8  
créditos)

**Cuarto Semestre**

**Seminario de Tesis** (20  
créditos)

**Quinto Semestre**

**Seminario de Tesis** (20  
créditos)

**Sexto Semestre**

**Seminario de Tesis** (20  
créditos)  
**Defensa de la Tesis Doctoral**





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## LINEAS DE INVESTIGACION ASOCIADAS AL PROGRAMA

### 1. Sistemas Dinámicos Holomorfos

Estructuras Holomorfas y Estructuras Holomorfas Transversales

Deformaciones Transversales de Foliaciones Holomorfas

Familias de Campos de Vectores Racionales y Familias Universales de Foliaciones; Espacios de Campos Vectoriales Polinomiales.

Dinámica de Flujos Holomorfos, Campos Vectoriales Meromorfos en Espacios Projectivos y Teoremas sobre el Índice de Campos Vectoriales Holomorfos.

### 2. Física Matemática

Teoría fundamental de supervariedades; supergeometría y supersimetría.

Relaciones entre geometría, topología y física a través de las teorías de Witten, Jones, Donaldson, Kauffman, etc.

Análisis Funcional Aplicado a Problemas Fundamentales de Mecánica Cuántica.

### 3. Análisis Funcional

Teoría espectral y estabilidad.

Problemas de Modelamiento de Sistemas Físicos.

Teoría de Operadores con Aplicaciones a Soluciones de Ecuaciones Diferenciales

Espacios de Funciones.

Geometría de Espacios de Banach.

Optimización.

### 4. Geometría

Geometría Algebraica y Estabilidad.

Geometría Diferencial.

Geometría Riemanniana.

Topología Simpléctica.

### 5. Topología

Topología Geométrica.

Topología en Dimensión Baja y Teoría de Nudos.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

### Definición de Claves

Las claves para identificar las asignaturas se definieron de la siguiente manera: los dos primeros dígitos indican que la materia es optativa (90), de acuerdo a lo estipulado en el *Manual de Procedimientos de la S.E.P.* Las tres siguientes literales están asociadas al nombre de la asignatura a manera de acrónimo o título abreviado, por ejemplo:

Asignatura	Clave
Geometría Algebraica I	90GAL01
Sistemas Dinámicos I	90SDI01
Temas Selectos Variable Compleja I	90SVC01

Finalmente, el último dígito especifica el nivel del curso correspondiente.



# PROGRAMS



CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## ALGEBRA II

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90ALG02

### OBJETIVOS

1. Presentar algunos temas más avanzados del álgebra, en especial algunas de las teorías más clásicas y logradas del álgebra moderna, como la teoría de Galois o el teorema de la base de Hilbert del álgebra conmutativa.
2. A juicio del profesor y en función de los intereses y disposición del grupo, continuar el curso en alguna de las dos líneas siguientes:
  - a. Ampliar la comprensión del papel que desempeñan las estructuras algebraicas en las matemáticas contemporáneas a través del estudio de algunos temas específicos, como la teoría de álgebras de Lie o la teoría de grupos combinatoria.
  - b. Dar una visión más panorámica del álgebra contemporánea, por ejemplo introduciendo temas de álgebra categórica y homológica. Algunos de estos temas sugeridos para esta parte son los que aparecen marcados por un asterisco en el TEMARIO.

### TEMARIO

#### 1. Introducción a la Teoría de Galois

- 1.1 Extensiones de Campos: Elementos algebraicos y trascendentes, etc.
- 1.2 Extensiones de Galois
- 1.3 La solubilidad de ecuaciones por radicales

#### 2. Temas de álgebra Conmutativa

- 2.1 Estructura de los anillos: Radical, etc.
- 2.2 Localización y descomposición primaria
- 2.3 Anillos noetherianos y el teorema de la base de Hilbert
- 2.4 Elementos de geometría algebraica

#### 3. Teoría de Grupos Combinatoria\*

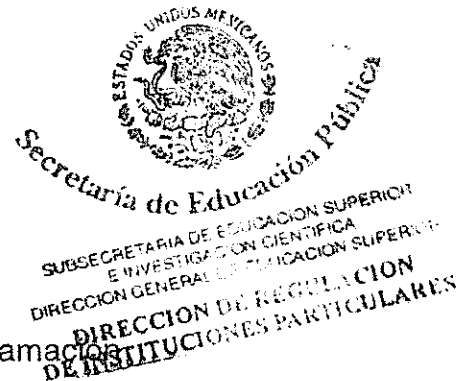
- 3.1 Grupos libres
- 3.2 Presentaciones de grupos y subgrupos
- 3.3 Movidas de Tietze y transformaciones de Nielsen
- 3.4 Sumas directas, productos libres, productos con amalgamación

#### 4. Teoría de Representaciones de Lie\*

- 4.1 Descomposiciones irreducibles y lema de Schur
- 4.2 Representaciones irreducibles de grupos finitos
- 4.3 Representaciones irreducibles de grupos abelianos

#### 5. Temas de Álgebras de Lie\*

- 5.1 Definiciones y ejemplos básicos
- 5.2 El teorema de Levy-Mal
- 5.3 Álgebras de Lie semisimples y sus sistemas de raíces





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

5.3 El teorema de clasificación de Cartan

## 6. Introducción a la Teoría de Categorías\*

6.1 Conjuntos y clases

6.2 Definición y nociones básicas sobre categorías

6.3 Funtores y transformaciones naturales

6.4 Problemas universales. Ejemplos básicos

## 7. Temas de Álgebra Homológica\*

7.1 Complejos diferenciales y grupos de homología

7.2 Homología de grupos y grupos de extensión

7.3 Homología de álgebras de Lie

### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.

Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.

Estudio de la bibliografía. Tareas.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

**ANALISIS II**  
**(Medida e Integral de Lebesgue en  $\mathbb{R}^n$ )**

**CICLO: OPTATIVO**

**CLAVE: 90ANA02**

**OBJETIVOS**

3. Construir la medida y la integral de Lebesgue en  $\mathbb{R}$ , y establecer sus propiedades básicas.
4. Construir la medida y la integral de Lebesgue en  $\mathbb{R}^n$ . Este desarrollo se efectuará sin repetir lo análogo a  $\mathbb{R}$ , sino enfatizando conceptos y resultados como la medida producto y los teoremas de Fubini y Tonelli.
5. Motivar la necesidad de estudiar espacios de medida abstractos, e introducir conceptos básicos.

**TEMARIO**

**1. Medida de Lebesgue en  $\mathbb{R}$**

- 1.1 Medida exterior
- 1.2 Conjuntos de medida finita
- 1.3 Conjuntos medibles
- 1.4 Invarianza de la medida de Lebesgue bajo traslaciones
- 1.5 Conjuntos de medida cero
- 1.6 El conjunto de Cantor
- 1.7 Un conjunto no-medible
- 1.8 Conjuntos de Borel
- 1.9 Criterio de Caratheodory

**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
  - a. Aproximación de funciones medibles por funciones simples
  - b. La integral en el caso general
    - i. Monotonía
    - ii.  $\sigma$ -aditividad respecto al dominio
    - iii. Linealidad
- 3.6 Lema de Fatou y teorema de convergencia dominada
- 3.7 Relación con la integral de Riemann
- 3.8 Relación con las integrales impropias





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

3.9 El espacio  $L^1(E)$

#### 4. Integral de Lebesgue en $R^n$

4.1 Medida producto

4.2 Teoremas de Fubini y de Tonelli

#### 5. Introducción a la teoría de la medida

5.1 Espacio medible

5.2 Funciones medibles

5.3 Medida y espacio de medida

5.4 Integral correspondiente a una medida

#### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

#### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## ANÁLISIS ARMÓNICO

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90AAR01

### OBJETIVO

Desarrollar los principales resultados correspondientes a la teoría clásica del análisis armónico.

### TEMARIO

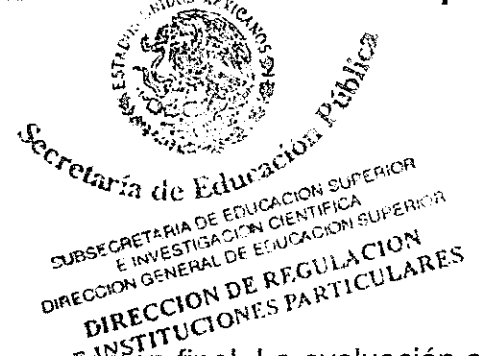
6. Operadores promedio y el teorema de Bochner
7. La transformada de Fourier en  $L^1(\mathbb{R}^n)$
8. El teorema de inversión en  $L^1(\mathbb{R}^n)$ . La integral de Poisson
9. Funciones armónicas. El problema de Dirichlet para una bola y un semiespacio
10. semiespacio
11. La transformada de Fourier en  $L^2(\mathbb{R}^n)$
12. Funciones de Hermite
13. Funciones esféricas
14. Funciones positivas definidas
15. La transformada de Hankel
16. La clase de Hardy  $H^{2+}$
17. Propiedades en la frontera de funciones holomorfas en el semiespacio superior, y la transformada de Hilbert
18. La fórmula sumatoria de Poisson y algunas de sus aplicaciones.
19. Transformada de Fourier de funciones crecientes. La técnica de Wiener-Hopf.

### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS A.C.

## ANÁLISIS FUNCIONAL I

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90AFU01

### OBJETIVOS

1. Motivar la necesidad de introducir los espacios de Banach y presentar los ejemplos clásicos:  $C(K), P, L^p$ .
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. Introducción

#### 2. Espacios de Banach

- 2.1 Estructura algebraica
- 2.2 Norma
- 2.3 Complete
- 2.4 Los espacios clásicos:  $B(A), C(K), P$  y  $L^p$
- 2.5 Espacio de Hilbert
- 2.6 Completación de un espacio normado
- 2.7 Espacio normado cociente

#### 3. Topología en espacios normados

- 3.1 Introducción
- 3.2 Espacio topológico
- 3.3 Espacio métrico
- 3.4 Teorema de contracción

#### 4. Operadores lineales continuos

- 4.1 Propiedades básicas
- 4.2 Extensión lineal y continua
- 4.3 Normas equivalentes

#### 5. Dualidad

- 5.1 Espacio dual
- 5.2 Teorema de Hahn-Banach
- 5.3 Teorema de representación de Riesz
- 5.4 El Espacio dual de  $L^p(\Omega)$
- 5.5 Operador transpuesto





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## 6. Dos principios del análisis funcional

6.1 Teorema de categoría de Baire

6.2 Teorema de acotamiento uniforme

6.3 Teoremas de la gráfica cerrada y del mapeo abierto

## 7. Álgebra de operadores lineales acotados

7.1 Fórmula de Neumann

7.2 Grupo de operadores invertibles

7.3 Espectro

### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.

Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.

Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## ANALISIS FUNCIONAL II

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90AFU02

### OBJETIVOS

1. Continuar el estudio de los operadores lineales acotados definidos en un espacio de Banach; particularmente analizar su espectro.
2. Introducir los operadores lineales compactos y establecer la alternativa de Fredholm.
3. Desarrollar la teoría espectral para un operador que sea acotado y autoadjunto.
4. Iniciar el estudio de los operadores lineales no-acotados.

### TEMARIO

#### 1. Espectro de un operador lineal acotado

- 1.1 Propiedades básicas
- 1.2 Función resolvente

#### 2. Espectro de un operador lineal compacto

- 2.1 Propiedades básicas de los operadores lineales compactos
- 2.2 Alternativa de Fredholm
- 2.3 Caso autoadjunto

#### 3. Espectro de un operador lineal

- 3.1 Resolución de la identidad
- 3.2 Teorema de la descomposición espectral

#### 4. Operadores lineales no-acotados

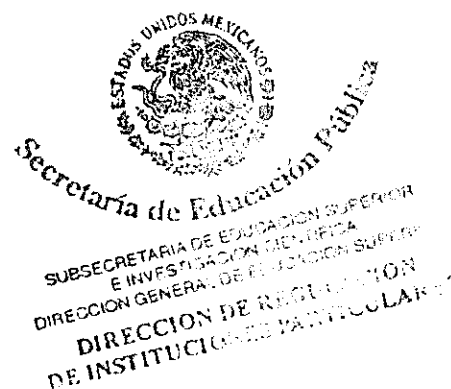
- 4.1 Ejemplos
- 4.2 Operador cerrado
- 4.3 Extensión minimal cerrada
- 4.4 Operadores transpuesto y autoadjunto
- 4.5 Espectro

#### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

#### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación final de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## ANALISIS FUNCIONAL APLICADO

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90AFA01

### OBJETIVOS

1. Estudiar los siguientes problemas:

- a). La solución de ecuaciones funcionales
- b). Optimización

El primero requiere del lenguaje de operadores (no necesariamente lineales) entre espacios de funciones; el segundo el de los funcionales sobre dichos espacios. Así pues, se trata de los problemas:

- a')  $Ax=b$ , o bien  $Fx=0$ , donde  $A, F: X \rightarrow X$  son operadores, con  $A$  lineal,  $b \in X$  y  $F$  en general no-lineal, y
- b')  $\min_{x \in B} \phi(x)$  donde  $B \subset X$  y  $\phi: X \rightarrow \mathbb{R}$  es un funcional.

2. Los métodos de solución de estos problemas necesitan algún tipo de proceso iterativo. Además, deben enfatizarse los aspectos constructivos y de aproximación. Por lo tanto, el espacio  $X$  donde se plantean los problemas mencionados deberá tener un mínimo de estructura algebraica y topológica. En la mayoría de los casos  $X$  sería de Hilbert, para aplicar la rica estructura geométrica de estos espacios, aunque algunas aplicaciones harán necesario considerarlo de Banach y otras de Soboleff. Se supone que el alumno habrá estudiado Análisis Real y Teoría de la Medida e Integración, pero no que ya haya cursado Análisis Funcional.

### TEMARIO

#### 1. Espacios de Hilbert y de Banach

- 1.1 Espacios normados y completitud
- 1.2 Separabilidad, desarrollos ortogonales y ortogonalización
- 1.3 Espacios de Soboleff
- 1.4 Problemas de norma mínima

#### 2. Operadores y funcionales

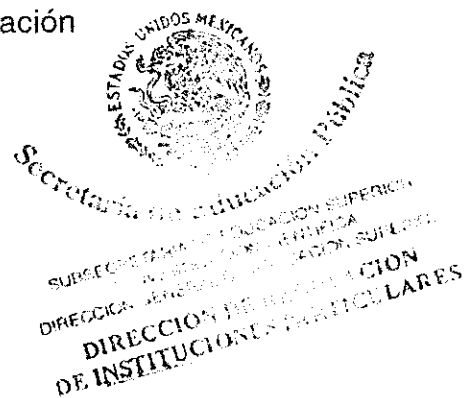
- 2.1 Funcionales lineales
- 2.2 Ejemplos de espacios duales
- 2.3 Operadores lineales acotados
- 2.4 El operador adjunto y ejemplos

#### 3. Convexidad y optimización

- 3.1 Derivadas de Gateaux y Fréchet
- 3.2 Ecuaciones de Euler-Lagrange
- 3.3 Funcionales y conjuntos convexos
- 3.4 Multiplicadores de Lagrange y condiciones de Kuhn-Tucker

#### 4. Control óptimo

- 4.1 Controlabilidad y observabilidad





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS II

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90EDO02

### OBJETIVO

Estudiar algunos aspectos geométricos de las ecuaciones diferenciales ordinarias.

### TEMARIO

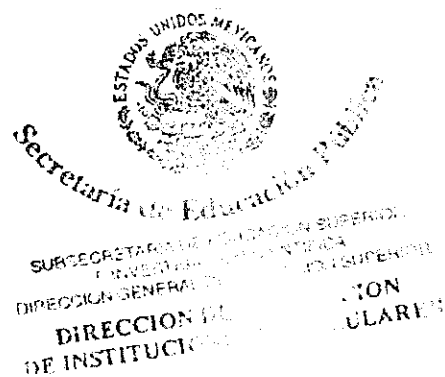
1. Ecuaciones Integrables
2. Teoría de Perturbación
3. Teoría de Bifurcación
4. Ecuaciones Diferenciales Parciales de Primer Orden

### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

- k. Polinomios de Hilbert, Syzygies, complejo de Kozul y ejemplos
- l. Espacio tangente de Zariski; espacio tangente proyectivo y ejemplos
- m. Aplicaciones de Gauss, variedades tangenciales y variedades duales
- n. Espacio tangente a las grassmannianas
- o. Grado de una variedad proyectiva y teorema de Bezout
- p. Cuádricas

### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## GEOMETRIA ALGEBRAICA II (Variedades Algebraicas e Introducción a la Teoría de Esquemas)

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90GAL02

### OBJETIVOS

1. Desarrollar la teoría de haces y su cohomología, que son las herramientas básicas de la Geometría Algebraica y dar una introducción a la Teoría de Esquemas con el fin de que el estudiante interesado en los aspectos más avanzados de la geometría algebraica pueda incorporarse a la teoría de esquemas con facilidad.
2. Desarrollar la teoría de variedades algebraicas de tal manera que los estudiantes interesados en ser únicamente "usuarios" de la geometría algebraica (e. g. los interesados en Geometría Analítica, Geometría Diferencial Compleja, Singularidades, etc), adquieran el manejo de la teoría de haces y su cohomología y familiaridad en general con la teoría de esquemas; esta última es también de gran utilidad para los interesados en la teoría de números, en los problemas de clasificación y en álgebra.

### TEMARIO

#### 1. Variedades algebraicas

- 1.1 Variedades algebraicas
- 1.2 Productos
- 1.3 Haces
- 1.4 Haces en Geometría Algebraica
- 1.5 Variedades lisas y morfismos
- 1.6 Curvas
- 1.7 Cohomología y el teorema de Riemann-Roch
- 1.8 Cohomología de variedades proyectivas
- 1.9 Aplicaciones de la cohomología

#### 2. Introducción a la teoría de esquemas

- 2.1 Definición de esquemas
- 2.2 Ejemplos
- 2.3 Esquemas reducidos sobre campos algebraicamente cerrados
- 2.4 Esquemas no-reducidos
- 2.5 Esquemas aritméticos
- 2.6 Esquemas proyectivos
- 2.7 Esquemas separados y morfismos propios
- 2.8  $Proj$  de un anillo graduado
- 2.9 Invariantes de esquemas proyectivos
- 2.10 El functor de puntos y la geometría de un esquema





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

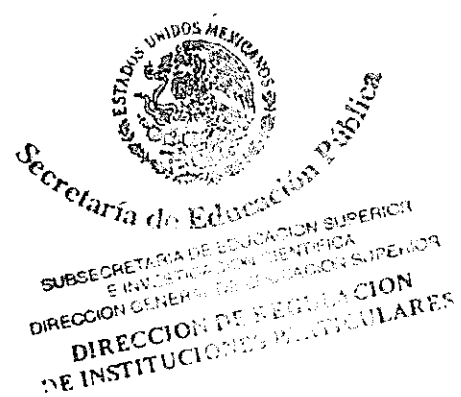
## 2.11 Caracterización de un espacio por su functor de puntos

### **Actividades de aprendizaje**

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

### **Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación**

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## GEOMETRIA DIFERENCIAL I (Variedades Diferenciables; Campos y Formas)

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90GDI01

### OBJETIVOS

1. Que el alumno aprenda el lenguaje de trabajo dentro del campo de la geometría diferencial y que adquiera destreza en el manejo de la técnicas propias del área mediante una gran cantidad de ejercicios encaminados a este fin.
2. Al terminar el curso, el alumno debe tener un panorama geoméricamente claro del problema central de las ecuaciones diferenciales (ordinarias y en derivadas parciales). Debe también conocer con detalle y manejar con familiaridad las diversas fibraciones diferenciables construidas sobre una variedad. Así mismo, debe conocer y tener habilidad en el manejo del lenguaje básico de la teoría de grupos de Lie y comprender geoméricamente el contenido de los teoremas fundamentales de esta teoría.

### TEMARIO

#### 1. Variedades

- 1.1 Variedades diferenciables; definición
- 1.2 Funciones y mapeos diferenciables
- 1.3 Vectores tangentes
- 1.4 Subvariedades, difeomorfismos y el teorema de la función inversa
- 1.5 Teorema de la función implícita; submersiones
- 1.6 Campos vectoriales
- 1.7 Distribuciones y el teorema de Frobenius

#### 2. Tensores y formas diferenciables

- 2.1 Los haces de las álgebras tensorial, simétrica y exterior
- 2.2 Campos tensoriales y formas diferenciables
- 2.3 Derivada de Lie
- 2.4 Ideales diferenciables

#### 3. Grupos de Lie

- 3.1 Grupos de Lie y álgebras de Lie
- 3.2 Subgrupos y homomorfismos
- 3.3 Grupos de Lie simplemente conexos; primer teorema de Lie
- 3.4 El mapeo exponencial
- 3.5 Subgrupos cerrados; espacios de órbitas
- 3.6 Las representaciones adjunta y coadjunta
- 3.7 Espacios homogéneos





CIMAT

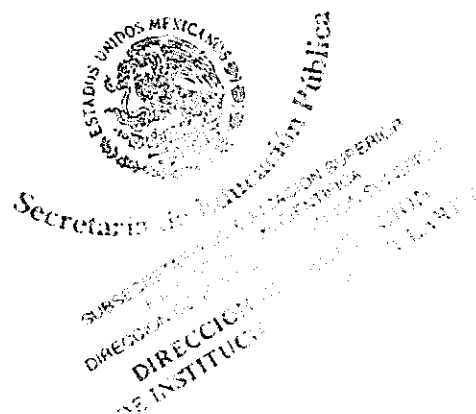
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

### **Actividades de aprendizaje**

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

### **Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación**

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## GEOMETRIA DIFERENCIAL II (Curvatura y Cohomología de De Rham)

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90GDI02

### OBJETIVOS

3. Que el alumno continúe y profundice en el aprendizaje del lenguaje básico de la geometría diferencial y que adquiera destreza en el manejo de las técnicas propias del área. En particular, se buscará que el alumno comprenda la importancia de las técnicas diferenciables en el establecimiento de invariantes topológicos mediante el cálculo de formas relacionadas con curvatura.
2. Al terminar el curso, el alumno debe tener familiaridad con las nociones de conexión y curvatura en haces fibrados; fibrados principales, haces fibrados asociados a una representación y fibrados vectoriales homogéneos. Desde el punto de vista topológico, debe interpretar el teorema de De Rham en términos de cohomología de gavillas y reforzar la teoría de integración en variedades. El alumno debe ser capaz de dar cuenta del contenido topológico de fórmulas geométricas relacionadas con la integración como las de Gauss-Bonnet, Chern, Thom, Hopf, etc.

### TEMARIO

#### 1. Integración en variedades y fórmulas geométricas

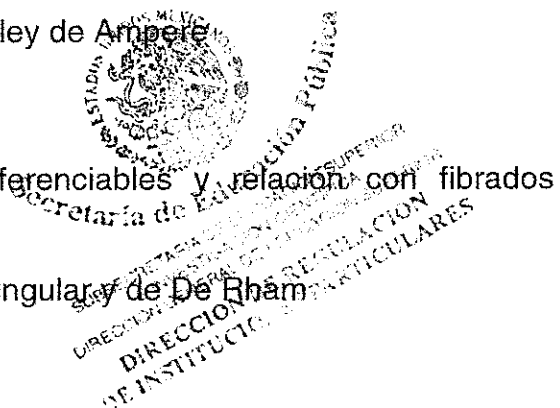
- 1.1 Orientación e integración en variedades
- 1.2 Número de vueltas; índice
- 1.3 Grado de un mapeo
- 1.4 Índice de un campo vectorial
- 1.5 Invariante de Hopf
- 1.6 Números de encadenamiento; ley de Gauss y ley de Ampere

#### 2. Cohomología de gavillas y el teorema de De Rham

- q. La cohomología de De Rham
- r. La gavilla de funciones diferenciables
- s. Construcciones con gavillas de mapeos diferenciables y relación con fibrados diferenciables
- t. Axiomas de la cohomología de gavillas
- u. Cohomologías de Alexander-Spanier, Čech, Singular y de De Rham
- v. El teorema de De Rham

#### 3. Cohomología invariante

- 3.1 Acciones de grupos
- 3.2 Cohomología invariante en grupos de Lie
- 3.3 Cohomología de grupos de Lie compactos





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

#### 4. Haces con grupo de estructura

- w. Haces principales y haces asociados; ejemplos
- x. Haces de grupos y espacios homogéneos
- y. Aplicaciones; cohomología de las variedades de Stiefel y de los grupos clásicos
- z. Conexiones principales
- aa. Curvatura
- bb. 4.6 Homomorfismo de Weil

#### 5. Conexiones lineales

- 5.1 Formas diferenciales con valores en haces asociados
- 5.2 Conexiones lineales y afines; formas de Cartan
- 5.3 Curvatura, transporte paralelo y holonomía
- 5.4 Conexiones riemannianas
- 5.5 Clases características de Pontryagin, de Pfaff y de Chern
- 5.6 El teorema de Gauss-Bonnet-Chern
- 5.7 Introducción a los haces vectoriales complejos

#### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas. Uso de Software.

#### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

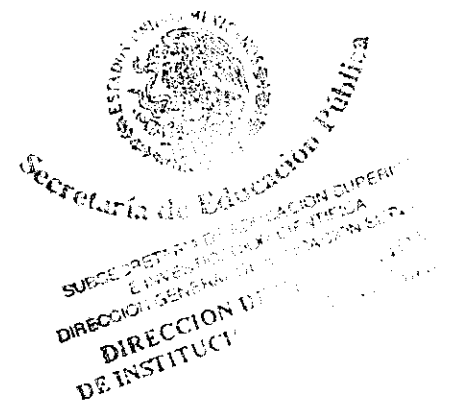
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

### **Actividades de aprendizaje**

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas.

### **Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación**

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## MEDIDA E INTEGRACIÓN

CICLO; OPTATIVO

CLAVE: 90MIN01

### OBJETIVO

El objetivo central es que el alumno adquiera un conocimiento detallado de la teoría de la medida en general y que quede familiarizado con el uso y aplicaciones de la teoría de Lebesgue por un lado y los espacios de probabilidad por el otro. El contenido de los dos cursos básicos de análisis contempla también, como temas menores, el dedicar al menos una octava parte de cada curso para incursionar con cierto detalle a la teoría axiomática de conjuntos y a algunos temas de topología general que se requieran en la exposición (e.g., Lema de Zorn, espacios uniformes, etc.)

### TEMARIO

#### 1. Espacios con Medida

- Motivación: área en el plano y contenido de Jordan
- Aditividad completa, sigma-álgebras y definición de medida
- La medida de Lebesgue y sus propiedades
- Medida de Caratheodory y completés
- Sigma-campo de Borel y medida de Borel
- Medidas en espacios métricos
- Espacios de probabilidad

#### 2. Funciones Medibles

- Definición de funciones medibles
- Estructuras de álgebra y latiz
- Funciones simples y funciones características
- Teorema de existencia y unicidad de la integral
- El espacio  $L^1$  y sus propiedades; teorema de la convergencia dominada de Lebesgue y el lema de Fatou
- Completéz del espacio de Banach  $L^1$

#### 3. Medidas en Productos

- Producto de sigma-campos
- Medibilidad de las proyecciones
- Existencia y unicidad de la medida producto
- Volumen por rebanadas y el teorema de Fubini





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## 1. Teoría de Diferenciación

- Medidas con signo y variación
- Conjuntos positivos y negativos; teorema de separación de Hahn
- Medidas mutuamente singulares; teorema de descomposición de Lebesgue
- Variación total, continuidad absoluta respecto a una medida y el teorema de Radon-Nikodym
- El teorema de cobertura de Vitali
- Derivada de una función regular con respecto a una medida
- Funciones de variación acotada y teorema de descomposición

## 2. Espacios $L^p$

- Definición de los espacios  $L^p$
- Desigualdades de Hölder y Minkowski
- Teoremas de convergencia de Lebesgue y Levi
- Completez de  $L^p$  y propiedades generales de espacios de Banach
- El espacio dual de  $L^p$
- El teorema de representación de Riesz
- Normas equivalentes y espacios cocientes
- Convexidad

## Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas.

## Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## SISTEMAS DINÁMICOS I

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90SDI01

### OBJETIVOS

1. Que el alumno adquiera conocimientos sobre los conceptos de genericidad de sistemas dinámicos y estabilidad estructural, a partir de ejemplos.
2. Que el alumno aprenda las técnicas de la dinámica unidimensional.

### 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

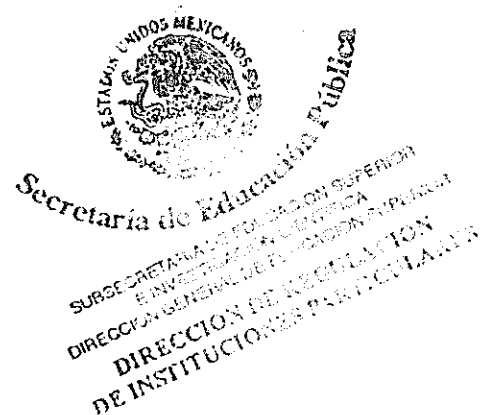
- 4.1 Número de rotación
- 4.2 Teoría de Denjoy

#### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas.

#### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## SISTEMAS DINÁMICOS II

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90SDI02

### OBJETIVO

Se introducirá al alumno al conocimiento de la dinámica hiperbólica y a la aplicación de la teoría de la medida para resolver problemas de sistemas dinámicos.

### 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

### Actividades de aprendizaje

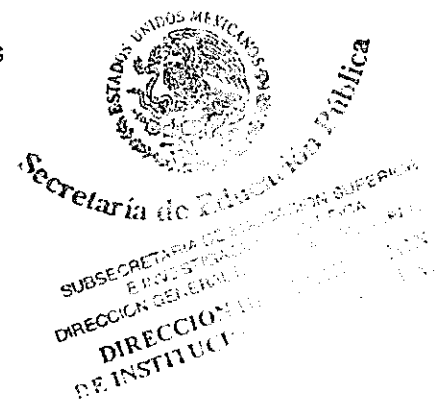
Exposición, exploración y discusión de los temas.

Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.

Estudio de la bibliografía. Tareas.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## TOPOLOGIA II (Topología Diferencial y Topología Algebraica)

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90TOP02

### OBJETIVOS

1. Introducir al alumno a la teoría homológica. La primera parte del 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. La segunda parte del curso tiene por objeto introducir técnicas diferenciables para el estudio de la topología. En particular, el alumno debe comprender el significado del teorema de De Rham y las aplicaciones de la integración en variedades a la topología.
3. Capacitar al alumno para abordar temas de geometría y de topología más avanzados en geometría diferencial, variedades Riemannianas, homotopía, homología y nudos.

### 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 Invarianza 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

#### 2. Cohomología diferenciable de De Rham

- 2.1 Álgebra exterior y formas diferenciables en una variedad
- 2.2 Integración en variedades
- 2.3 Derivada exterior y cohomología de formas diferenciales; lema de Poincaré
  - a. Teorema de Stokes y teorema de De Rham
  - b. Aplicaciones; característica de Euler, grado topológico, teoremas de punto fijo, teorema de Gauss-Bonnet.





CIMAT

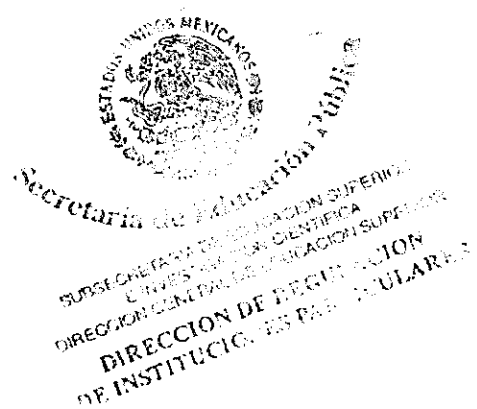
CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

### **Actividades de aprendizaje**

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas.

### **Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación**

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.





CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

## VARIABLE COMPLEJA II

CICLO: OPTATIVO

CLAVE: 90VCO02

### OBJETIVOS

1. Ampliar y profundizar los temas discutidos en un primer curso.
2. Relacionar los resultados obtenidos con otras ramas de la matemática, especialmente el análisis y la geometría.

### TEMARIO

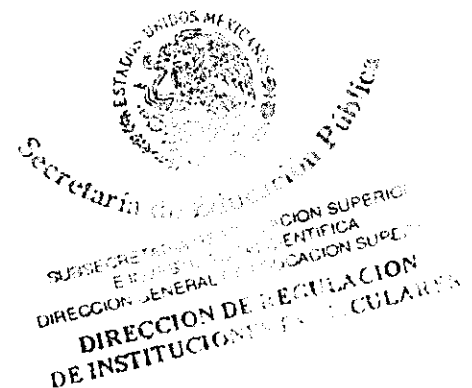
1. Continuación analítica.
2. Funciones algebraicas y superficies de Riemann.
3. Funciones elípticas en el sentido de Weierstrass y Jacobi.
4. Funciones enteras y meromorfas.
5. Mapeo conforme.
6. Funciones armónicas.
7. Funciones holomorfas en el semiplano

### Actividades de aprendizaje

Exposición, exploración y discusión de los temas.  
Resolución grupal de ejemplos, ejercicios y problemas.  
Estudio de la bibliografía. Tareas.

### Criterios y procedimientos de evaluación y acreditación

Participación en clase, tareas semanales, exámenes parciales, examen final. La evaluación de los cursos consistirá de un mínimo de dos exámenes parciales y de un examen final obligatorio, más asistencia y trabajos extra clase.



# BIBLIOGRAFÍA



CIMAT

### LISTA DE ACERVO BIBLIOGRÁFICO

Asignatura: **ÁLGEBRA II**

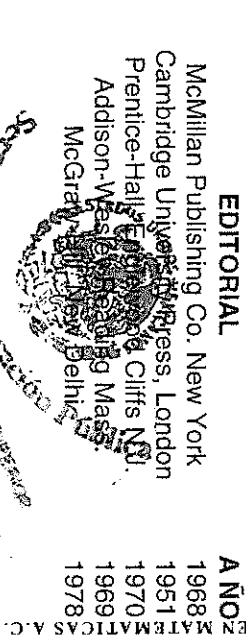
TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro Commutative Algebra	M. F. Atiyah I. MacDonald	Adisson Wesley	1969
2	Libro A survey of modern algebra	G. Birkhoff and S. MacLane	Macmillan Publishing Co., New York	1977
3	Libro Categories for the working mathematician	G. Birkhoff and S. MacLane	Springer-Verlag	1963
4	Libro Lectures in Abstract Algebra	N. Jacobson	Springer-Verlag	1964
5	Libro Algebra	S. Lang	Addison-Wesley Publishing Co., Reading Mass.	1978
6	Libro Introduction to Homological Algebra	J. Rotman	Academic Press	1979

Asignatura: **ANÁLISIS II**

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro Real analysis	H. Royden	McMillan Publishing Co. New York	1968
2	Libro The Lebesgue integral	J. C. Burkill	Cambridge University Press, London	1951
3	Libro Introductory real analysis	Kolmogorov and S. Fomin	Prentice-Hall Englewood Cliffs, N.J.	1970
4	Libro Real Analysis	S. Lang	Addison-Wesley Publishing Mass.	1969
5	Libro Real and Complex analysis	W. Rudin	McGraw-Hill, New York	1978

Asignatura: **ANÁLISIS ARMÓNICO**

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro Lectures on integral transforms	N. I. Akhiezer	Translations of Mathematical Monographs Vols. 1, 2 AMS, Providence, R.I.	1988
2	Libro Interpolation of operators and singular integrals	C. Sadosky	Wiley-Interscience New York	1979
3	Libro Real Variable Methods in Harmonic Analysis	A. Torchinsky	Academic Press	1987
4	Libro Fourier Series: a Modern Introduction, Vols. I, II	R.E. Edwards,	Springer Verlag	1979



Asignatura: **ANÁLISIS FUNCIONAL I**

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro Functional analysis	G. Bachman y L. Narici	Academic Press, New York	1966
2	Libro Introductory real analysis	A. Kolmogorov and S. Fomin	Prentice-Hall, Englewood Cliffs N.J.	1970
3	Libro Real analysis	S. Lang	Addison-Wesley Reading Mass.	1969
4	Libro Functional analysis	F. Riesz and B. Sz Nagy	Frederick Ungar, New York	1958
5	Libro Functional analysis	W. Rudin	Mc-Graw-Hill	1991

Asignatura: **ANÁLISIS FUNCIONAL II**

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro Functional analysis	G. Bachman y L. Narici	Academic Press, New York	1966
2	Libro Functional analysis, Graduate Texts in Math.	J. Conway	Springer-Verlag	1985
3	Libro Linear operators, VOL. I, II, III.	N. Dunford and J. T. Schwartz	Interscience, New York	1958 1963 1971

4	Libro Real analysis	S. Lang	Addison-Wesley Reading Mass.	1983
5	Libro Functional analysis	F. Riesz and B. Sz Nagy	Frederick Ungar, New York,	1958
6	Libro Functional analysis	W. Rudin	Mc-Graw-Hill	1991
7	Libro Functional analysis, Sixth edition	K. Yosida	Springer-Verlag	1980

Asignatura: **ANÁLISIS FUNCIONAL APLICADO**

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro Applied functional analysis	J. P. Aubin	Wiley-Interscience, New York	1979
2	Libro Análisis funcional	H. Brezis, , ,	Libros. Alianza Universidad, Madrid	1984
3	Libro Functional analysis and numerical methods	L. Collatz	Academic Press, London	1966
4	Libro Functional analysis in modern applied mathematics	R. F. Curtain y A. J. Pritchard	Academic Press, New York	1977
5	Libro Calculus of variations and optimal control theory	M. R. Hestenes	Wiley, New York	1966
6	Libro Functional analysis in normed spaces	L. V. Kantorovitch y G. P. Akllov, trad. por D. E. Brown	Pergamon Press, MacMillan, New York	1964



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MATEMÁTICAS A.C.  
 DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN  
 DIRECCIÓN DE REGULACIÓN DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

7	Libro	Elements of the theory of functional analysis, Vol. I	A. N. Kolmogorov and S. V. Fomin	Graylock Press, Rochester, NY.	1957
8	Libro	Optimization and approximation	W. Krabs	John Wiley and Sons, New York	1969
9	Libro	Optimization by vector space methods	D. G. Luenberger	John Wiley and Sons, New York	1969
10	Libro	Computational solutions of nonlinear operator equations	L. B. Rall	Wiley, New York	1969
11	Libro	An analysis of the finite element method	G. Strang y G. J. Fix	Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ	1973

Asignatura: **ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS II**

	<b>TIPO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>EDITORIAL</b>	<b>AÑO</b>
1	Libro	Geometrical methods in the Theory of Ordinary Differential Equations, 2 <sup>nd</sup> ed	V. I. Arnold	Springer-Verlag; New York	1988
2	Libro	Theory of Ordinary Differential Equations	E. A. Coddington & N. Levinson	McGraw-Hill; New York	1955
3	Libro	Methods of Bifurcation Theory	S. N. Chow & J. K. Hale	Springer-Verlag; New York	1982
4	Libro	Analysis of Singular Perturbations	N. Eckhaus	North Holland; Amsterdam	1979
5	Libro	Introduction to Perturbation Methods	A. H. Holmes	Springer-Verlag; New York	1995
6	Libro	Partial Differential Equations I, Basic Theory	M. E. Taylor	Springer-Verlag; New York	1996

Asignatura: **GEOMETRÍA ALGEBRAICA I**

	<b>TIPO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>EDITORIAL</b>	<b>AÑO</b>
1	Libro	Introduction to commutative algebra	M. Atiyah and MacDonald	Addison-Wesley, New York	1969
2	Libro	Algebraic geometry; a first course	J. Harris	Springer-Verlag, New York	1992
3	Libro	Algebraic geometry	R. Hartshorne	Springer-Verlag; New York	1977
4	Libro	Methods of algebraic geometry	W. III, B. D. Hodge and D. Pedoe	Cambridge University Press, Cambridge	1994
5	Libro	Introduction to algebraic geometry	J. Semple y L. Roth	Clarendon Press, Oxford	1994

Asignatura: **GEOMETRÍA ALGEBRAICA II**

	<b>TIPO</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>EDITORIAL</b>	<b>AÑO</b>
1	Libro	Introduction to commutative algebra	M. Atiyah and MacDonald	Addison-Wesley, New York	1969
2	Libro	Schemes: The language of modern algebraic geometry	D. Eisenbud and J. Harris	Wadsworth and Brooks, New York	1992
3	Libro	Topologie algébrique et théorie de	R. Godement	Hermann, Paris	1964



4	Libro	Elements de geometrie algebrique, Vols. 8, 11, 17, 20, 24, 28, 31	A. Grothendieck and J. Dieudonné	Publications Mathematiques de l'IHES, Paris	1977
5	Libro	Algebraic geometry	R. Hartshorne	Springer-Verlag, New York	1993
6	Libro	Algebraic varieties	G. Kempf	Cambridge University Press, Cambridge	1993
7	Libro	Lectures on curves on an algebraic surface, Annals of Mathematical Studies, Vol. 59	D. Mumford	Princeton University Press, Princeton	1964
8	Libro	The red book of varieties and schemes. Lecture Notes in Mathematics, Vol. 1358	D. Mumford	Springer-Verlag, New York	1998

Asignatura: **GEOMETRÍA DIFERENCIAL I**

1	Libro	Differential forms with applications to the physical sciences	H. Flanders	Academic Press, New York	1963
2	Libro	Connections, curvature and cohomology Vol. I (De Rham cohomology of manifolds and vector bundles).	W. Greub, S. Halperin and R. Vanstone	Academic Press, New York	1973
3	Libro	Connections, curvature and cohomology Vol. II (Lie groups, principal bundles and characteristic classes)	W. Greub, S. Halperin and R. Vanstone	Academic Press, New York	1973
4	Libro	Differential geometry, Lie groups and symmetric spaces	S. Helgason	Academic Press, New York	1978
5	Libro	A comprehensive introduction to differential geometry Vol. I	M. Spivak	Academic Press, New York	1970
6	Libro	A comprehensive introduction to differential geometry Vol. V	M. Spivak	Publish or Perish, Berkeley	1970
7	Libro	Foundations of differentiable manifolds and Lie groups	F. Warner	Scott, Foresman and Co., Glenview, Illinois	1971

Asignatura: **GEOMETRÍA DIFERENCIAL II**

1	Libro	Differential forms with applications to the physical sciences	H. Flanders	Academic Press, New York	1963
---	-------	---	-------------	--------------------------	------



CIMAT

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMÁTICAS A.C.  
 SECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
 DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y ARCHIVOS  
 DIRECCIÓN DE COMUNICACIONES Y RELACIONES PÚBLICAS  
 DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN Y FINANZAS  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA TÉCNICA  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA LEGAL  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA SOCIAL  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA PSICOLÓGICA  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA PEDAGÓGICA  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA PSICOPEDAGÓGICA  
 DIRECCIÓN DE SERVICIOS DE ASESORIA PSICOPEDAGÓGICA

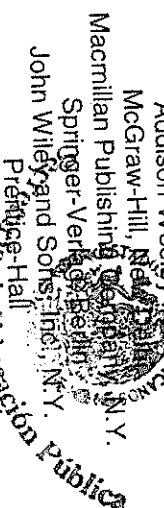
2	Libro	Connections, curvature and cohomology of Vol. I (De Rham cohomology of manifolds and vector bundles)	W. Greub, S. Halperin and R. Vanstone	Academic Press, New York	1972
3	Libro	Connections, curvature and cohomology Vol. II (Lie groups, principal bundles and characteristic classes)	W. Greub, S. Halperin and R. Vanstone	Academic Press, New York	1972
4	Libro	A comprehensive introduction to differential geometry Vol. I	M. Spivak	Publish or Perish, Berkeley	1970
5	Libro	A comprehensive introduction to differential geometry Vol. V	M. Spivak	Publish or Perish, Berkeley	1970
6	Libro	Foundations of differentiable manifolds and Lie groups	F. Warner	Scott, Foresman and Co., Glenview, Illinois	1971

Asignatura: **MEDIDA E INTEGRACIÓN**

	TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Real Analysis and Probability	Ash, R. B.	Academic Press, New York	1972
2	Libro	Real Analysis and Probability	Dudley, R. M.	Wadsworth and Brooks/Cole Pacific Grove	1989
3	Libro	Measure Theory	Halmos, P.	Springer-Verlag, New York	1974
4	Libro	Real Analysis	Lang, S.	Addison-Wesley Publishing Company	1978
5	Libro	Real and Complex Analysis	Rudin, W.	McGraw-Hill, New York	1968
6	Libro	Real Analysis	Royden, H.	Macmillan Publishing Company, N.Y.	1978
7	Libro	Integrals and operators	Segal, I., Kunze, R.	Springer-Verlag, Berlin	1964
8	Libro	The elements of Real Analysis	Barthe, R.	John Wiley and Sons, Inc., N.Y.	1975
9	Libro	Analysis in Euclidean Space	Hoffman, K.	Préface-Hall	1958
10	Libro	Functional Analysis	Riesz, F., and Sz-Nagy, B.	John Wiley and Sons, Inc., N.Y.	1965
11	Libro	Mathematical Analysis; A special course	Shilov, G. Ye.	Pergamon Press, Oxford	1965

Asignatura: **SISTEMAS DINÁMICOS I**


	TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1	Libro	Nonlinear oscillations, dynamical systems and bifurcation of vector fields	J. Guckenheimer and P. Holmes	Springer-Verlag	1983
2	Libro	Introduction to the modern theory of dynamical systems	A. Katok and B. Hasselblatt	Cambridge University Press	1995
3	Libro	Ergodic theory and differentiable	R. Mané	Springer-Verlag	1987





Asignatura: **VARIABLE COMPLEJA II**

TIPO	TÍTULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO
1 Libro	Selected Topics in the Classical Theory of Functions of a Complex Variable	M. Heins	Holt, Rinehart and Winston	1962
2 Libro	Analytic Function Theory, Vol II Theory of Functions of a Complex Variable	E. Hille	Ginn and Co., Chelsea Pub. Co.	1962
3 Libro	Theory of Functions of a Complex Variable	A. I. Markushevich	Chelsea Pub. Co.	1977
4 Libro	A Second Course in Complex Analysis	W. A. Veech	W. A. Benjamin	1967

  
**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**  
**DIRECCIÓN DE REGULACIÓN**  
**DE INSTITUCIONES PARTICULARES**

CENTRO DE INVESTIGACION EN MATEMATICAS A.C.

